



GOVERNO DO
ESTADO DO CEARÁ
Secretaria da Educação

ESCOLA ESTADUAL DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL - EEEP

ENSINO MÉDIO INTEGRADO À EDUCAÇÃO PROFISSIONAL

CURSO TÉCNICO EM MINERAÇÃO

TOPOGRAFIA DE MINA



**GOVERNO DO
ESTADO DO CEARÁ**
Secretaria da Educação

Governador

Cid Ferreira Gomes

Vice Governador

Domingos Gomes de Aguiar Filho

Secretária da Educação

Maria Izolda Cella de Arruda Coelho

Secretário Adjunto

Maurício Holanda Maia

Secretário Executivo

Antônio Idilvan de Lima Alencar

Assessora Institucional do Gabinete da Seduc

Cristiane Carvalho Holanda

Coordenadora da Educação Profissional – SEDUC

Andréa Araújo Rocha

TOPOGRAFIA DE MINA

Engenheiro de Minas José Chaves Neto
Fevereiro/2013

ÍNDICE

Tópico	Página
1- Introdução.....	03
2- Conceitos gerais.....	12
3- Topografia na mineração.....	16
4- Geodésia e Topografia	23
5- Orientação no Plano Topográfico.....	31
6- Rumos e Azimutes.....	34
7- Medições e erros.....	37
8- Noções de escala topográfica.....	38
9- Normalização.....	39
10- GPS, mapas topográficos e seus usos.....	42
11- Teodolitos e Níveis.....	54
12- Softwares para desenhos de áreas e cubagens de jazidas.....	60
13- Métodos de levantamento topográficos planimétricos.....	61
14- Métodos de levantamento topográficos altimétricos.....	65
15- Posicionamento geográfico: coordenadas UTM e cartas topográficas.....	66
16- Conceitos gerais.....	67
17- Bibliografia.....	74

1. INTRODUÇÃO

A palavra “Topografia” deriva das palavras gregas “topos” que significa “lugar” e “graphen” que significa “descrever”, ou seja, topografia significa a localização e descrição minuciosa de um lugar. Desta maneira pode-se dizer que a TOPOGRAFIA é a ciência que trata do estudo da representação detalhada de uma porção da superfície terrestre. A necessidade de localização é fundamental em nosso trabalho diário. Como faríamos sem uma orientação de ir, vir e estabelecer uma posição no terreno.

Cabe assim à topografia, o importante papel de catalogar todos os acidentes naturais e artificiais, “obras de arte” e etc., de forma que sirva de base para todo e qualquer tipo de projetos de engenharia, arquitetura e também para o planejamento público, sendo também um instrumento muito eficaz no acompanhamento e verificação de todo o projeto. Desta forma a topografia se mostra presente em todas as áreas de um projeto de mineração ou de construção civil, do início ao fim de todo o projeto. Também podemos citar a importância da topografia no ramo de regularização fundiária e de apoio ao meio agrário.

A topografia é uma ciência que possibilita ao homem poder localizar qualquer porção limitada da superfície terrestre (fundo dos oceanos e subterrânea) caracterizando sua dimensão, contorno e posição relativa, desconsiderando a curvatura resultante da esfericidade da Terra. Desde os primórdios da civilização o homem utiliza meios naturais (posição das estrelas) e mecânicos (bússola) para prover sua provável localização ao longo da superfície terrestre.



Bússolas antigas

O Egito antigo tem evidências de levantamentos topográficos primitivos por volta de 1.400 AC, nos vales férteis dos rios Tigre, Eufrates e Nilo. Os gregos utilizaram uma espécie de linha trave para medida de distâncias entre pontos na costa marítima por volta de 325 AC e o astrolábio em II AC. Os chineses conheciam o imã e dispunham de algum tipo de bússola que só foi conhecida pelos árabes no século XII. Os Romanos com seu domínio territorial absorveram grandes conhecimentos dos equipamentos de topografia e desenvolveram os níveis em seus aquedutos e sistemas de estradas com associação de medidas de ângulos e distâncias.

Ao longo dos séculos, novas técnicas e instrumentos foram sendo criados para facilitar os trabalhos relativos a topografia, mas não há como negar que nas últimas duas décadas novos e importantes desenvolvimentos tecnológicos foram incorporados aos equipamentos topográficos tais como o laser, o posicionamento via satélites (GPS) e os programas de computação para o processamento de dados dos levantamentos topográficos. Inclusive, aparelhos como GPS deixaram de ter uso restrito a levantamentos de campo e trabalhos de engenharia ou topografia, passando a ser utilizados em atividades rotineiras tais como guiar numa cidade ou numa estrada, virando em muitas vezes, equipamento opcional ou de linha para carros de aluguel ou passeio.



GPS usado em mineração.



GPS usado em carros de passeio.

1.1- Principais Aplicações da Topografia:

Como já foi dito a topografia se encontra presente do início ao fim dos projetos de engenharia. Sendo assim podemos citar algumas das aplicações mais usadas:

- **Levantamento Cadastral;**

É um levantamento topográfico onde o objetivo é descrever com a maior exatidão possível toda a área e todas as instalações presentes na superfície da área a ser levantada, podendo este levantamento ser planialtimétrico ou apenas planimétrico.

Sendo assim este tipo de serviço se mostra bastante eficaz na elaboração de projetos de engenharia, planejamento e gestão pública a partir de plantas nas quais descrevem o posicionamento de todo tipo de instalações. No caso de mineração, serve para se elaborar uma planta que além do pit da mina indique a localização de escritório de apoio, almoxarifado, oficina, paióis, balança, guarita de controle etc..

- **Levantamento Topográfico Planimétrico;**

É o levantamento topográfico básico que tem por objetivo a elaboração de plantas ou croquis que permitam definir áreas e localização nestas de determinados pontos ou objetos, sem se preocupar com a questão de relevo (altitude)

- **Levantamento Topográfico Planialtimétrico;**

Levantamento topográfico planialtimétrico é o levantamento que busca atribuir coordenadas tridimensionais de cada ponto ou objeto na superfície a que se está levantando, de forma que se tenha o posicionamento planimétrico e a diferença de nível entre cada ponto, possibilitando assim a elaboração de projetos de drenagem, cálculo de volume, estradas, loteamentos, etc.

Mostrando ser um serviço primordial para o ramo da engenharia, arquitetura e urbanismo possibilitando uma melhor gestão de obras aumentando a precisão dos projetos gerando maior eficiência e economia.

Observação: Levantamento planimétrico é diferente de Levantamento Planialtimétrico

$$\text{ALTIMETRIA} + \text{PLANIMETRIA} = \text{PLANTA}$$

No Levantamento Planimétrico, quanto maior a escala, maior é a imperfeição (erro) da medida. A questão/problema é o custo de um levantamento detalhado. No Levantamento Altimétrico, quanto maior o adensamento de pontos/dados, melhor é o resultado. Porém novamente a questão é o custo elevado.

CONCLUSÃO: O que muitas vezes determina a escolha de escala de uma planta (e dos trabalhos topográficos necessários para a elaboração desta) são os custos de medição.

- **Nivelamento;**

Nivelamento é a operação geodésica ou topográfica para a determinação de desníveis, ou seja, a diferença de altura ou altitude entre duas superfícies de nível ou a diferença entre dois pontos distintos, sendo de suma importância para o cumprimento de normas e legislações específicas (por exemplo, cota máxima para construção em determinadas cidades).

- **Terraplanagem;**

Terraplanagem é a técnica de modificar a configuração planialtimétrica e a capacidade portante ou estrutural de determinado terreno. Logo se trata da escavação e aterro necessários para modificar o relevo de um terreno de forma conveniente ou de permitir a execução de fundações. Um exemplo de terraplanagem são as barragens de

terra das hidroelétricas em qualquer parte do mundo (vide Itaipu, Sobradinho, Ilha Solteira) ou no caso de minerações, as barragens de rejeitos ou de drenagem.



Topografia sendo utilizada em obra de terraplanagem

- **Locação de Obras;**

A topografia é uma ferramenta de suma importância para quem exige economia, rapidez, precisão e garantia de execução de um projeto perfeito. Para que tais condições sejam satisfeitas o minerador deve contar com uma equipe técnica treinada e dispor de equipamentos de alta precisão e técnicas topográficas para locação, a partir das quais pode-se demarcar o projeto nas suas coordenadas de origem atendendo a todas as especificações e precisões exigidas pelo mesmo.

- **Acompanhamento de Obras;**

A partir de um levantamento topográfico planialtimétrico cadastral o projetista têm real conhecimento de todo o terreno, podendo realizar um estudo de massas, realizar um projeto atento com relação a área que realmente se pode construir, áreas de APP (Áreas de Preservação Permanente), evitando transtornos futuros, além do fato de que com esses dados na mão o construtor terá como saber se o seu investimento é viável.

Já na fase de execução da obra, a topografia serve de instrumento técnico para evitar erros, podemos citar os seguintes serviços: Demarcação dos limites do terreno, locação de nivelamento dos furos de sondagem, locação de estacas, locação de

pilares, nivelamento do terreno, acompanhamento das prumadas dos pilares, nivelamento dos níveis, marcações das áreas etc.

- **Loteamento;**

Através de trabalhos topográficos é possível elaborar-se todo tipo de projeto de loteamento (residencial ou industrial), elaborando projeto das vias, projeto das quadras/lotes, estudo quantitativo, projeto de rede de drenagem de águas pluviais, projeto de terraplanagem, projeto de rede coletora de esgoto, projeto de rede de abastecimento de água potável.



Loteamento planejado com levantamento topográfico.

- **Traçado Geométrico de Vias;**

Para projeto de vias (estadas de ferro, estradas rodoviárias ou no caso de mineração, vias de acesso e transporte) é sempre necessário um estudo topográfico de forma a se definir a melhor geometria possível para a via, tornando o projeto mais econômico sem abrir mão da segurança e das especificações de cada caso.



Estradas rodoviárias cujo traçado é definido com uso de topografia



Ferrovia cujo traçado é definido com uso de topografia. .

- **Planejamento de mina;**

Através de trabalhos topográficos em conjunto com levantamentos mineralógicos (controles de teores e definição do corpo de minério) é possível planejar o desenvolvimento do pit de mina de modo a buscar o traçado que garanta uma otimização do transporte (diminuição de distâncias a serem percorridas por caminhões) e aproveitamento do minério bem como planejar questões relativas a locação de equipamentos (correias transportadoras, britagem primária e secundária), segurança e drenagem, por exemplo.



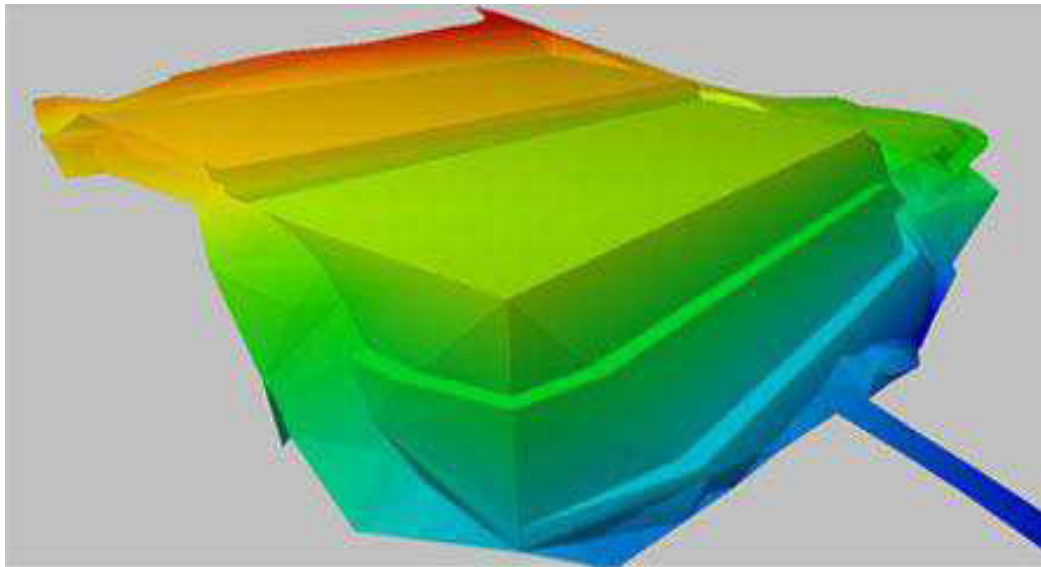
Pit de mina onde trabalhos de topografia são constantemente utilizados.



Pit de mina onde trabalhos de topografia são constantemente utilizados.

- **Cálculo de Volume;**

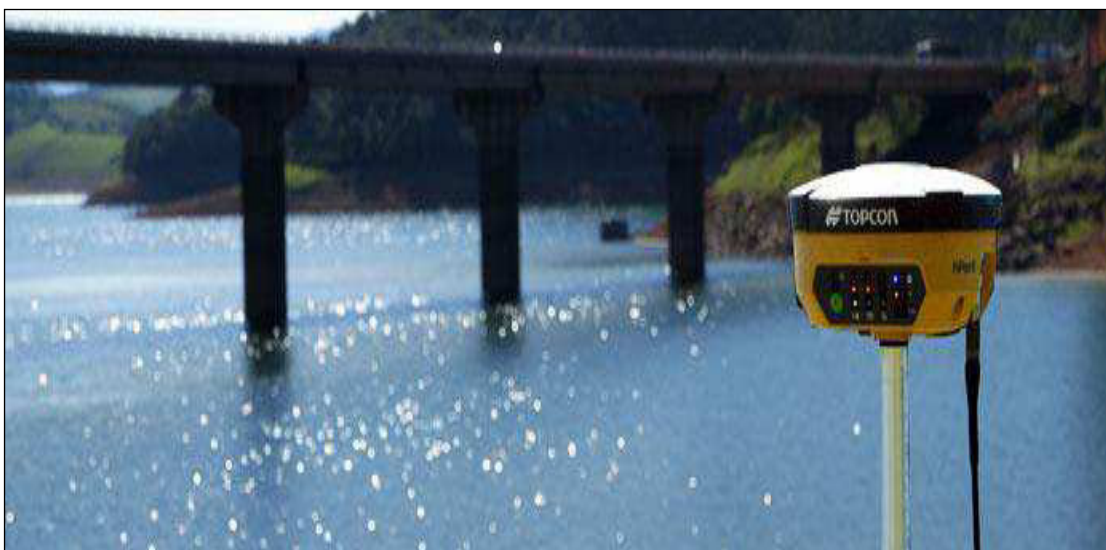
Através da topografia, se realiza o cálculo de volumes para controle de saída de material (lavra de minério e geração de estéril), cálculo de volume de corte e aterro para os mais variados tipos de projetos (lavra, drenagem, estradas etc.). Num projeto de mineração, por exemplo, muitos serviços são terceirizados e as contratadas são pagas conforme acompanhamentos topográficos dos volumes movimentados.



Modelo topográfico utilizado para cálculo de volume de corpo mineral.

- **Implantação de marcos Geodésico;**

As vezes é necessário se definir as coordenadas geodésicas de um ponto na superfície terrestre com extrema exatidão e precisão pois este ponto servirá como “Marco Geodésico” a ser usado em outros trabalhos de topografia, cabendo ao IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística homologar esses marcos para que possam então servir como base de referência cartográfica em futuros levantamentos topográficos e georreferenciamento.



Equipamento de topografia definindo Marco Geodésico.

- **Georreferenciamento de imóveis rurais;**

O georreferenciamento de imóveis rurais de acordo com as Normas do INCRA consiste na descrição do imóvel rural em suas características, limites e confrontações, realizando o levantamento das coordenadas dos vértices definidores dos imóveis rurais.

- **Regularização Fundiária.**

A regularização fundiária consiste no conjunto de medidas jurídicas, urbanísticas, ambientais e sociais que visam à regularização de assentamentos irregulares e à titulação de seus ocupantes, de modo a garantir o direito social à moradia, o pleno desenvolvimento das funções sociais da propriedade urbana e direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado. (Definição extraída do Artigo 46 da Lei Federal 11.977 de 7 de julho de 2009.)

2. CONCEITOS GERAIS

Neste capítulo serão abordados e discutidos diferentes conceitos (alguns básicos e outros mais avançados) que o aluno deve conhecer e fixar antes de se aprofundar nas questões técnicas e práticas relativas a topografia de mina.

2.1 – Sistemas de Informação Geográfica e Geoprocessamento

Considerando os avanços tecnológicos dos últimos 30 (trinta) anos, quem for lidar com topografia, seja na área de construção civil e especialmente na área de mineração, deve se habituar a compreender e conhecer conceitos como o de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), que são programas que executam operações em um banco de dados georreferenciados, ou seja, manipulam mapas com tabelas vinculadas que contêm os atributos das entidades do mundo real representadas nestes mapas.

Os SIG podem ser utilizados em quaisquer aplicações que envolvam a análise espacial, entre estas destacamos:

- Elaboração de planos de manejo.

- Modelagem de processos.

- Gerenciamento de serviços de utilidade pública.

- Gestão e ordenamento territorial.

Cadastro urbano e rural.
Elaboração de mapas de riscos e de potenciais.
Monitoramento ambiental.

Até o advento da informática, a manipulação de dados geográficos era feita através de mapas e outros documentos impressos ou desenhados em uma base. Esta característica impunha algumas limitações, como (1) na análise combinada de mapas oriundos de diversas fontes, temas e escalas e (2) na atualização dos dados, neste caso era necessária a reimpressão/redesenho em outra base. A partir da metade do século XX, os dados geográficos passam a serem tratados a por um conjunto de técnicas matemáticas e computacionais, denominadas de Geoprocessamento.

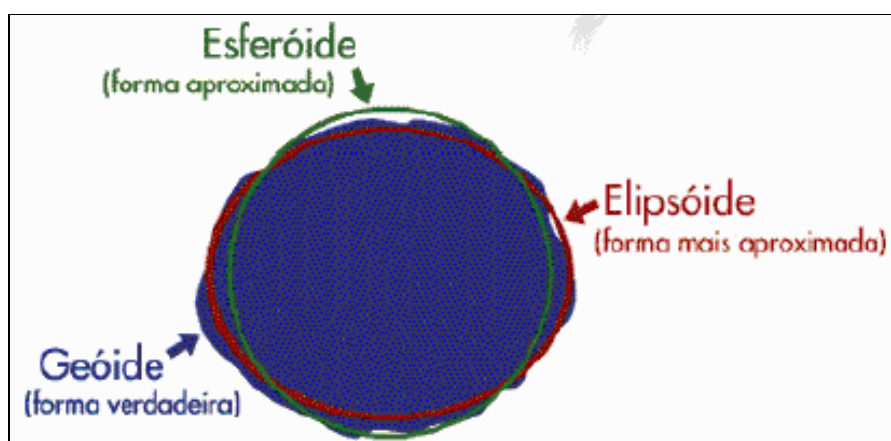
No entender de muitos especialistas do setor de engenharia, informática e topografia, uma nova ciência estaria surgindo, denominada de Ciência da Geoinformação, que teria como objetivo o estudo e a implementação de diferentes formas de representação computacional do espaço geográfico, pois trabalhar com a geoinformação significa, antes de qualquer coisa, utilizar computadores como instrumentos de representação de dados espacialmente referenciados. Este tema é bastante controverso, pois há outros que consideram o Geoprocessamento como a automatização de processos de tratamento e manipulação de dados geográficos que antes eram feitos manualmente.

Os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) correspondem às ferramentas computacionais de Geoprocessamento, que permitem a realização de análises complexas, ao integrar dados de diversas fontes e ao criar bancos de dados georreferenciados. Os SIG projetados para a entrada, o gerenciamento (armazenamento e recuperação), a análise e a saída de dados, devem ser utilizados em estudos nos quais a localização geográfica seja uma questão fundamental na análise, apresentando, assim, potencial para serem utilizados nas mais diversas aplicações. Alguns consideram que estes sistemas não apresentam apenas a função de manipulação de dados geográficos, mas, dentro de um SIG, os dados estruturados representam um modelo do mundo real

2.2 A forma da Terra

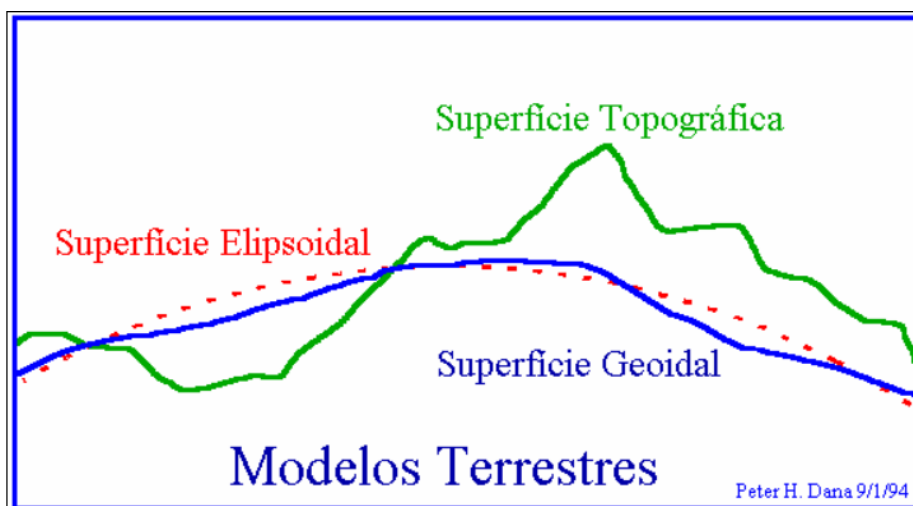
Um dos conceitos básicos ao lidar com topografia é compreender a questão da “forma da Terra”.

A superfície terrestre é totalmente irregular, não existindo, até o momento, definições matemáticas capazes de representá-la sem deformá-la. A forma da Terra se assemelha mais a um elipsóide, o raio equatorial é aproximadamente 23 km maior do que o polar, devido ao movimento de rotação em torno do seu eixo. O modelo que mais se aproxima da sua forma real, e que pode ser determinado através de medidas gravimétricas, é o geoidal.



Comparação entre os três modelos de representação da superfície terrestre

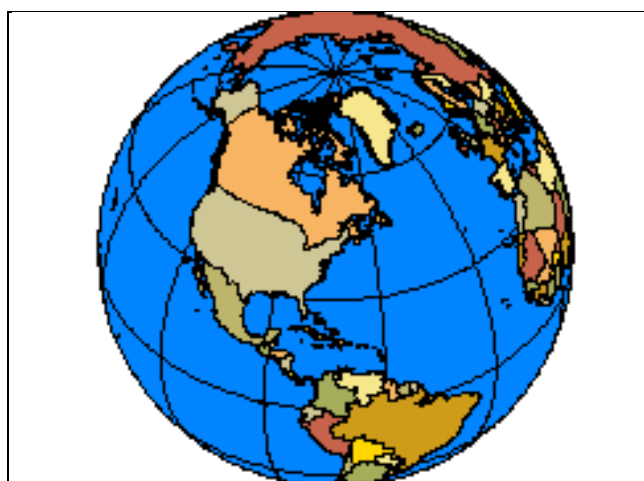
Neste modelo, a superfície terrestre é definida por uma superfície fictícia determinada pelo prolongamento do nível médio dos mares estendendo-se em direção aos continentes. Esta superfície pode estar acima ou abaixo da superfície topográfica, definida pela massa terrestre.



Comparação entre a superfície topográfica, elipsoidal e geoidal.

Para representar a superfície terrestre em um plano, é necessário que se adote uma superfície de referência, que corresponda a uma figura matematicamente

definida. O elipsóide de revolução, gerado por uma eclipse rotacionada em torno de eixo menor, é a figura geométrica que mais se aproxima da forma real da Terra. Para representações em escalas muito pequenas – menores do que 1:5.000.000, a diferença entre o raio equatorial e o raio polar apresenta um valor insignificante, o que permite representar a forma a Terra, em algumas aplicações, como uma esfera. Este modelo é bastante simplificado e o mais distante da realidade, pois os elementos da superfície terrestre apresentam-se bastante deformados em relação às suas correspondentes feições reais e à posição relativa. O globo terrestre é uma representação deste tipo.



Representação do Globo Terrestre.

2.3 Datum horizontal ou planimétrico.

Para a confecção de um mapa, é necessário, assim, estabelecer a superfície de referência que a será utilizada para a representar a superfície terrestre no modelo matemático. Sobre esta superfície, são necessárias as seguintes informações: as dimensões do elipsóide de referência melhor adaptado à região a ser mapeada (raio do equador e raio polar), a sua orientação no espaço e a origem do sistema de coordenadas geodésicas referenciadas a esta superfície. Com este conjunto de informações é estabelecido o datum horizontal.

O elipsóide de melhor ajuste varia de acordo a localização da área a ser mapeada, por isto que cada região tende a adotar um datum específico. No Brasil, até o final da década de 1970, utilizava-se o elipsóide Internacional de Hayford e, Córrego Alegre-MG, como a origem das coordenadas. A partir de 1977, passou-se a adotar o SAD-69 (Datum Sul-Americano), que apresenta o vértice Chuá-MG como a origem das coordenadas, e como elipsóide de referência o recomendado pela União Astronômica Internacional, homologado em 1967 pela Associação Internacional de Geodésia. Com o

advento do GPS, tem sido comum o emprego do datum planimétrico global WGS-84, cujo elipsóide é adotado para o mapeamento global.

Em um SIG, não é possível manipular conjuntamente planos de informação situados em fusos UTM distintos, já que cada fuso apresenta um sistema de coordenadas único, com sua origem definida pelo cruzamento do meridiano central do fuso e a linha do Equador. Para que seja possível a manipulação, é necessário converter o sistema de coordenadas para um sistema único a todos os planos de informação. A seguir estão descritos alguns procedimentos que podem ser adotados:

- 1- Converter a projeção dos planos de informação para uma projeção comum, passando-se a adotar o sistema de coordenadas da respectiva projeção ou sistema de coordenadas geográficas.
- 2- Deslocar o meridiano central do fuso para que toda a área em estudo pertença a um único fuso. Com este procedimento, não será possível sobrepor os planos de informação com o fuso deslocado a outros planos de informação com fuso padrão.
- 3- Converter o fuso do plano de informação, com a menor área de interesse, para o fuso do plano, com maior área de interesse. Como resultado, a área de estudo ficará inserida em um único fuso estendido. Este procedimento é indicado quando a área do fuso estendido não ultrapassar 30' ou, no máximo, 1º grau, pois o coeficiente de ampliação cresce demasiadamente após transposição dos limites leste e oeste do fuso, gerando distorções cartograficamente inadmissíveis. Neste caso, recomenda-se utilizar um dos procedimentos anteriormente descritos.

3. TOPOGRAFIA NA MINERAÇÃO

Embora seja na construção civil o uso mais conhecido da topografia, na atividade de mineração esta tem também papel relevante e necessário. O planejamento de qualquer trabalho mineiro desde a fase de localização da jazida (requerimento junto ao DNPM), que dará início a fase da pesquisa mineral com a exata locação da poligonal que cerca o minério a ser viabilizado nas próximas etapas da lavra, depende do uso da topografia para o seu sucesso. Caso a localização do minério não estiver correta a área

bloqueada no DNPM em nome da empresa não será objeto de liberação da concessão de extração e os trabalhos já realizados serão perdidos.

Nos casos de lavra subterrânea a acuracidade dos trabalhos de topografia são fundamentais, já que não há a visualização prévia do minério que está “enterrado” e somente os trabalhos de sondagens e poços poderão revelar a ocorrência mineral. A topografia irá auxiliar nestes trabalhos já que comporá com outras ciências métodos de determinação mais precisos sobre as características e posicionamento espacial do minério.

De acordo com a NBR 13133 (ABNT, 1991, p. 3), Norma Brasileira para execução de Levantamento Topográfico, o levantamento topográfico é definido por:

“Conjunto de métodos e processos que, através de medições de ângulos horizontais e verticais, de distâncias horizontais, verticais e inclinadas, com instrumental adequado à exatidão pretendida, primordialmente, implanta e materializa pontos de apoio no terreno, determinando suas coordenadas topográficas. A estes pontos se relacionam os pontos de detalhe visando a sua exata representação planimétrica numa escala pré-determinada e à sua representação altimétrica por intermédio de curvas de nível, com equidistância também pré-determinada e/ou pontos cotados.”

Qualquer projeto passa pela fase de planejamento e uma etapa fundamental é a topografia onde o conhecimento pormenorizado da área é necessário tanto na construção como na execução do mesmo. Como exemplo, citamos projetos nas áreas de obras viárias, núcleos habitacionais, edifícios, aeroportos, hidrografia, usinas hidrelétricas, telecomunicações, sistemas de água e esgoto, planejamento, urbanismo, paisagismo, irrigação, drenagem, cultura, reflorestamento e mineração.

Assim sendo, podemos sempre representar em um plano horizontal a imagem do terreno em estudo, com sua forma, limites, dimensões, relevo, bem como todas as particularidades de importância, tanto naturais como artificiais. Estas particularidades podem ser: rios, lagos, cercas, vegetações, estradas, pontes, canais, construções isoladas, etc., e serão mais ou menos detalhadas conforme a finalidade do trabalho.

Baseado em trabalho de campo, o levantamento topográfico é usado para determinar analiticamente as medidas de área, perímetro, localização, orientação, variações e inclinações, tanto do relevo, como de obras civis e construções, servindo

ainda para uma infinidade de outras áreas como a mineração. Na mineração a topografia é empregada na elaboração de mapas e plantas, auxílio em escavações subterrâneas e de superfície como poços, planos inclinados, galerias, chaminés, áreas mineradas, áreas com movimentação de material, inclinação dos taludes, drenagens, níveis de água, locação de acidentes geográficos, e demais obras civis. Os dados obtidos em campo devem ser trabalhados e apresentados graficamente na forma de plantas ou cartas topográficas.

Os trabalhos de Topografia em Mineração consistem em: levantamento topográfico, planialtimétrico, bem como auxílio nos cálculos de volume dos depósitos (vide capítulo 1 desta apostila).

Durante os dias de levantamento, os topógrafos e agrimensores percorrem todo o complexo de uma determinada mina com a finalidade de gerar as plantas topográficas e planialtimétricas de cada um dos depósitos existentes e também gerar uma planta geral do complexo, incluindo vias, limites da propriedade e mata. Este serviço permite estimar seus estoques e saber quais materiais precisam ser lavrados com prioridade para que nenhum dos componentes utilizados no processo falte na linha de produção.

Outro fator importante é o levantamento topográfico feito na área de lavra. Com o levantamento topográfico da jazida, associado aos trabalhos de sondagem que verificam qual profundidade está o mineral de interesse, a Mineradora consegue estimar, seu consumo médio entre os períodos do levantamento conforme a demanda do mercado bem como saber o valor de suas reservas prevendo desta maneira o tempo de vida útil da lavra.

Para que o aluno entenda na prática a importância e o avanço da topografia de mineração, abaixo reproduzimos um artigo (“Topografia-de-mineracao”) publicado num blog (www.mundogeo.com) sobre o tema onde se percebe como as empresas de mineração (VALE, no caso específico) estão lidando com as novas tecnologias e usando-as para otimizar seus trabalhos e lucros.

“Em pouco tempo a topografia tradicional se tornará obsoleta”

O depoimento é de um técnico da Companhia Vale do Rio Doce (CVRD) treinado para executar serviços de topografia com GPS nas minas de ferro de Carajás.

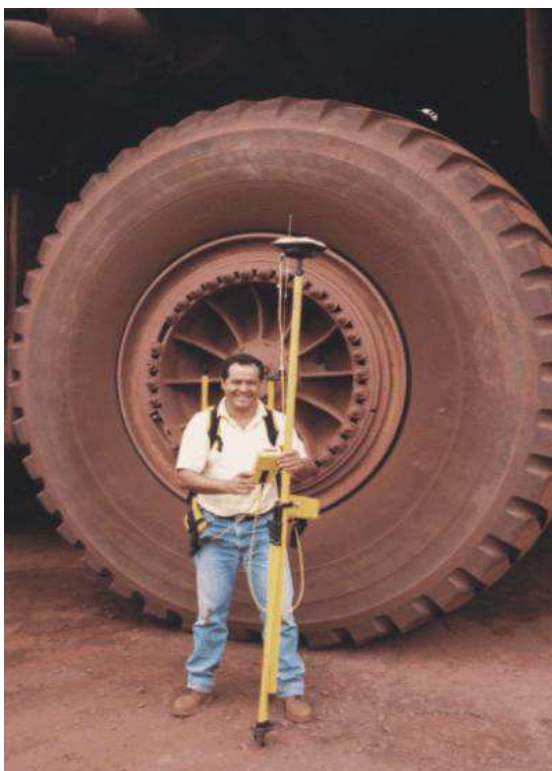


Receptor móvel preparado para medir escavação da boca de um túnel

O entusiasmo com a nova tecnologia não é a toa. Desde o final de 1997, quando começou o uso de receptores GPS na mina N4 de Carajás, os ganhos em produtividade, a redução de custos e a maior qualidade nos serviços foram consideráveis. **As equipes de topografia passaram a levantar 50,8 pontos/hora/homem contra 4,5 pontos/homem/hora antes da informatização.** No caso das locações, a produtividade mais do que triplicou: de 2,8 pontos/homem/hora antes, passou-se para 7,8 pontos por homem/horas depois da implantação do sistema. Para um empreendimento do porte da mina de ferro de Carajás, onde são levantados mais de 50 mil pontos e locados mais de 33 mil pontos por ano, estes números são significativos.

A CVRD, que diz ter sido a primeira mineradora brasileira a entrar na era GPS não está sozinha nesta experiência. No mundo todo, grandes empresas de mineração estão descobrindo as muitas vantagens de usar o posicionamento por satélite no planejamento da exploração (termo usado por mineradores para exploração) de jazidas de minérios.

A precisão atingida no levantamento e na locação de dados, tratados em softwares, é maior do que a de dados levantados manualmente, por fotos aéreas ou mapas planialtimétricos. Além disso, o processamento e a disponibilização dos dados para as áreas operacionais e de planejamento de lavra são feitos com muito maior rapidez.



Topógrafo com o RTK 4000 diante de caminhão na mina de Carajás.

Outro ganho é na diminuição de paralisações de frentes de trabalho. Com o uso dos satélites de posicionamento, que operam 24 horas por dia independentemente de condições de visibilidade, não é preciso esperar condições ideais para executar os trabalhos de topografia. Segundo José Roberto Komatsu Braga, gerente da área de Planejamento de Lavra a Curto Prazo de Carajás, apenas esse fato representou na mina N4 um aumento de produção da ordem de 15% no período de chuvas que, na região, dura 5 meses consecutivos.

Com o uso do GPS a mão de obra necessária para a topografia de mina é bastante reduzida: são necessárias apenas 2 pessoas por equipe para os trabalhos de locação e 1 pessoa para os trabalhos de levantamentos topográficos. Atualmente o efetivo total da topografia de Carajás, para atender a demanda de serviços exigida para os níveis de produção da ordem de 100 milhões de toneladas, é de 8 pessoas. **Com a topografia convencional seriam necessárias 24 pessoas.**

Com tudo isso, de acordo com Komatsu, a redução dos custos dos pontos locados e levantados chega a mais de 85%, com relação à topografia convencional. A tecnologia usada na exploração das jazidas – o GPS Cinemático em Tempo Real (RTK) – está hoje presente em mais de 150 minas em vários países. É comum nos EUA e, na América Latina, começa a se tornar usual no Chile. No Brasil, o mercado é tão promissor

Mineração – Topografia de Mina

que a Santiago & Cintra, representante da Trimble no Brasil, abriu em agosto um escritório em Belo Horizonte para gerenciar este setor. De acordo com Boaz Teixeira, gerente do novo escritório da S&C, a Trimble responde pela venda de cerca de 80% dos equipamentos GPS para topografia de minas no mundo.

O sistema de Carajás, por exemplo, no qual foram investidos US\$120 mil, utiliza receptores Trimble modelo 4000 SSI. Além de 2 estações móveis foi comprada também 1 fixa, usada para processar as correções diferenciais dos sinais recebidos pelas estações móveis. Os equipamentos são usados para os fins mais variados:

- levantamentos planialtimétricos de áreas de futuras minas ou depósitos de estéril (minério sem valor comercial);
- locação de furos de sondagem geológica;
- delimitação de áreas a serem lavradas nas frentes de lavra;
- limites de deposição de estéril nos depósitos em operação;
- levantamentos das cristas das bancadas;
- locação de projetos de drenagem, rampas e acessos.

Recentemente, a CVRD de Itabira (MG) também adotou o GPS como instrumento de topografia na mineração. Depois de 1 semana de treinamento, os técnicos das minas de ferro do Cauê e da Conceição começaram a usar em julho deste ano 3 equipamentos GPS System 300 tipo SR9500, da Leica. De acordo com Francisco Bernardino, técnico especializado em produção da CVRD, a implantação do equipamento ainda é muito recente para uma avaliação definitiva. “Mas já é possível afirmar que a tendência é o crescimento do uso desta tecnologia. Principalmente pela rapidez da resposta, fator fundamental no competitivo mercado de mineração atual”, diz Bernardino.

EXPLOTAÇÃO é um termo técnico usado para a retirada, extração ou obtenção de recursos naturais geralmente não renováveis, para fins de **aproveitamento econômico**, pelo seu beneficiamento, transformação e utilização.

Este termo se contrapõe à **EXPLORAÇÃO**, que se refere à fase de prospecção e pesquisa dos recursos naturais. A exploração visa a descoberta, delimitação e definição de tipologia e teores e qualidade da ocorrência do recurso.



Equipamento da Leica usado na mina de Itabira

Outra que se aventurou no uso de posicionamento por satélite foi a Ferteco. A empresa desde maio de 1997 usa o equipamento que usa na exploração de suas minas na região de Congonhas (MG). Além das atividades já mencionadas, o GPS também tem sido empregado pela Ferteco em projetos como a construção do porto de Sepetiba (RJ). O agrimensor de minas Rainer Kuchenbecker, assessor de Controle e Planejamento Industrial, reitera que rapidez no serviço, precisão de resultados, economia e praticidade são os pontos positivos do equipamento. “Com o aumento na quantidade de serviço e a exigência de resultados mais detalhados, precisos e rápidos, o GPS tem ajudado bastante”.

A aprendizagem da operação dos receptores é trabalhosa no início. Exige conhecimentos de topografia, geodésia e inglês. Mas vale a pena com o passar do tempo e a prática acumulada. Na CVRD de Carajás, topógrafos e geólogos receberam treinamento inicial de 1 semana para aprender funções básicas. Depois tiveram mais 2 meses de curso, com lições mais detalhadas e aperfeiçoamento. Na Ferteco, o treinamento foi de apenas 1 semana.

O GPS tem se revelado uma ferramenta de trabalho tão eficaz na mineração que já está sendo usado para otimizar outras atividades nas áreas de exploração de minas. Em Itabira, por exemplo, há 2 anos é utilizado um sistema conhecido como GPS do despacho. Receptores colocados em cada peça do maquinário fornecem informações sobre posicionamento de caminhões, perfuratrizes, escavadeiras e equipamentos auxiliares.

Com isso, o sistema permite, além de monitoramento e orientação de equipamentos, um melhor aproveitamento dos fora de estrada — caminhões usados no transporte (despacho) dos minérios e que podem suportar até 240 toneladas de carga. Em Carajás também está prevista implantação de sistema semelhante até o início de 1999.



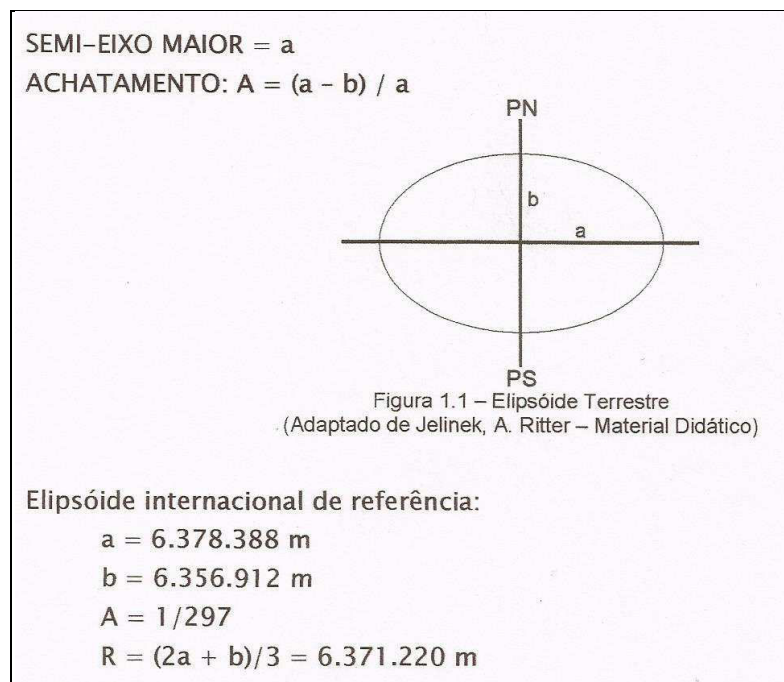
Técnico com o GPS em Congonhas.

4. GEODÉSIA E TOPOGRAFIA

É importante destacar que os trabalhos topográficos não incorrem em grande exatidão como os representados pela Geodesia que leva em consideração as deformações da superfície terrestre (curvatura da terra ou ELIPSÓIDE TERRESTRE) o que não acontece na topografia onde os mapas são feitos em relação a uma superfície plana da terra. A geodésia fornece dados bem mais precisos em relação à topografia por isto esta última está inserida na primeira.

Assim sendo, a GEODÉSIA e a TOPOGRAFIA têm os mesmos objetivos, diferindo nos fundamentos matemáticos em que se baseiam, a geodésia apoiada na trigonometria esférica e a topografia, na trigonometria plana.

A TOPOGRAFIA por sua vez, que considera trechos de dimensões limitadas, admite a superfície terrestre como plana, o que corresponde a desprezar a curvatura da Terra.



4.1.SUPERFÍCIE TOPOGRÁFICA

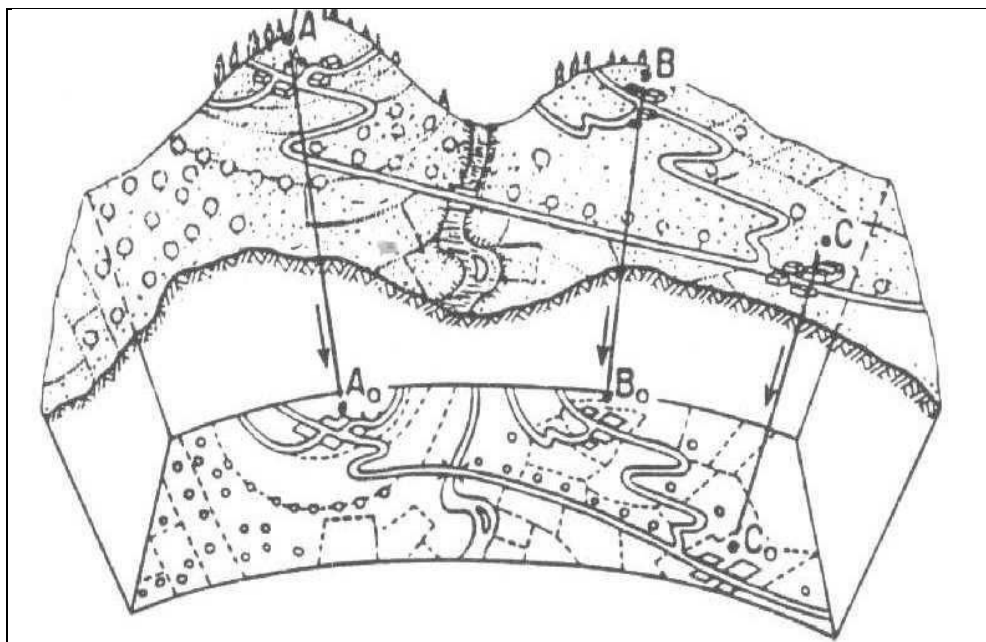
A projeção (Ortogonal Cotada) ou imagem figurada do terreno dá-se o nome de PLANTA ou PLANO TOPOGRÁFICO.

Fazer o LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO consiste em realizar todas as operações necessárias para obtermos a PLANTA TOPOGRÁFICA, isto é, a medição de ângulos e distâncias (tanto horizontais como verticais) e a execução de cálculos e desenhos para a representação fiel, no papel, em escala adequada, dos elementos existentes no terreno.

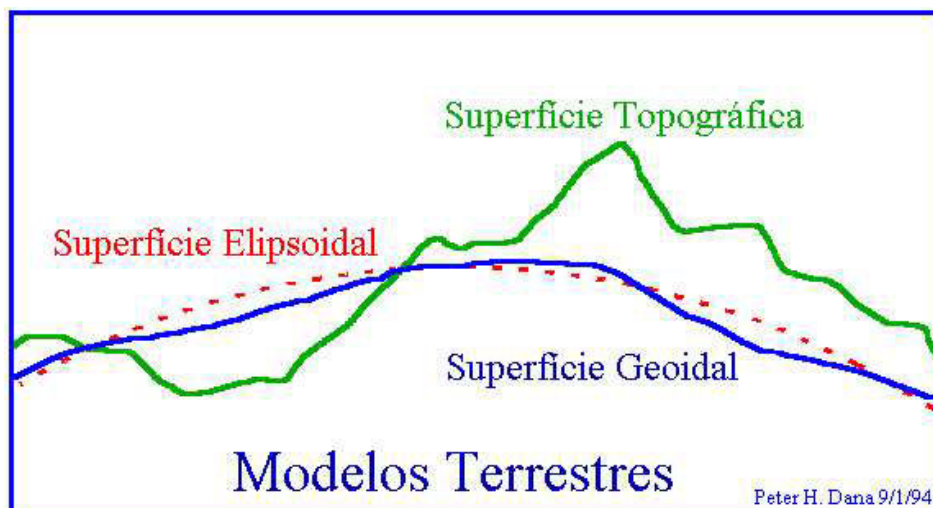
Esta superfície plana é chamada de PLANO TOPOGRÁFICO e é um plano perpendicular a direção vertical do lugar, isto é, à direção da gravidade. Sendo assim, adotando-se esta hipótese do plano topográficos do terreno serão projetados sobre o

referido plano. A figura abaixo representa exatamente a relação da superfície terrestre e de sua projeção sobre o papel.

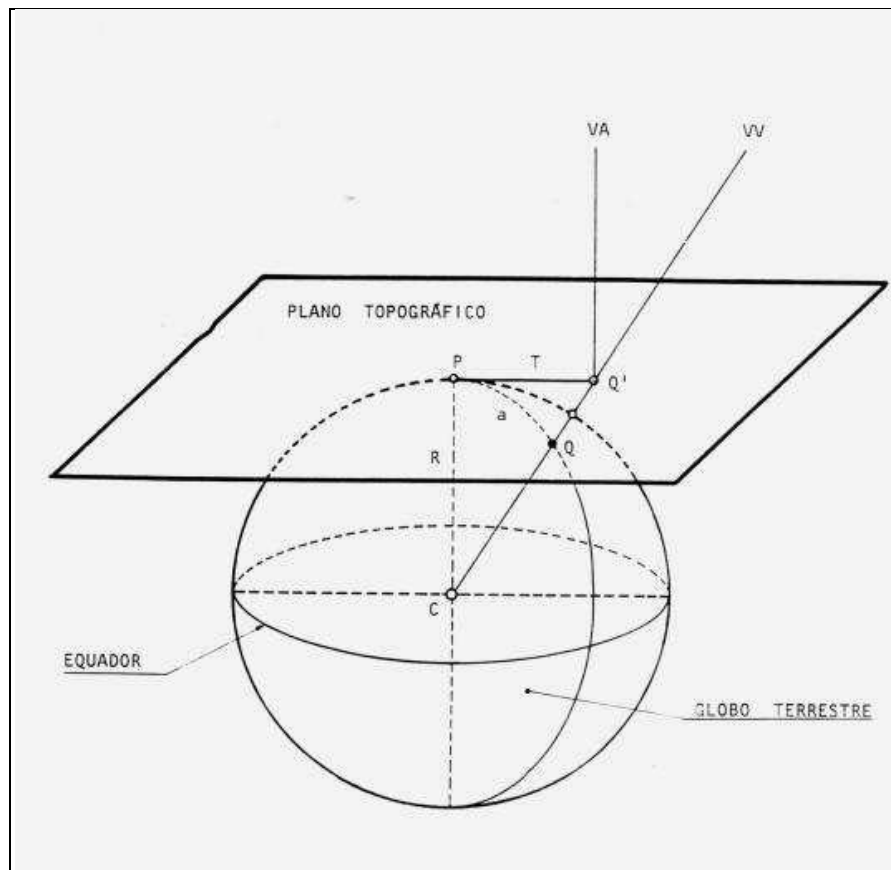
SUPERFÍCIE TOPOGRÁFICA – PLANTA TOPOGRÁFICA



Já na próxima figura podemos perceber a relação existente entre a superfície topográfica ou real, o elipsóide e o geóide para uma mesma porção da superfície terrestre e na página seguinte a representação planimétrica do terreno.

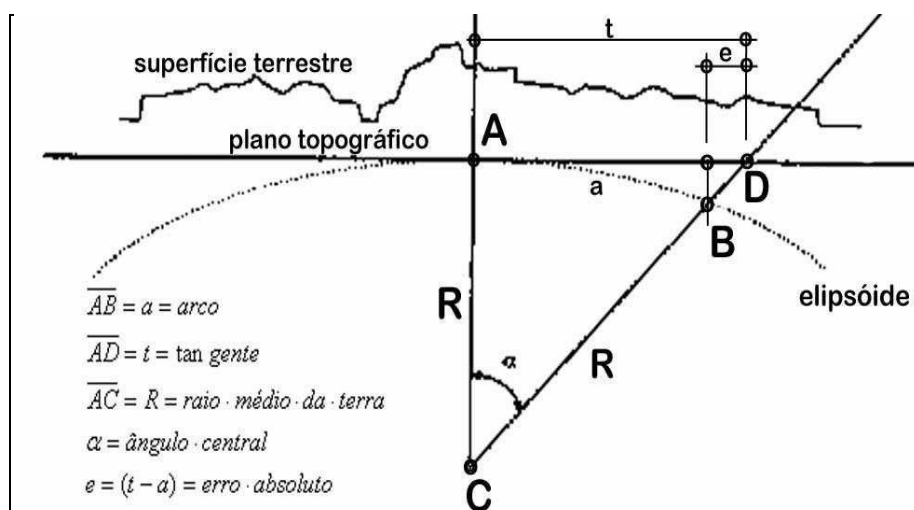


REPRESENTAÇÃO PLANIMÉTRICA DO TERRENO



4.2.LIMITAÇÕES À APLICAÇÃO DA TOPOGRAFIA

Figura- Limites do plano Topográfico.



Em função do erro de esfericidade e segundo A Norma NBR 13.133/94 – Execução de Levantamento Topográfico, da ABNT, considera um plano de projeção limitado a 80 km (item 3.40-d, da Norma). Assim, conclui-se:

1. Para levantamentos de grande precisão, deve-se dividir a área em triângulos com área menor que 40 km² e os seus lados não devem exceder 10 km;
2. Para serviços de normal precisão, pode-se limitar a área cuja planta pode-se levantar, a um círculo de aproximadamente 50 km de raio;
3. Nos casos de levantamentos para estudos de construção de estradas, linha de transmissão de energia elétrica, onde o comprimento excede em muito a largura, isto é, representando uma estreita faixa da superfície terrestre, as operações topográficas não estão sujeitas a limites, e podem estender-se indefinidamente;
4. Sem medo de cometer exageros, pode-se afirmar que a Topografia pode encaixar-se dentro de todas as atividades da Engenharia, Arquitetura e Urbanismo, Geologia, etc..
5. De uma forma ou de outra, é tida como básica para os estudos necessários para a construção de: vias (rodovia ou ferrovia); ponte ou um túnel; barragem ou uma usina hidrelétrica; linha de transmissão de força ou telecomunicações; grande indústria ou uma edificação; conjunto habitacional; Planejamento urbano, paisagismo ou reflorestamento; Irrigações e drenagens; Perfuração de minas; Distribuição de água e rede de esgoto de uma cidade; Linha de metrô ou aeroportos.
6. Permite estimar o volume de terra a ser escavado (nos cortes) ou a ser acrescentado (nos aterros), num terreno natural, quando, após estudo e projeto, desejar-se alterá-lo. É possível, ainda, iniciar a perfuração de um túnel simultaneamente de ambos os lados de uma montanha, com a certeza de perfurar apenas um túnel e não dois (por um erro de direção), uma vez que fornece as direções exatas a seguir.

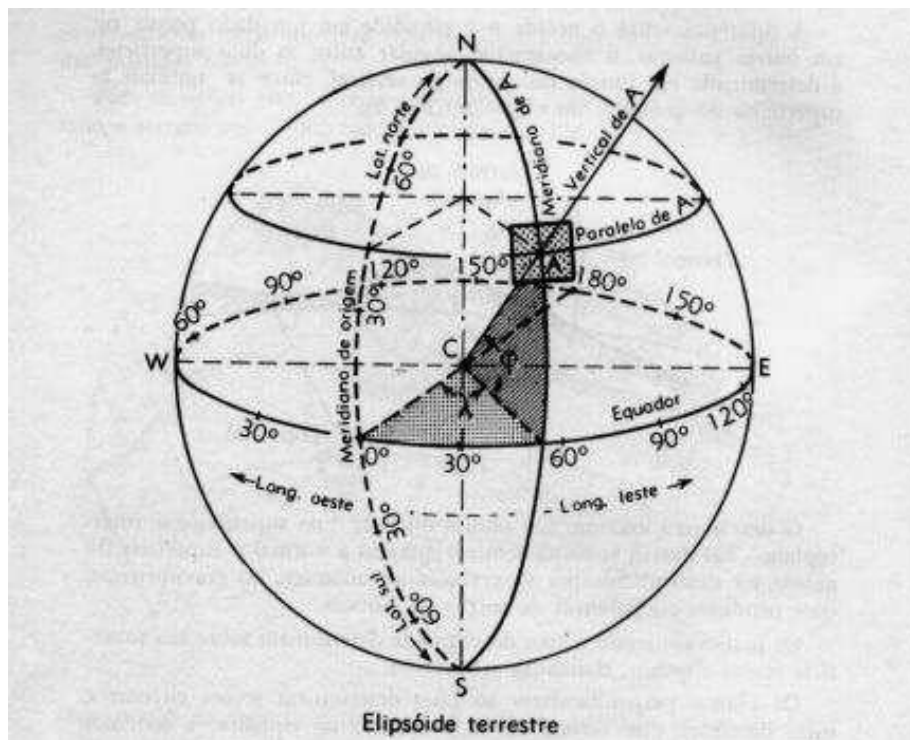
4.3.ELEMENTOS DO ELIPSÓIDE DE REVOLUÇÃO.

A Terra é representada por uma superfície gerada a partir de um elipsóide de revolução, com deformações relativamente maiores que o modelo geoidal.

No Brasil, as cartas produzidas no período de 1924 até meados da década de 80 utilizaram como referência os parâmetros de Hayford. A partir desta época, as cartas produzidas passaram a adotar como referência os parâmetros definidos pelo Geodetic Reference System – GRS 67, mais conhecido como Internacional 67. São eles:

DATUM = SAD 69 (CHUÁ); $a = 6.378.160$ m; $f = 1 - b/a = 1 / 298,25$

Figura – Elementos básico do Elipsóide terrestre.



Onde:

DATUM: é um sistema de referência utilizado para o cômputo ou correlação dos resultados de um levantamento. Existem dois tipos de datums: o vertical e o horizontal. O datum vertical é uma superfície de nível utilizada no referenciamento das altitudes tomadas sobre a superfície terrestre. O datum horizontal, por sua vez, é utilizado no referenciamento das posições tomadas sobre a superfície terrestre. Este último é definido: pelas coordenadas geográficas de um ponto inicial, pela direção da linha entre este ponto inicial e um segundo ponto especificado, e pelas duas dimensões (a e b) que definem o elipsóide utilizado para representação da superfície terrestre.

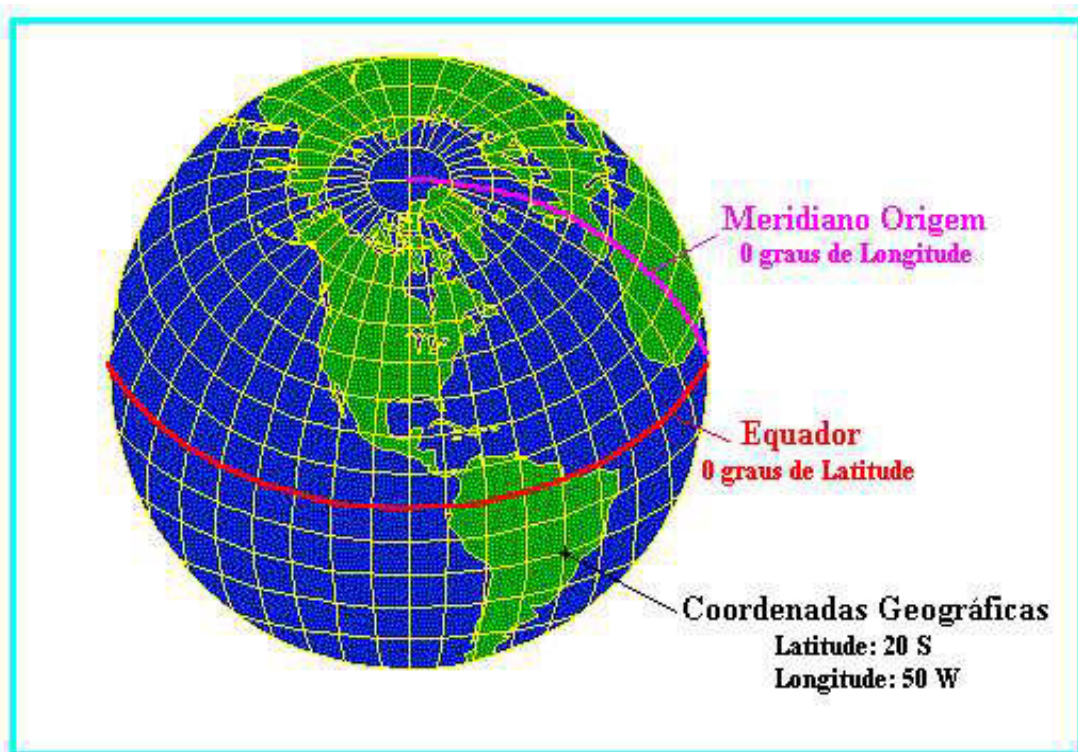
SAD: South American Datum, oficializado para uso no Brasil em 1969, é representado pelo vértice Chuá, situado próximo à cidade de Uberaba-MG.

A: é a dimensão que representa o semi-eixo maior do elipsóide (em metros).

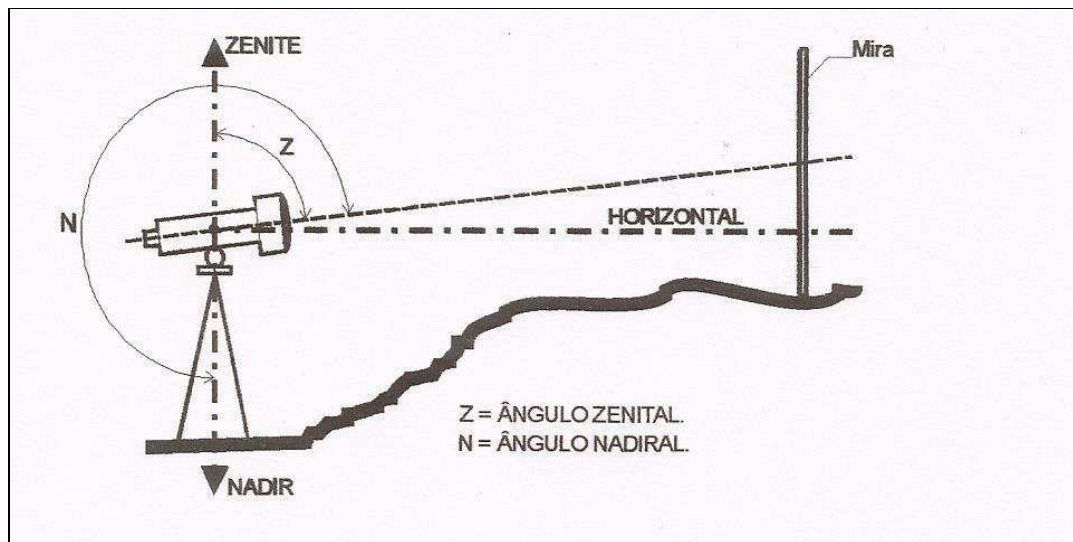
B: é a dimensão que representa o semi-eixo menor do elipsóide (em metros).

F: é a relação entre o semi-eixo menor e o semi-eixo maior do elipsóide, ou seja, o seu achatamento.

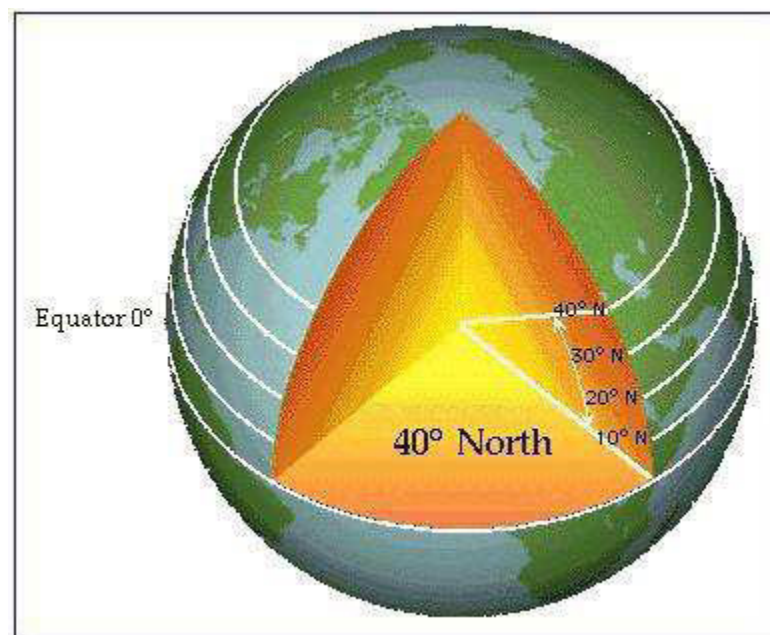
Figura- Principais elementos topográficos



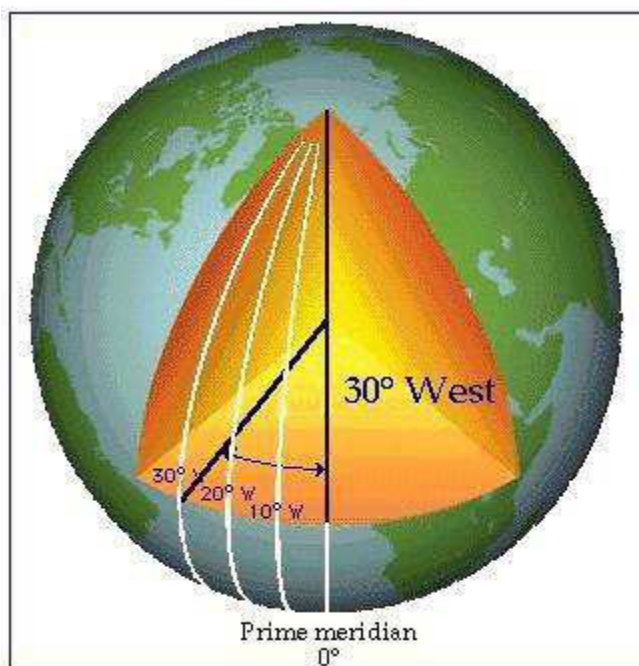
- a) Linha dos Pólos ou Eixo da Terra: é a reta que une o pólo Norte ao pólo Sul e em torno do qual a Terra gira. (Movimento de Rotação)
- b) Equador: é o círculo máximo da Terra, cujo plano é normal à linha dos pólos.
- c) Paralelos: são os círculos cujos planos são paralelos ao plano do equador. Os Paralelos mais importantes são: Trópico de Capricórnio (ângulo= $23^{\circ}23'S$) e Trópico de Câncer (ângulo= $23^{\circ}23'N$).
- d) Meridianos: são as seções elípticas cujos planos contém a linha dos pólos e que são normais aos paralelos.
- e) Vertical do Lugar: é a linha que passa por um ponto da superfície terrestre (em direção ao centro do planeta) e que é normal à superfície representada pelo Geóide naquele ponto. Esta linha é materializada pelo “fio de prumo” dos equipamentos de medição (teodolito, estação, nível, etc.), ou seja, é a direção na qual atua a força da gravidade.
- f) Normal ao Elipsóide: é toda linha reta perpendicular à superfície do elipsóide de referência. Esta linha possui um desvio em relação à vertical do lugar.
- g) Pontos da Vertical do Lugar: o ponto ($Z = Z\hat{E}NITE$) se encontra no infinito superior, e o ponto ($Z' = NADIR$) no infinito inferior da vertical do lugar. Estes pontos são importantes na definição de alguns equipamentos topográficos (teodolitos) que têm a medida dos ângulos verticais com origem em Z ou em Z' .



- h) Plano Horizontal do Observador: é o plano tangente à superfície terrestre ou topográfica num ponto qualquer desta superfície.
- i) Latitude: de um ponto da superfície terrestre é o ângulo formado entre o paralelo deste ponto e o plano do equador. Sua contagem é feita com origem no equador e varia de 0° a 90° , positivamente para o norte (N) e negativamente para o sul (S).



- j) Longitude: de um ponto da superfície terrestre é o ângulo formado entre o meridiano de origem, conhecido por Meridiano de Greenwich (na Inglaterra), e o meridiano do lugar (aquele que passa pelo ponto em questão). Sua contagem é feita de 0 a 180, positivamente para oeste (W ou O) e negativamente para leste (E ou L).



- k) 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.

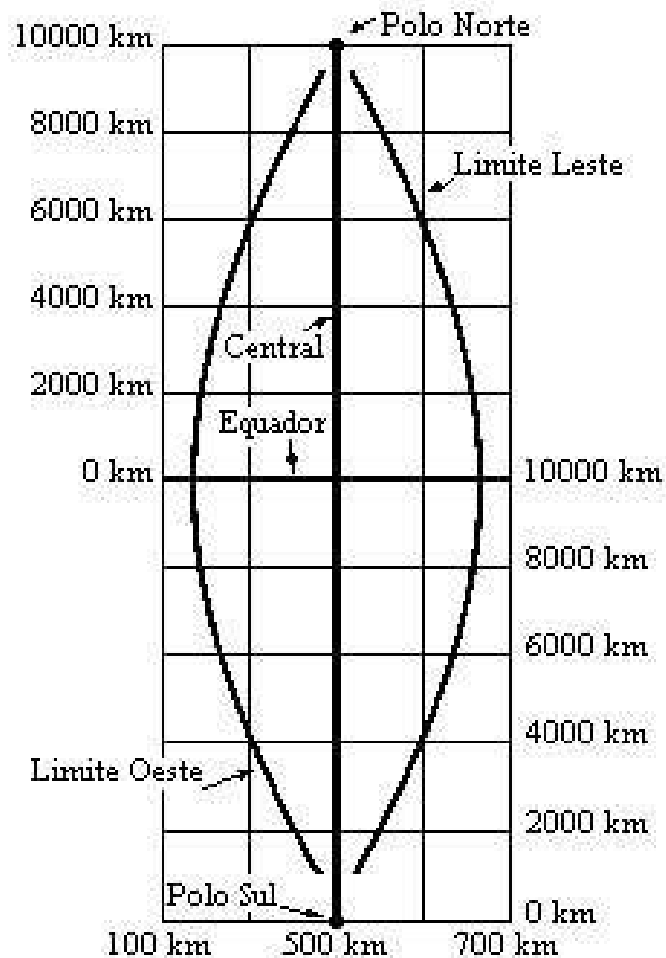
- l) Coordenadas UTM (E,N): é o nome dado aos valores de abscissa (E) e ordenada (N) de um ponto sobre a superfície da Terra, quando este é projetado sobre um cilindro tangente ao elipsóide de referência. O cilindro tangencia o Equador, assim dividido em 60 arcos de 6° ($60 \times 6^\circ = 360^\circ$). 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).

A figura a seguir mostra um fuso de 6 °, o seu meridiano central e o grid de coordenadas UTM.

A origem do sistema UTM se encontra no centro do fuso.

Para o Hemisfério Norte as ordenadas variam de 0 a 10.000 km enquanto para o Hemisfério Sul variam de 10.000 a 0 km.

As abscissas variam de 500 a 100 km à Oeste do Meridiano Central e de 500 a 700 km a Leste do mesmo.



5. ORIENTAÇÃO NO PLANO TOPOGRÁFICO.

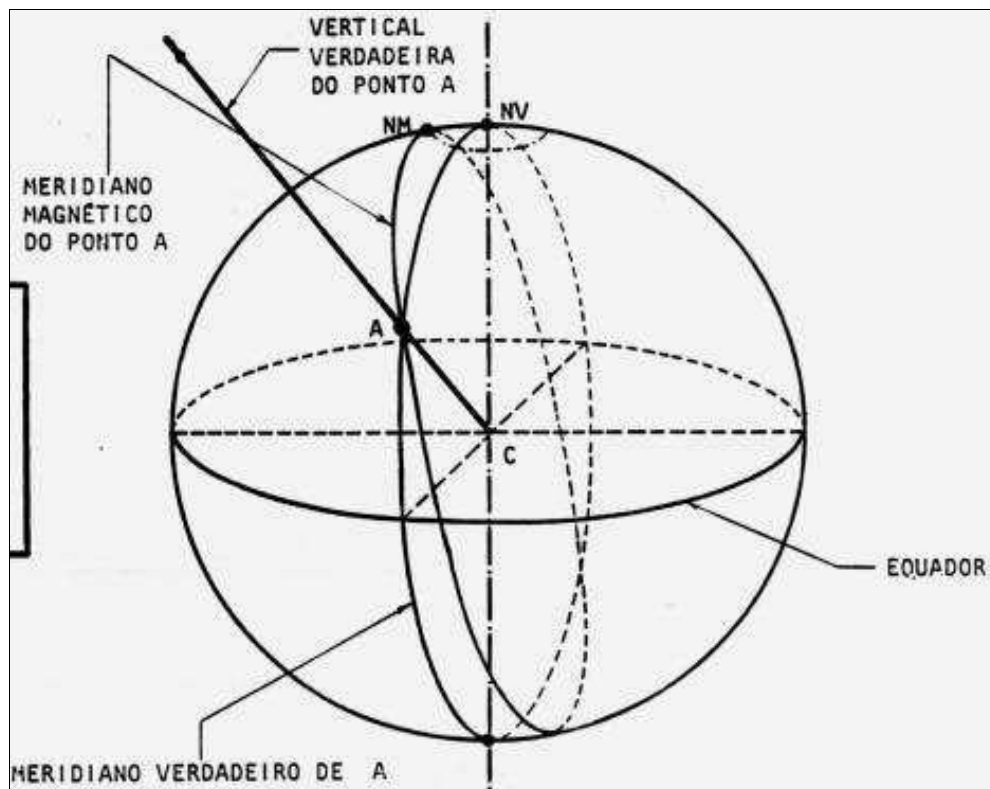
O campo magnético ao redor da Terra tem a forma aproximada do campo magnético ao redor de um ímã de barra simples. Tal campo exerce uma força de atração sobre a agulha da bússola, fazendo com que a mesma entre em movimento e se estabilize quando sua ponta imantada estiver apontando para o Norte magnético.

A Terra, na sua rotação diária, gira em torno de um eixo. Os pontos de encontro deste eixo com a superfície terrestre denominam-se de Polo Norte e Polo Sul verdadeiros ou geográficos.

O eixo magnético não coincide com o eixo geográfico. Esta diferença entre a indicação do Polo Norte magnético (dada pela bússola) e a posição do Polo Norte geográfico denomina-se de declinação magnética.

São os seguintes métodos para orientação nas plantas topográficas:

- a) Em relação ao NORTE: As PLANTAS TOPOGRÁFICAS (como também as cartas geodésicas e mapas cartográficos) são orientadas em relação à direção do NORTE VERDADEIRO (NV-direção imutável) ou NORTE MAGNÉTICO (direção variável). Sempre procuramos colocar a vertical do papel de desenho na direção do NV. Nas plantas cadastrais onde constam coordenadas U.T.M. a vertical do papel coincide com o chamado NORTE DA QUADRÍCULA.



- b) Bússolas: As BÚSSOLAS são aparelhos constituídos por uma agulha imantada apoiada em um pino de sustentação e que gira livremente no centro de um limbo graduado. A ponta Norte da agulha apontará para um ponto, denominado NORTE MAGNÉTICO próximo ao NORTE VERDADEIRO. Ao longo dos séculos as bússolas mudaram consideravelmente o seu aspecto, mas mantiveram o mesmo conceito e ainda hoje são utilizadas nos trabalhos de campo mais simples ou

apenas para orientação (vide figura na próxima página), especialmente por conta da diferença de preço em relação ao GPS.



Bússola profissional.

- c) Declinação: O ângulo formado pela direção do NV com a direção do NM é chamado de $d = \text{DECLINAÇÃO MAGNÉTICA}$, e é um ângulo variável em função da localização geográfica do ponto e do tempo (espaço de tempo).

A representação da declinação magnética em cartas é feita através de curvas de igual valor de variação anual em graus (curvas isogônicas) e curvas de igual variação anual em minutos (curvas isopóricas). A interpolação das curvas do grau e posteriormente no minuto, para uma dada posição na superfície física da Terra, nos permite a determinação da declinação magnética com precisão na ordem do minuto. No Brasil o órgão responsável pela elaboração das cartas de declinação é o Observatório Nacional e a periodicidade de publicações da mesma é de 10 anos.

- d) Transformação de Norte Magnético em Geográfico e vice-versa: A transformação de elementos (rumos e azimutes) com orientação pelo Norte verdadeiro ou magnético é um processo simples, basta somar algebricamente a declinação magnética. No caso em que a declinação magnética é positiva, ou seja, o Norte magnético está a leste do Norte verdadeiro, e o azimuth verdadeiro é calculado por:

$$AzV = Azm + D$$

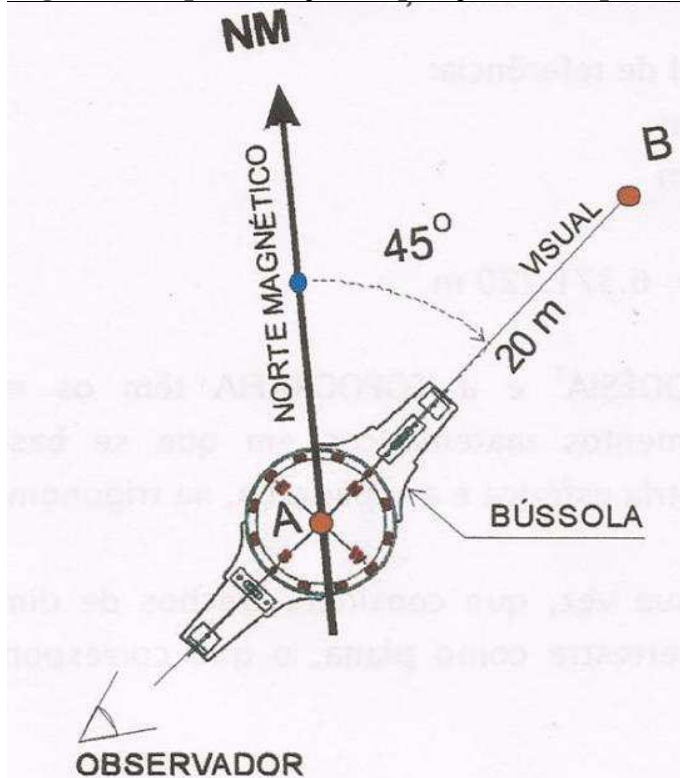
Para o caso do Brasil, onde a declinação magnética é negativa, o Norte magnético situa-se a oeste do Norte verdadeiro e o azimuth verdadeiro é obtido da seguinte forma:

$$AzV = Azm + (-D)$$

6. RUMOS E AZIMUTES.

Um alinhamento topográfico é um segmento de reta materializado por dois pontos nos seus extremos. Tem extensão, sentido e orientação.

Figura a- Representação da posição de um ponto.



Sentido: de A para B.

Orientação: 45°

Extensão: 20,00 metros.

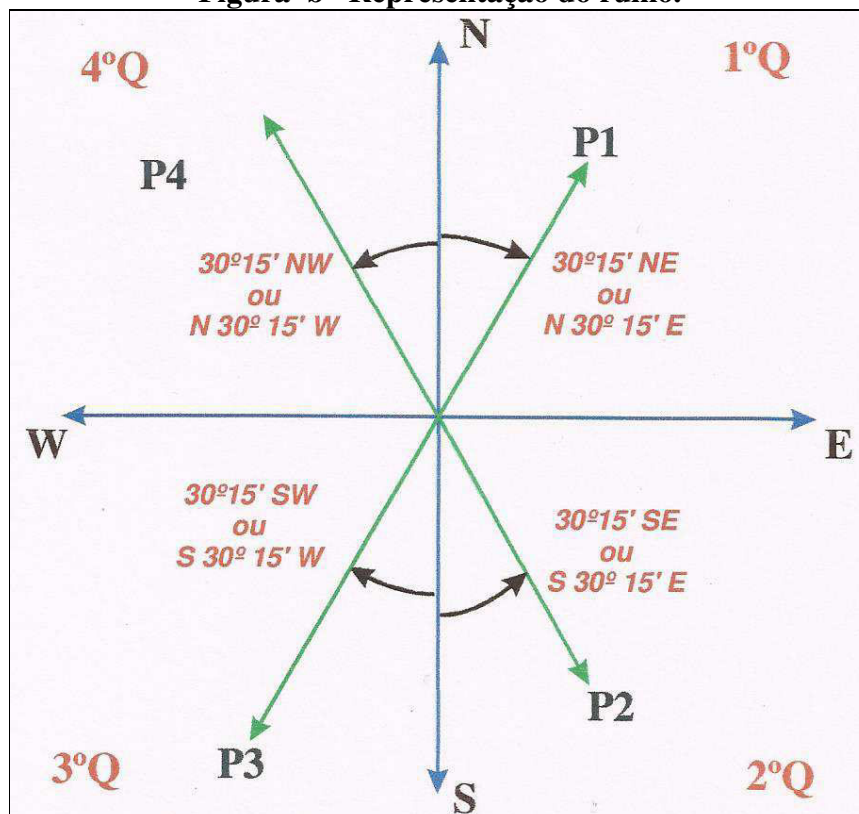
a) **RUMO:** Rumo de uma linha é o menor ângulo horizontal, formado entre a direção NORTE/SUL e a linha, medindo a partir do NORTE ou do SUL, no sentido horário (à direita) ou sentido anti-horário (à esquerda) e variando de 0 o a 90°.

Se tomarmos para exemplo da figura a, e se dissermos simplesmente que seu rumo é 45o00' (menor ângulo horizontal formado pela linha A-B e a direção N/S). Portanto, não teremos bem caracterizada a posição relativa da linha, pois esta poderá ser entendida como sendo NE, NW, SE ou SW.

Uma vez que esta poderá ser localizada de quatro maneiras diferentes em relação a direção NORTE/SUL, será necessário indicar qual o quadrante. Para o exemplo

da figura “a” será: Sentido: de A para B, portanto o menor ângulo, que representa o rumo da linha AB será medido a partir do Norte (N) no sentido horário, para o Leste (E).
Orientação: 45° . Podemos dizer que o RUMO/AB = 45° NE.
Extensão: 20,00 metros.

Figura b– Representação do rumo.



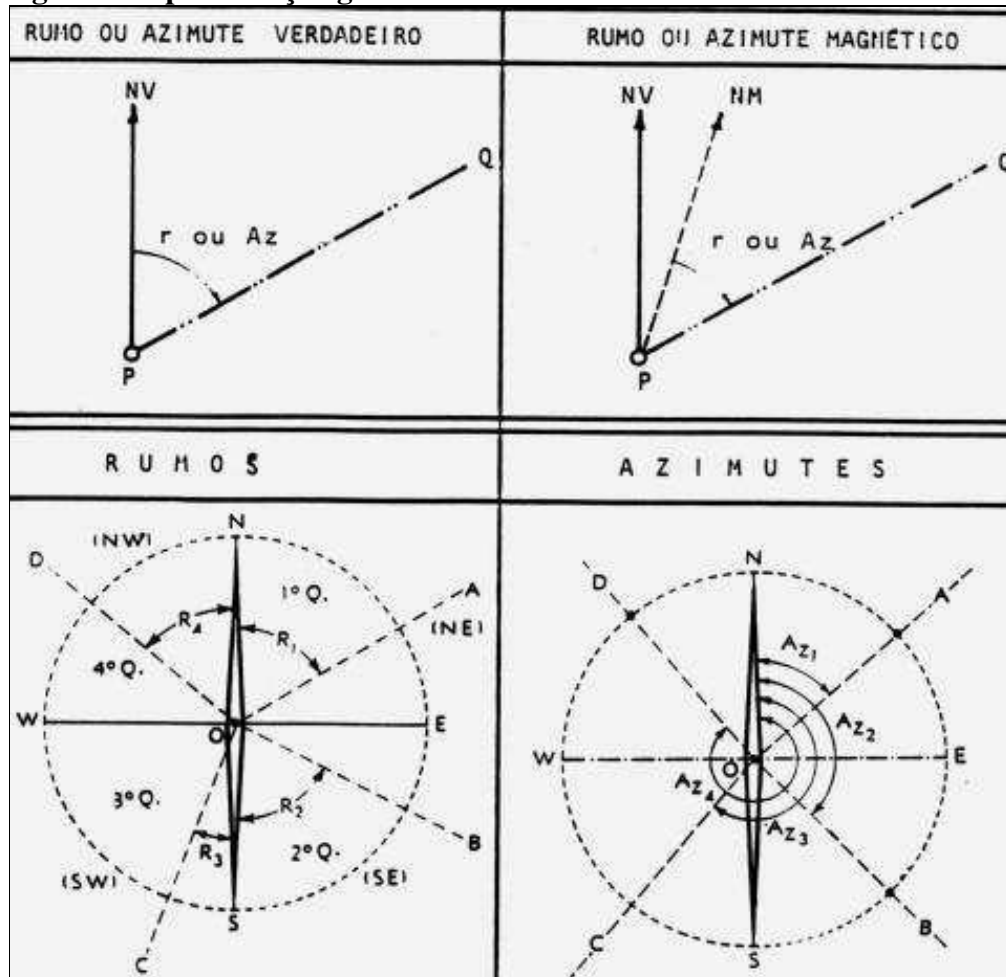
b) Chamamos de **AZIMUTE** do alinhamento PQ (figura c – próxima página) ao ângulo formado pelo mesmo com a direção **NORTE** e contado de 0° à 360° no sentido horário. Seria **AZIMUTE MAGNÉTICO** se considerarmos o **NORTE MAGNÉTICO** (NM) e **AZIMUTE VERDADEIRO** se o **NORTE VERDADEIRO** (NV)

CONVERSÃO ENTRE RUMOS E AZIMUTES:

QUADRANTE	FÓRMULA
NE	RUMO = AZIMUTE
SE	RUMO = AZIMUTE – 180°
SW	RUMO = AZIMUTE – 180°
NW	RUMO = 360° - AZIMUTE

OBS: Em trabalhos que estejam sendo considerados os rumos e azimutes medidos em relação ao norte magnético deveremos proceder as correções relativas as variações da declinação no tempo. Esta correção coincide com a variação da declinação do período. Caso seja escolhido o norte verdadeiro não há correção a fazer.

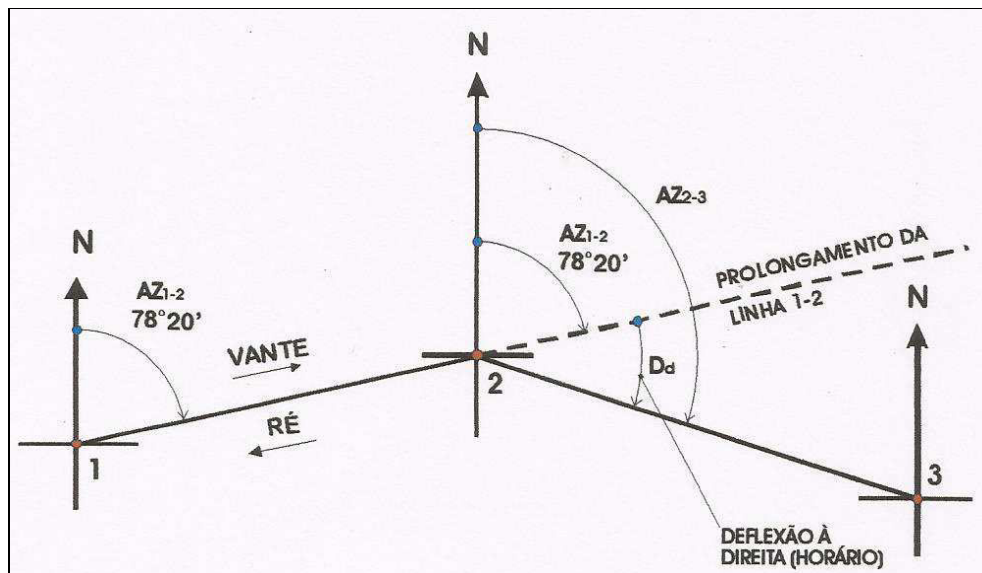
Figura c- representação gráfica de rumos e azimutes de um alinhamento PQ.



c) DEFLEXÕES.

Deflexão é o ângulo formado entre o prolongamento do alinhamento anterior e o alinhamento que segue. Varia de 0° a 180° e necessita da indicação da direita (sentido horário) ou da esquerda (sentido anti-horário) (figura d).

Figura d – Representação da deflexão a direita de um segmento 12.



7. MEDIÇÕES E ERROS.

Para representar a superfície da Terra são efetuadas medidas de grandezas como direções, distâncias e desníveis. Estas observações inevitavelmente estarão afetadas por erros. As fontes de erro poderão ser:

- I. Condições ambientais: causados pelas variações das condições ambientais, como vento, temperatura, etc. Exemplo: variação do comprimento de uma trena com a variação da temperatura.
- II. Instrumentais: causados por problemas como a imperfeição na construção de equipamento ou ajuste do mesmo. A maior parte dos erros instrumentais pode ser reduzida adotando técnicas de verificação/retificação, calibração e classificação, além de técnicas particulares de observação.
- III. Pessoais: causados por falhas humanas, como falta de atenção ao executar uma medição, cansaço, etc.

Os erros, causados por estes três elementos apresentados anteriormente, poderão ser classificados em:

- a) 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.
- b) 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.

- c) 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.

É importante ressaltar que alguns erros se anulam durante a medição ou durante o processo de cálculo. Portanto, um levantamento que aparentemente não apresenta erros, não significa estar necessariamente correto.

8. NOÇÕES DE ESCALA TOPOGRÁFICA.

O principal conceito a ser entendido é que o desenho topográfico nada mais é do que a projeção de todas as medidas obtidas no terreno sobre o plano do papel. Neste desenho, os ângulos são representados em verdadeira grandeza (VG) e as distâncias são reduzidas segundo uma razão constante.

A esta razão constante denomina-se **ESCALA**.

A NBR 8196 (Emprego de escalas em desenho técnico: procedimentos) define escala como sendo a relação da dimensão linear de um elemento e/ou um objeto apresentado no desenho original para a dimensão real do mesmo e/ou do próprio objeto.

A escala de uma planta ou desenho é definida pela seguinte relação:

$$\mathbf{E} = \frac{\mathbf{1}}{\mathbf{M}} = \frac{\ell}{\mathbf{L}}$$

Onde:

E = Escala

M = denominador da escala (módulo).

l = medida no terreno (real).

L = medida na planta (gráfica).

Por exemplo, se uma feição é representada no desenho com cinco centímetros de comprimento e sabe-se que seu comprimento no terreno é de 500 metros, então a escala de representação utilizada é de 1:10.000.

As representações de uma escala podem ser: fração ou proporção.

Elas podem ser de ampliação ($l > L$) ou redução ($l < L$), ainda podem manter-se naturais (real ($l = L$) gráfico).

O valor da escala é adimensional, ou seja, não tem dimensão (unidade).

Escrever 1:200 significa que uma unidade no desenho equivale a 200 unidades no terreno. Assim, 1 cm no desenho corresponde a 200 cm no terreno ou 1 milímetro do desenho corresponde a 200 milímetros no terreno. Como as medidas no desenho são realizadas com uma régua, é comum estabelecer esta relação em centímetros.

ESCALA GRÁFICA: Observando-se a representação gráfica abaixo, se percebe que a escala pode ser entendida como um ábaco formado por uma linha graduada dividida em partes iguais, cada uma delas representando a unidade de comprimento escolhida para o terreno ou um dos seus múltiplos.

Exemplo: supondo que a escala de uma planta seja 1:100 e que o intervalo de representação seja de 1m, a escala gráfica correspondente terá o seguinte aspecto:



Na elaboração do desenho, as dimensões do papel devem ser suficientes para conte-lo. Neste sentido, a ABNT recomenda em suas normas para desenho (NB-8/1969), as seguintes dimensões (Tabela abaixo):

FORMATO DO PAPEL	LINHA DE CORTE (mm)		MARGEM (mm)
	X	Y	
A0	841	1189	10
A1	594	841	10
A2	420	594	10
A3	297	420	10
A4	210	297	5

Independentemente do formato, a NB-8/1969 recomenda um espaçamento de 25 mm na margem esquerda do papel.

9- NORMALIZAÇÃO.

9.1- CONCEITOS GERAIS.

A normalização é o processo de estabelecer e aplicar regras a fim de abordar ordenadamente uma atividade específica e com a participação de todos os interessados e, em particular, de promover a otimização da economia, levando em consideração as condições funcionais e as exigências de segurança.

As normas da ABNT têm caráter nacional. Outros países têm seus próprios órgãos responsáveis pela normalização, como a ANSI (American National Standards Institute -EUA) e DIN (Deutsches Institut für Normung - Alemanha). Existem também associações internacionais, como a ISO (International Organization for Standardization), fundada em 1946.

Na Topografia são de interesse as normas NBR 13133 e NBR 14166:

1. NBR 13133 - Execução de Levantamentos Topográficos.

Esta norma, datada de maio de 1994, fixa as condições exigíveis para a execução de levantamentos topográficos destinados a obter (ABNT, 1994, p.1):

- Conhecimento geral do terreno: relevo, limites, confrontantes, área, localização, amarração e posicionamento;
- Informações sobre o terreno destinadas a estudos preliminares de projeto;
- Informações sobre o terreno destinadas a anteprojetos ou projeto básicos;
- Informações sobre o terreno destinadas a projetos executivos.

Esta norma estabelece condições exigíveis para a execução de um levantamento topográfico que devem compatibilizar medidas angulares, medidas lineares, medidas de desníveis e as respectivas tolerâncias em função dos erros, relacionando métodos, processos e instrumentos para a obtenção de resultados compatíveis com a destinação do levantamento, assegurando que a propagação dos erros

não exceda os limites de segurança inerentes a esta destinação (ABNT, 1994, p.1). Esta norma está dividida nos seguintes itens:

- Definições: onde são apresentadas as definições adotadas pela norma, como por exemplo, definições de croqui, exatidão, erro de graficismo, etc.;
- Aparelhagem: instrumental básico e auxiliar e classificação dos instrumentos;
- Condições gerais: especificações gerais para os trabalhos topográficos;
- Condições específicas: referem-se apenas às fases de apoio topográfico e de levantamento de detalhes que são as mais importantes em termos de definição de sua exatidão;
- Inspeção do levantamento topográfico;
- Aceitação e rejeição: condições de aceitação ou rejeição dos produtos nas diversas fases do levantamento topográfico;
- Anexos: exemplos de cadernetas de campo e monografias, convenções topográficas e procedimento de cálculo de desvio padrão de uma observação em duas posições da luneta, através da DIN 18723.

2. NBR 14166 - Rede de Referência Cadastral Municipal.

O objetivo desta norma é fixar as condições exigíveis para a implantação e manutenção de uma Rede Cadastral Municipal. Esta norma é válida desde setembro de 1998. De acordo com ABNT (1998, p.2), a destinação desta Rede Cadastral Municipal é:

- Apoiar e elaboração e a atualização de plantas cadastrais municipais;
- Amarrar, de um modo geral, todos os serviços de Topografia, visando as incorporações às plantas cadastrais do município;
- Referenciar todos os serviços topográficos de demarcação, de anteprojeto, de projetos, de implantação e acompanhamento de obras de engenharia em geral, de urbanização, de levantamentos de obras como construídas e de cadastros imobiliários para registros públicos e multifinalitários.

Esta norma está dividida nos seguintes itens:

- Referências normativas: contém disposições que, ao serem citadas no texto da norma, constituem prescrições para a mesma;
- Definições: são apresentadas definições, como a de altura geométrica, alinhamento de via ou alinhamento predial, etc.;

- Estruturação e classificação da Rede de Referência Cadastral: sequência de operações que devem ser observadas para a estruturação e implantação da Rede de Referência;
- Requisitos gerais;
- Requisitos específicos;
- Inspeção: itens para inspeção dos trabalhos de implantação e manutenção da rede;
- Aceitação e rejeição;

Além disto, a norma apresenta anexos tratando das fórmulas para transformação de coordenadas geodésicas em coordenadas plano retangulares no Sistema Topográfico Local, cálculo da convergência meridiana a partir de coordenadas geodésicas e plano-retangulares no Sistema Topográfico Local e modelo de instrumento legal para a oficialização da Rede de Referência Cadastral Municipal.

10- GPS, mapas topográficos e seus usos.

10.1- GPS

O GPS ou Global Positioning System (Sistema de Posicionamento Global), foi criado pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos e tem como função básica identificar a localização de um receptor, na superfície terrestre, que capte sinais emitidos por satélites. Ou seja, trata-se de um sistema de posicionamento geográfico que nos dá as coordenadas de determinado lugar na Terra, desde que tenhamos um receptor de sinais de GPS.

Podemos dizer que a história do sistema se iniciou em 1957, ano em que a União Soviética lançou o primeiro satélite artificial da história, fato que deu início aos primeiros estudos sobre o uso de satélites na localização de pontos sobre a superfície terrestre. Contudo, foram os americanos que, de fato, criaram o sistema. A base dessa criação foi o projeto NAVSTAR, desenvolvido em 1960 pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos. O sistema oferecia diversas informações sobre qualquer parte do planeta, como localização e clima, por exemplo, a qualquer hora do dia, algo que era de grande importância para o uso militar.

Após vários ajustes e correções, o projeto NAVSTAR se tornou totalmente operacional em 1995. O GPS foi um verdadeiro sucesso, fato que fez com que os Estados Unidos tenham disponibilizado as informações, antes somente de uso militar, para o uso

civil e gratuito. Seu desenvolvimento ultrapassou um custo de 10 bilhões de dólares. Consiste numa "constelação" de 24 satélites. Os satélites GPS, construídos pela empresa Rockwell, foram lançados entre Fevereiro de 1978 e novembro de 2004. Cada um circunda a Terra duas vezes por dia a uma altitude de 20.200 quilómetros (12.600 milhas) e a uma velocidade de 11.265 quilómetros por hora (7.000 milhas por hora), de modo que, a qualquer momento, pelo menos 4 deles estejam “visíveis” de qualquer ponto da Terra.

O GPS é considerado, atualmente, a mais moderna e precisa forma de determinação da posição de um ponto na superfície terrestre. O receptor capta os sinais de quatro satélites para determinar as suas próprias coordenadas - e depois calcula a distância entre os quatro satélites pelo intervalo de tempo entre o instante local e o instante em que os sinais foram enviados.

Decodificando as localizações dos satélites a partir dos sinais de ondas específicas e de uma base de dados interna, levando em conta a velocidade de propagação do sinal, o receptor pode situar-se na intersecção desses dados, permitindo identificar exatamente onde o aparelho se encontra na Terra. Tal tecnologia foi desenvolvida, inicialmente, para fins bélicos, durante a Guerra do Golfo (1990-1991). Foi com base no GPS que os Estados Unidos orientaram suas movimentações aéreas, seus bombardeios e lançamentos de mísseis.

Esse sistema é mantido pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos e foi declarado totalmente operacional apenas em 1995. Conta com 24 satélites e mais 4 sobressalentes, em seis planos orbitais, a uma altitude de 19.000 km. Esses satélites estão distribuídos de maneira que um receptor, posicionado em qualquer ponto da superfície terrestre, estará sempre em área de alcance de pelo menos dois dos satélites. Essa condição permite que a margem de erro do posicionamento seja inferior a 1 cm.



Satélite em órbita utilizado pelo GPS.

Existem seis planos orbitais igualmente espaçados de 60°. Orbitam a Terra em um período de 11h e 58 minutos. Altitude de 20.200km. Permitindo uma visibilidade de 5 a 8 satélites em qualquer parte do planeta. Cada satélite pesa aproximadamente 1.000 kg e mede 8 m de comprimento (com os painéis solares estendidos). Transmitem ondas de rádio em 2 frequências: frequência civil: 1.575,42 MHZ. frequência militar: 1.227,60 MHZ. Vida útil de cada satélite: em torno de 10 anos...

10.2- Usos variados

Atualmente, o uso do GPS está ao alcance dos diversos campos da atividade humana. O GPS é útil em praticamente todas as situações e profissões em que seja necessário obter uma localização precisa dos envolvidos, como trabalhos de exploração, expedições dentro de matas ou cavernas, além de ser importante para praticamente todos os veículos de voo ou navegação, permitindo aos tripulantes saberem exatamente onde se encontram, no céu ou no mar.

Uma das aplicações mais exploradas para usuários comuns é a utilização do sistema em automóveis. Ele é oferecido com mapas das cidades e locais em que o motorista estiver trafegando, o que permite traçar percursos e rotas com facilidade, além

de possibilitar uma visão geral da área que se está percorrendo. Até mesmo pessoas que se deslocam constantemente por áreas pouco povoadas fazem uso do GPS.

A comunidade científica utiliza o GPS pelo seu relógio altamente preciso. Durante certas experiências científicas, pode-se registrar com precisão de microsegundos (0,000001 segundo) quando determinada amostra foi obtida. Naturalmente, a localização do ponto onde a amostra foi recolhida também pode ser importante.

Agrimensores diminuem custos e obtêm levantamentos precisos mais rapidamente com o GPS. Guardas florestais, trabalhos de prospecção e exploração de recursos naturais, geólogos, arqueólogos, bombeiros, todos são beneficiados pela tecnologia do GPS, que também se torna cada vez mais popular entre ciclistas, balonistas, pescadores, ecoturistas e aventureiros que queiram apenas orientação durante as suas viagens.

Com a popularização do GPS, um novo conceito surgiu: a agricultura de precisão. Uma máquina agrícola dotada de receptor GPS armazena dados relativos à produtividade em um dispositivo de memória que produz um mapa de produtividade da lavoura. As informações permitem, inclusive, otimizar a aplicação de fertilizantes.

Embora as principais Utilizações do GPS se apliquem a áreas como Sistema de Navegação aéreo e terrestre, Cartografia, Geodésia, Topografia, Georreferenciamento e Agricultura de precisão e Controle do movimento de placas tectônicas, diversos outros usos tem aparecido e merecem ao menos menção:

- Utilização do GPS Cemitério ecológico usa GPS para localizar túmulos.
- Polícia Militar Ambiental usa GPS para ações preventivas no Pantanal.
- Polícia usa veículo com GPS como isca contra quadrilha no RS.
- O município de Guarulhos/SP usa GPS para padronizar endereços.
- Celular usa software e GPS para controlar filhos.
- A Chevrolet usa GPS para maximizar motor elétrico.
- Rede social usa GPS para rastrear membros.
- Policia usa GPS e Google Maps para encontrar desaparecidos.
- Artista plástico usa GPS para fazer o maior desenho do mundo.
- Município usa GPS para monitorar caminhões de lixo.
- Cerca invisível usa GPS para controlar gado.
- Detetives particulares utilizam GPS para saber onde marido/esposa andam.

10.3- Tipos de GPS

Utilizando-se de sinais de satélites, um aparelho de GPS fornece a sua posição exata em qualquer lugar da terra.

Mas... saber apenas a sua posição em coordenadas não lhe servirá de nada, é preciso ter uma série de informações adicionais para que o aparelho de GPS seja útil.

Exemplo: você é raptado em sua casa e levado à um lugar distante sem que tenha possibilidade de ver por onde esta indo. Lá você é solto com um aparelho de GPS nas mãos, mas este está vazio (alguns modelos de GPS possuem um mapa base, que no caso do exemplo acima, lhe indicaria as cidades próximas de onde você foi deixado) sem nenhum dado complementar, a única coisa que o GPS pode fazer por você é lhe indicar que não está andando em círculos. Neste mesmo caso se no GPS estiver gravado a coordenada da sua casa, basta seguir a indicação do GPS e voltar.

A dupla GPS/mapa é a combinação perfeita, com estes dois elementos você se localiza no mapa e planeja o seu deslocamento.

Há dois tipos de mapas para GPS:

- 1- Mapa simples, que serve apenas como referencia.
- 2- Mapa roteavel, que possui dados complementares como endereços, sentido de direção, etc. com um GPS que explora todas as informações de um mapa roteável. Basta escolher o destino e o aparelho determina o caminho.

Já está disponível para diversas cidades brasileiras sistema de orientação automática através de GPS e informações de vias e endereços. Uma das funções mais interessantes do GPS é a possibilidade de compartilhar informações sobre caminhos. Os aparelhos de GPS registram o caminho percorrido e este pode ser salvo em computador e utilizado posteriormente por você mesmo ou outra pessoa. O melhor programa para o intercâmbio de dados entre o computador e o GPS é o Trackmacker (pesquisar no Google para informações mais detalhadas). Este registro do caminho percorrido possibilita também fazer o caminho de volta, sem risco de se perder.

Tem surgido até atividades de lazer envolvendo o uso do GPS tipo caça ao tesouro, exploração, etc. Os dois mais famosos são:

<http://www.geocaching.com/> - onde os participantes criam um esconderijo e outros têm que localizá-los;

<http://www.confluence.org/> - onde os participantes têm que ir até onde coordenadas inteira de graus (latitude/longitude) se cruzam.

Além destes tipos de uso, o GPS é uma ferramenta de trabalho para diversas áreas comerciais e produtivas, mas em alguns destes casos é preciso usar aparelhos de GPS muito mais precisos e que custam muito mais caros que os aparelhos para uso simples.

A seguir, tentaremos listar algumas informações úteis para auxiliar estudantes e profissionais a responderem algumas perguntas comumente levantadas pelos mesmos.

Pergunta: Eu preciso de um GPS?

Podemos definir dois tipos de GPS para o usuário comum:

- 1- GPS para orientação viária, deste que são usados em automóveis e vem com recursos para seguir para determinado endereço. Alguns modelos têm até orientação por voz.
- 2- GPS para orientação e exploração em campo. Tem recursos para coleta de dados como pontos e trajetos.

Depois de todo enunciado sobre para que serve um GPS, talvez você tenha visto alguma utilidade interessante, principalmente no que tange a orientação e exploração em passeios e viagens e neste caso uma nova pergunta surge em sua mente:

Pergunta: Qual aparelho de GPS devo comprar?

Se você for usar apenas para orientação em cidades e rodovias dentro de um automóvel, o mercado oferece um gama bem variada de modelos com tela grande. Mas se o seu objetivo é exploração, passeios por estradas secundárias, coleta de dados, use um GPS portátil. A marca mais comercializada e conhecida é a Garmin, não que seja a melhor, mas é a mais comum e você encontra uma infinidade de softwares e informações. As características mais interessantes para o uso em passeios, explorações e aventuras.



Modelos básicos de GPS disponíveis no mercado.

Do mesmo modo que se escolhe uma calculadora, um computador ou um carro há sempre uma série de características consideradas “básicas” por serem necessárias e outras “adicionais”. A seguir, listamos algumas características que devem ser observadas ao se escolher um aparelho GPS.

- 1- Alta sensibilidade de recepção (indispensável!) –** ajuda a captação dos sinais de satélites em condições severas.
- 2- Capacidade de pontos por tracklog** (gravação do caminho). Hoje não dá para ter um modelo com a capacidade menor que 10.000 pontos. Os modelos com cartão de memória possibilitam fazer a gravação do trajeto no mesmo aumentando o limite para a capacidade do cartão, com um simples cartão de 64 Mb dá para por mapas e ainda gravar milhões de pontos de trajetos.
- 3- Altímetro barométrico:** indica a altitude pelo modo padrão (pressão atmosférica), mas tirando o fato dos modelos com estas características terem uma tela exclusiva da função que mostra um perfil altimétrico e dados relativos a altitude, esta característica fica com pouca prioridade.
- 4- Bússola eletrônica:** indica os pontos cardeais através do magnetismo da terra e não precisa-se estar em movimento. É útil apenas quando se está parado.
- 5- Inclusão de mapa:** Existem alguns mapas já disponíveis e esta característica permite que você use a memória de mapa para carregar a sua coleção de trajetos.
- 6- Visor:** Deve ser de bom tamanho para facilitar a visualização em movimento.

Característica muito importante por exemplo para uso manual e em veículos.

7- Baterias: A melhor opção é usar baterias recarregáveis ao invés de baterias alcalinas. Lembramos que alguns modelos usam baterias especiais, impossibilitando o uso de qualquer outro modelo de bateria.

Pergunta: E a faixa de preços varia muito?

O preço vai variar principalmente em função das características oferecidas. A seguir, apresentamos uma lista com alguns modelos, obtida através de pesquisa no Google, sendo que os preços estão em dólar no EUA e em Reais no Brasil, base Dezembro/2012. Vale reiterar que a lista abaixo não é “definitiva”, sendo apenas uma sugestão particular onde se relaciona o modelo de GPS com a função pretendida, observando que em todos os casos se optou por modelos que apresentem alta recepção do sinal de satélite e aceitam mapas.

GPSMAP 78S – US\$ 400 / R\$ 1.360 - mais robusto e flutua ideal para pescaria

GPSMAP 62s – US\$ 400 / R\$ 1.220 - navegação por botões

Montana 600 – US\$ 400/ R\$ 1690 - Visor grande - touchscreen

Oregon 450 – US\$ 300/ R\$ 1.300 - touchscreen - visor médio

Dakota 20 – US\$ 280 / R\$ 970 touchscreen - visor pequeno - Bússola e altímetro

Dakota 10 – US\$ 250 / R\$ 900 - touchscreen - visor pequeno

Etrex 30 – US\$ 250 / R\$ 980 - Bússola e altímetro - navegação por botões

Etrex 20 – US\$ 180 / - R\$ 800 - para trabalhos básicos de topografia é o que apresenta melhor relação custo/benefício

10.4- Navegação com bússola e GPS.

Como vimos, o GPS (**Global Positioning System - Sistema de Posicionamento Global**) é um sistema capaz de fornecer informações sobre a localização de pontos. Por meio de satélites, o mesmo pode dar as coordenadas exatas de onde uma pessoa, por exemplo, se encontra em qualquer parte do mundo.

Alguns confundem o sistema GPS com o aparelho (vide foto 1 a seguir) receptor móvel do sistema, que também é popularmente chamado de GPS. Receptores GPS vêm numa variedade de formatos, de dispositivos integrados dentro de carros, telefones, e relógios, a dispositivos dedicados somente ao GPS como os abaixo indicados que são das marcas Trimble, Garmin e Leica.



Foto 1: Aparelhos receptores de GPS



Foto 2: Medição com um GPS

O receptor capta os sinais de quatro satélites para determinar as suas próprias coordenadas, mas em trabalhos de campo, procura-se sempre captar o sinal de pelo menos 6 ou 7 satélites para se garantir um bom dado de campo.



Foto 3: Coordenadas c/ um GPS c/ Bússola e Altímetro integrado

Além de sua aplicação óbvia (marcar a localização de um ponto), o GPS permite nos trabalhos de mineração (Pesquisa Mineral principalmente) encontrar o seu caminho para determinado local (ou de volta ao ponto de partida), conhecer a direção do seu deslocamento, marcar uma estimativa de perímetro de uma poligonal. Vale sempre lembrar que embora atualmente o sistema esteja sendo muito difundido em automóveis com sistema de navegação de mapas, que possibilita uma visão geral da área que você está percorrendo, o seu maior uso continua sendo na construção civil e mineração.

Unidades receptoras específicas têm custo aproximado de R\$ 5.000,00 (cinco mil reais) e precisão de 1 metro, mas existem receptores mais caros com precisão de 1 centímetro. Lembrando que quanto menor o erro mais tempo leva para se obter a medida. Na mineração e construção civil, um receptor GPS de mão custa algo entre R\$ 700,00 e R\$ 2.500,00.



Foto 4: Exemplo de um receptor GPS com mapas,

instalado em um carro.

Com a popularização do GPS associada à melhoria do equipamento e diminuição do custo de fabricação, um novo conceito surgiu na mineração e na agricultura: a topografia de precisão.

Uma máquina de mineração ou agrícola dotada de receptor GPS armazena dados relativos à produtividade em um dispositivo de memória que, tratados por programa específico, produz um mapa de produtividade da mina ou da lavoura. As informações permitem também otimizar o desenvolvimento da lavra e utilização dos equipamentos. No caso da agricultura, permitem controlar e melhorar a aplicação de corretivos e fertilizantes. Em ambos os casos, lembra que o que sempre se tem em mente é a questão de aumentar a produtividade e diminuir os custos!!!!

10.4- Mapas Topográficos

10.4.1. Nomenclatura de cartas topográficas

Toda carta topográfica possui um nome, normalmente relacionado ao principal povoamento ou feição geográfica nela contido, mas também possui um código, com padrão internacional, baseado na subdivisão das cartas, em escalas cada vez maiores, a partir das cartas 1:1.000.000.

As cartas 1:1.000.000 são limitadas por paralelos e meridianos e possuem dimensões de 6 de longitude por 4 de latitude. São designadas por um código composto por duas letras e um número. A primeira letra refere-se ao hemisfério da carta, e é sempre N ou S. A segunda letra refere-se à distância do Equador: de 0 a 4 a carta é A (NA ou SA), de 4 a 8 é B (NB ou SB) e assim por diante. O número refere-se à distância do meridiano central de data (a 180 do meridiano de Greenwich), contada de 6 em 6 para Leste, e coincide com o número da zona UTM correspondente a duas cartas topográficas.

Esse sistema internacional de cartas topográficas possui ainda mapas nas escalas 1:500.000, 1:250.000, 1:100.000, 1:50.000, 1:25.000; 1:10.000. A cada divisão da carta 1:1.000.000 é adicionado um novo algarismo ou letra ao código, conforme a figura abaixo:

10.4.2. Como ler cartas topográficas

Cartas topográficas são representações da superfície do planeta nas quais as altitudes são representadas por curvas de nível, que unem todos os pontos que encontram-se em uma determinada cota. Essas curvas podem ser imaginadas como a intersecção entre a superfície topográfica e planos horizontais com altitude definida pela cota.

No mapa, representa-se a projeção de todas essas curvas em uma superfície plana horizontal, como representado na figura abaixo. Essa representação permite a visualização rápida das formas e elevações do relevo.

Um espaçamento maior das curvas na projeção reflete uma menor declividade, e um espaçamento menor, maior declividade. A inclinação de uma vertente, em graus, pode ser determinada por: onde H = diferença de altura entre as cotas e D = distância horizontal entre as cotas (atentar para a escala).

A familiaridade com mapas topográficos é fundamental para o exercício da profissão de geólogo. Se você tem dificuldade em visualizar as formas de relevo, elevações, direções e inclinações de vertentes, desenvolva o hábito de desenhar perfis de mapas topográficos em várias direções, começando pelo mapa do exercício 3.

10.4.3. Visualização das relações entre topografia e contatos geológicos

Assim, quanto mais complicada a forma das unidades geológicas ou da superfície topográfica, mais irregular será o contorno das unidades em mapa.

Um contato horizontal entre duas unidades necessariamente dará origem a um desenho paralelo a uma curva de nível de um mapa topográfico, bastando conhecer-se a altitude de um afloramento do contato para se elaborar seu contorno.

Na natureza, contatos geológicos quase nunca são horizontais, e basta uma inclinação de poucos graus para que o desenho do contato em mapa não siga mais as cotas: a inclinação de apenas 1 gera um desnível de 5 metros em menos de 300 m de distância. Assim, mesmo para uma pequena área de um mapa 1:10.000 (nessa escala as

curvas de nível são usualmente espaçadas de 5 metros), uma inclinação de 1 impede que o mapa seja fechado nas cotas.

10.4.4. Analisando mapas geológicos

A técnica de construção de contornos estruturais de contatos pode ser utilizada, também, para a análise de mapas geológicos prontos. Um mapa geológico é a representação de um modelo obtido a partir de dados de campo e de sensores remotos. A não ser em casos extremos, a área de uma determinada unidade geológica em um mapa não representa a exposição contínua dessa unidade.

Assim, há uma boa dose de interpretação em qualquer mapa. Mesmo sendo um modelo, um mapa geológico deve ter coerência interna e ser compatível com as descrições apresentadas, como espessuras de unidades, que podem ser medidas em seções estratigráficas em campo ou em poços, ou padrões de dobramentos descritos.

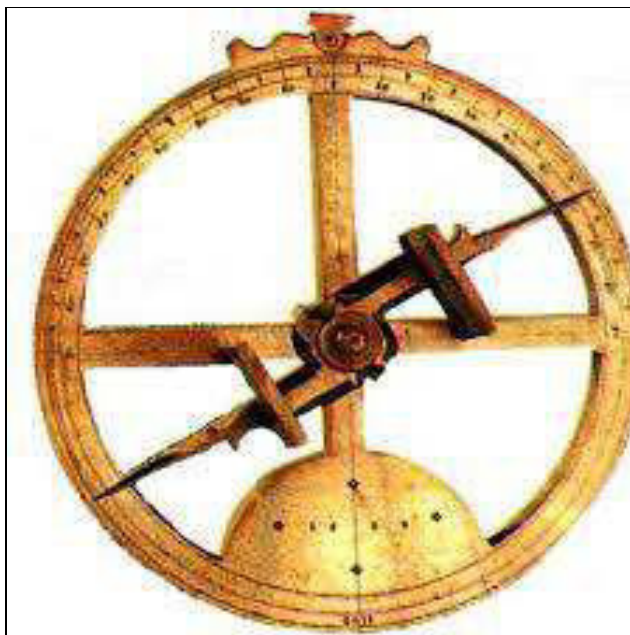
Analisar a coerência dos contatos pode ser útil também nos casos em que partes dos contatos são extraídos de produtos de sensoriamento remoto. Para extrair contornos de mapas, basta demarcar os pontos em que contatos cruzam cotas e elaborar um contorno para cada contato. Três pontos definem um contato plano.

Se o contato for descrito como plano, qualquer ponto adicional deve cair no mesmo contorno. No caso de contatos não planos, dobrados ou irregulares, o contorno pode ser extraído demarcando-se vários pontos em que o contato cruza uma mesma cota. Para cada cota pode-se desenhar uma linha de contorno estrutural irregular, unindo-se os pontos com bom senso. O resultado final deverá ser uma superfície compatível com o modelo geológico utilizado na elaboração do mapa.

11- Teodolitos e Níveis.

11.1 Teodolitos

Historicamente, antes da invenção do teodolito, os árabes no século IX utilizavam o astrolábio que só permitia medir ângulos no plano, e ao nível do observador e dos objectos a medir.

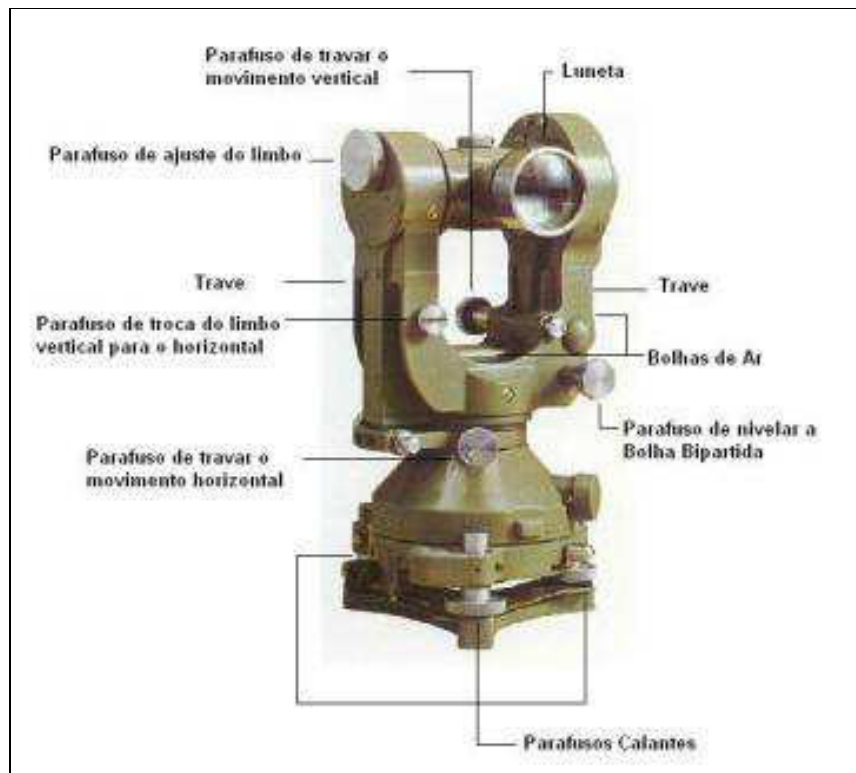


Astrolábio utilizado pelos árabes.

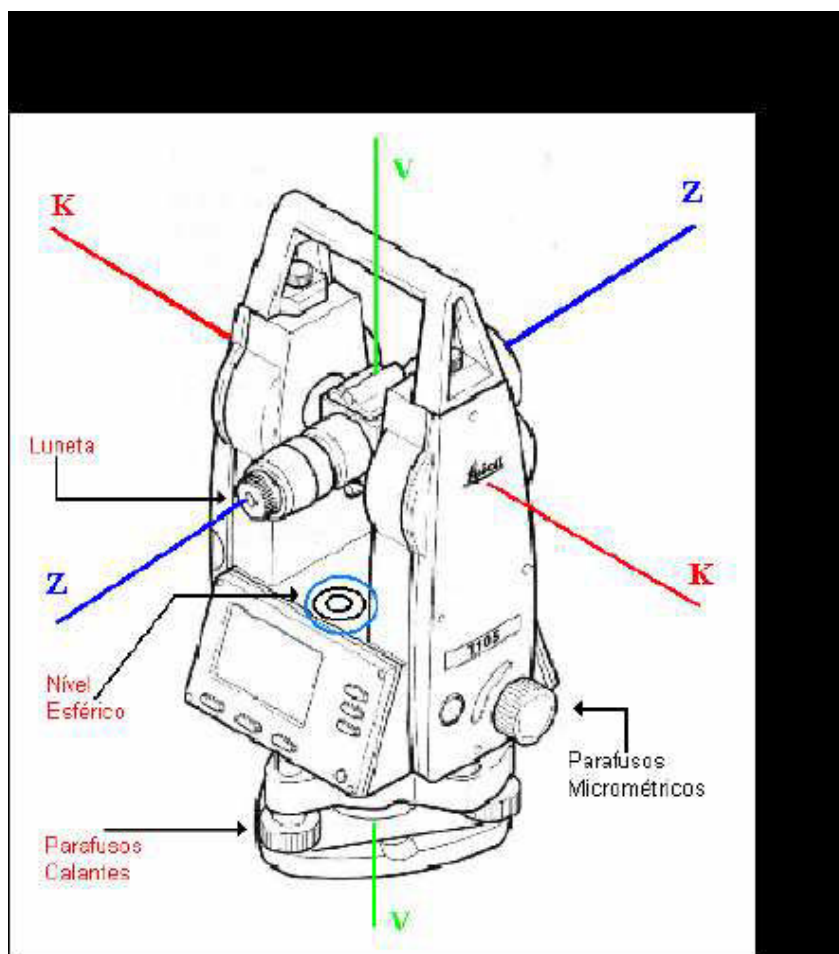
Alguns atribuem a invenção do teodolito a Jonathan Sisson que foi quem construiu o primeiro teodolito contendo quatro parafusos niveladores, apesar de sua invenção oficialmente ser atribuída a Ignácio Porro, inventor de instrumentos óticos, em 1835. Na verdade seu invento foi o taquímetro auto-redutor, um instrumento que possuía os mesmos elementos do teodolito, mas com um dispositivo ótico. Porro foi um dos inúmeros inventores que contribuíram para o aprimoramento do teodolito, cujo princípio de funcionamento já era conhecido há muito.

Ao longo dos anos foi sendo transformado e a ele agregados sistemas e mecanismos que o tornaram mais preciso em suas medições. Os teodolitos antigos eram demasiado pesados e a leitura dos seus limbos era muito complicada. Em 1920, Enrique Wild construiu círculos graduados sobre vidro, para conseguir menor peso e tamanho e maior precisão, tornando a leitura mais fácil. A partir daí, múltiplos teodolitos mais especializados foram surgindo, permitindo mais rigor nas medições de ângulos em áreas tão diversas como a topografia e a engenharia. Hoje em dia já existem teodolitos com leitura electrónica.

O teodolito é composto por partes óticas e mecânicas. No seu interior, possui prismas e lentes que ao desviar o raio de luz permite uma rápida e simples leitura dos limbos graduados em graus, minutos e segundos.



Modelo básico de teodolito (usado no século passado)



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.

O teodolito é um instrumento óptico de medição de posições relativas. É vulgarmente utilizado em topografia, navegação e em meteorologia; funciona com uma óptica (por vezes duas), montada num tripé, com indicadores de nível, permitindo uma total liberdade de rotação horizontal ou vertical; mede distâncias relativas entre pontos determinados, em escala métrica decimal (múltiplos e submúltiplos).



Técnico em mineração utilizando teodolito em mina.

Existe uma diversidade de teodolitos para diversos tipos de usos, precisões e alcances. Hoje estão disponíveis no mercado teodolitos automáticos que, por meio de dispositivos eletrônicos, fazem a leitura dos pontos e os armazenam na memória, sendo possível exportá-los por software confecção de mapas com as características topográficas do local medido.

Uma estação total é um instrumento óptico usado em inspeção moderna. É uma combinação de um teodolito eletrônico (trânsito), um dispositivo de medição eletrônica de distância (EDM) e software que correm em um computador externo. Com uma estação total a pessoa pode determinar ângulos e distâncias do instrumento para pontos a serem inspecionados. Com a ajuda da trigonometria, podem-se usar os ângulos e distâncias para calcular as coordenadas de posições atuais (X, Y e Z ou northing, easting e elevação) de pontos inspecionados ou a posição do instrumento de pontos conhecidos, em condições absolutas. Os dados podem ser carregados do teodolito para um

computador e lido por um software de aplicação gerará um mapa da área inspecionada. Algumas estações de totais também têm uma interface de GPS.



Modelos de “Estação Total”

Os teodolitos são equipamentos destinados à medição de ângulos horizontais ou verticais e o seu uso tem como objetivo a determinação de ângulos internos ou externos de uma poligonal, bem como a posição de determinados detalhes necessários ao levantamento topográfico.

Atualmente existem diversas marcas e modelos de teodolitos, sendo que estes podem ser basicamente classificados nos seguintes tipos:

- Pela finalidade: topográficos, geodésicos e astronômicos;
- Quanto à forma: ópticos-mecânicos ou eletrônicos;
- Quanto à precisão: observando a ANBR13133 (ABNT, 1994) classifica os teodolitos segundo o desvio padrão de uma direção observada em duas posições da luneta conforme a tabela abaixo:

Classe de Teodolitos	Desvio-padrão precisão angular
1 – precisão baixa	$\leq \pm 30''$
2 – precisão média	$\leq \pm 07''$
3 – precisão alta	$\leq \pm 02''$

Fonte: ABNT (1994, p.6).

11.2. Níveis, balizas e trenas.

O Nível Topográfico, também chamado nível óptico, é um instrumento que tem a finalidade de medição de desníveis entre pontos que estão a distintas alturas ou trasladar a cota de um ponto conhecido a outro desconhecido. O equipamento é utilizado junto com uma baliza.



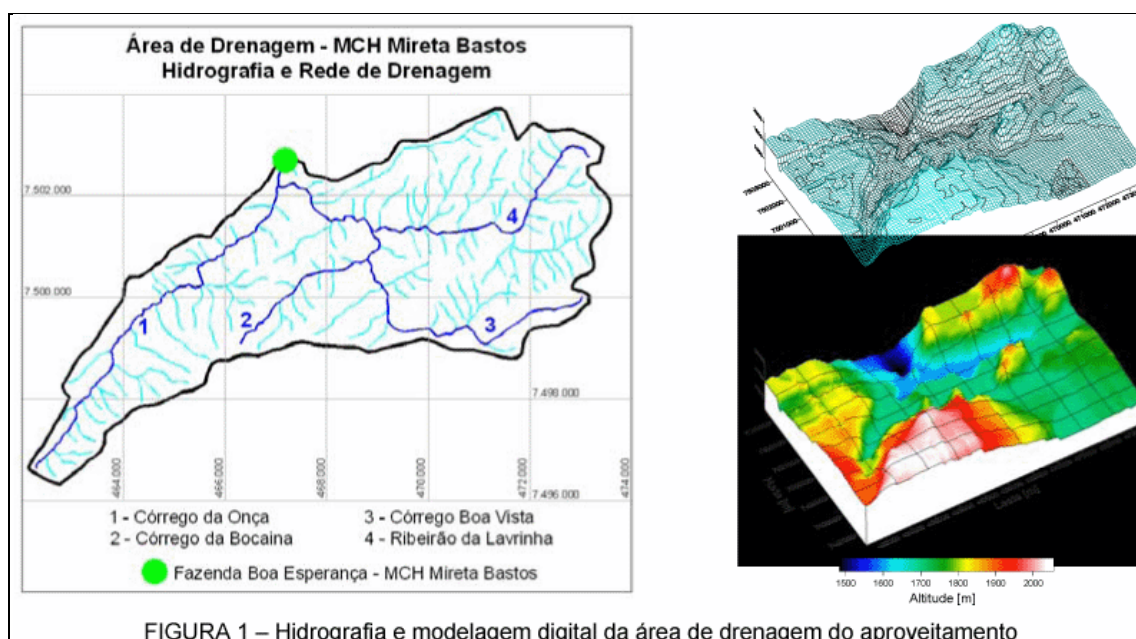
Topógrafo fazendo leitura de nível em equipamento.

Dentre os equipamentos auxiliares para se efetuar os levantamentos topográficos podemos citar as balizas e trenas, equipamentos mais comuns entre outros equipamentos utilizados.

As balizas são peças de madeira ou de ferro geralmente com 2m de altura, pintadas, a cada 50 cm, em duas cores contrastantes (vermelho e branco), tendo na extremidade inferior um ponteiro de ferro, para facilitar sua fixação no terreno. A Baliza é um auxiliar indispensável para quaisquer trabalhos topográficos, possibilitando a medida de distancias, os alinhamentos de pontos e serve ainda para destacar um ponto sobre o terreno, tornando-o visível de locais muito afastados.

Quanto as trenas, estas podem ser divididas entre trenas de lona, pano ou de aço. Sendo constituída por uma fita de lona ou aço, graduada em centímetros enrolada no interior de uma caixa circular através de uma manivela, tendo vários modelos e comprimentos.

Concluindo o capítulo, vale observar a imagem da próxima página, que é um exemplo do resultado obtido através de um levantamento topográfico. Nele podemos observar as curvas de nível do terreno, os córregos e consequentemente compreender como deverá se comportar a drenagem do terreno.



12- Softwares para desenhos de áreas e cubagens de jazidas.

Diferentemente dos sistemas de informação, os sistemas aplicativos utilizados em geoprocessamento não desempenham funções de banco de dados, mas tarefas específicas sobre a base de dados. Entre estes sistemas, podemos destacar:

- 1- **CAD (computer aided design - projeto auxiliado por computador)** – sistemas criados para facilitar a elaboração de projetos de engenharia e arquitetura, são utilizados em cartografia digital. Podem ser empregadas para a digitalização das bases cartográficas através da vetorização de um documento cartográfico em formato raster diretamente na tela ou em papel utilizando uma mesa

digitalizadora. Estes sistemas apresentam recursos para apresentação com recursos sofisticados de edição gráfica, exibição e impressão.

- 2- **PDI (Processamento Digital de Imagens)** – sistemas que executam operações de tratamento através da análise estatística em imagens de sensoriamento remoto, visando à melhoria da qualidade para extração de informações pelo analista humano e à classificação das imagens. Entre as funções disponíveis, podem ser destacadas as técnicas de realce, as filtragens, as operações algébricas e a transformação por componentes principais.
- 3- **MNT (Modelos Numéricos de Terreno)** – sistemas que, através da interpolação de pontos amostrais ou isolinhas, geram uma superfície contínua representando a distribuição espacial de uma grandeza, como altimetria, batimetria, dados geológicos, meteorológicos e geofísicos.

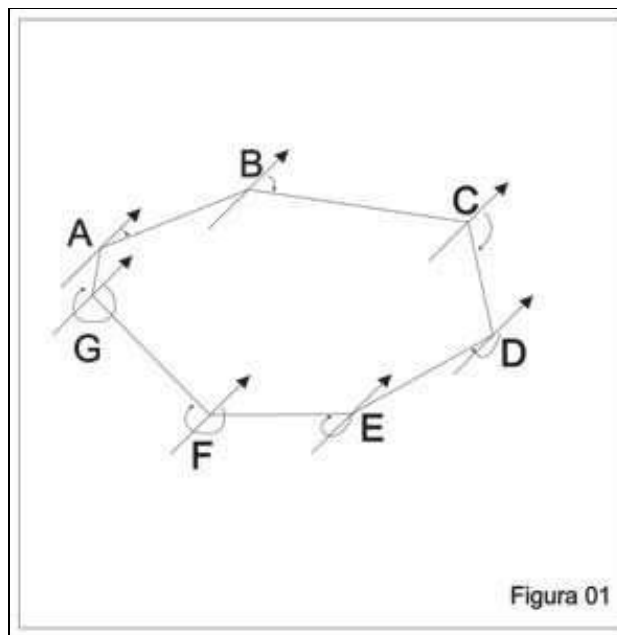
13- Métodos de levantamento topográficos planimétricos.

A seguir são descritos de forma sucinta os diversos métodos de levantamento topográficos planimétricos (**caminhamento irradiação**) e suas variações ou combinações (**intersecção**):

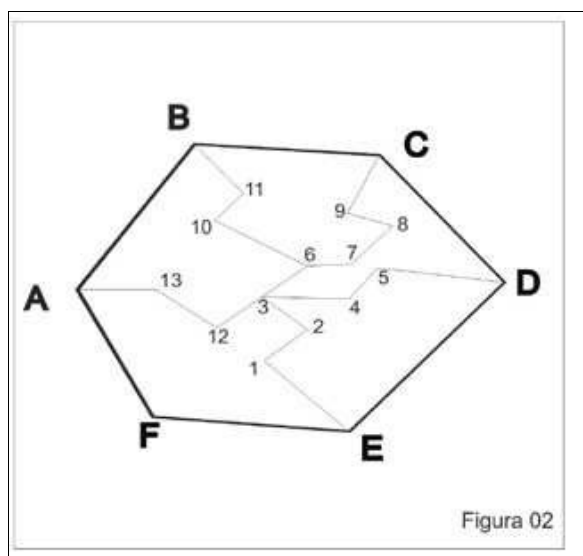
13.1- Caminhamento

O Caminhamento pode ser de dois tipos:

13.1.1- Principal: Conjunto de visadas sucessivas e interligadas de maneira a formar uma poligonal fechada em si mesma. (Figura 01).

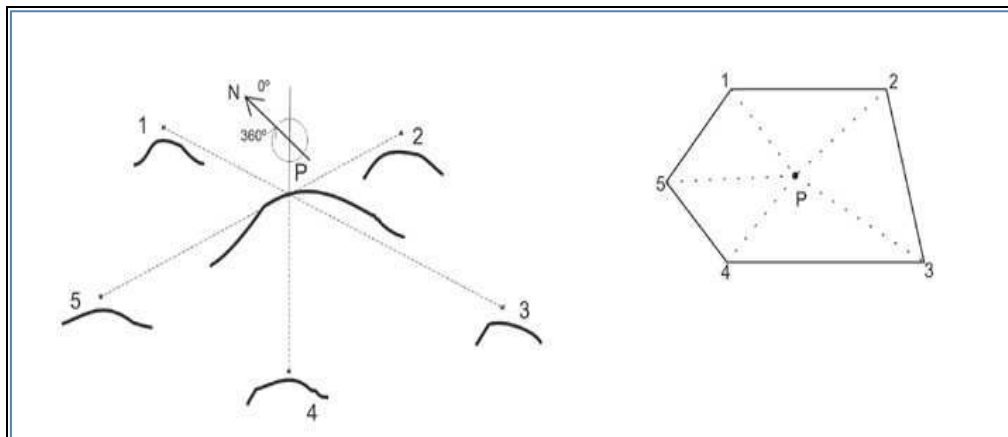


13.1.2- Secundário: Conjunto de visadas sucessivas e interligadas, mas formando uma poligonal aberta, ligando pontas já determinados na principal (Figura 2).



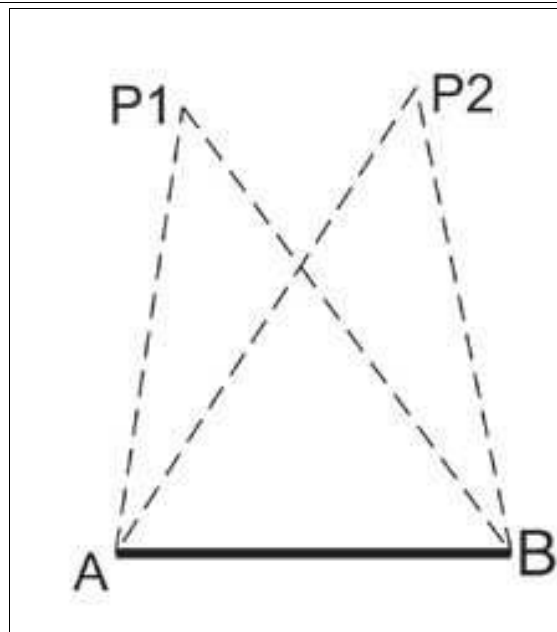
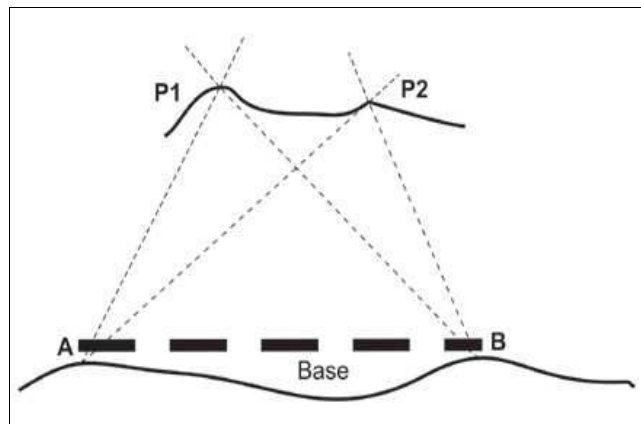
13.2- Irradiação

Processo de visadas radiais a partir de um ponto privilegiado da topografia (a cavaleiro), permitindo através do mesmo, fazer o giro do horizonte em 360° .

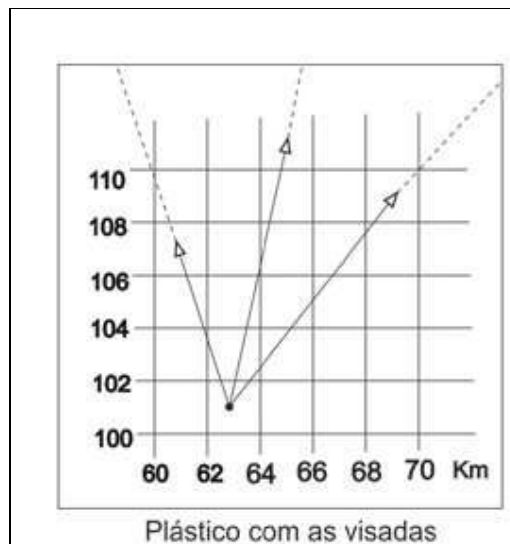
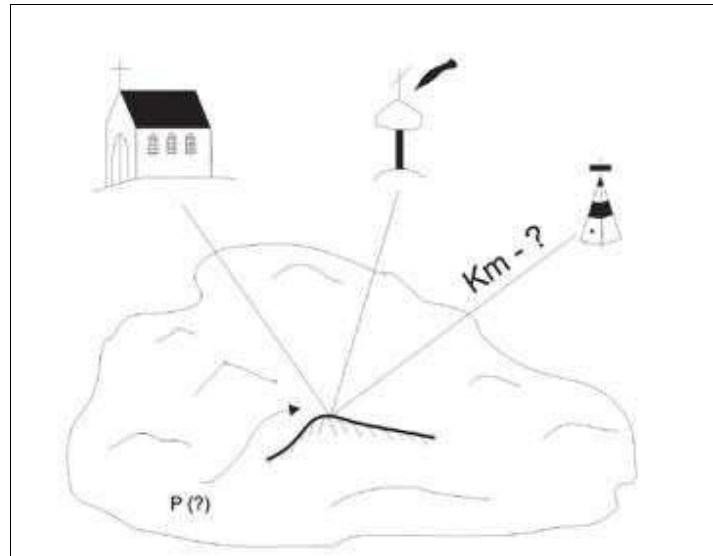


13.3- Intersecção: Processo de levantamento a partir de uma base de comprimento conhecido, ou de pontos fora da área a ser levantada.

13.3.1- Intersecção Direta (base)



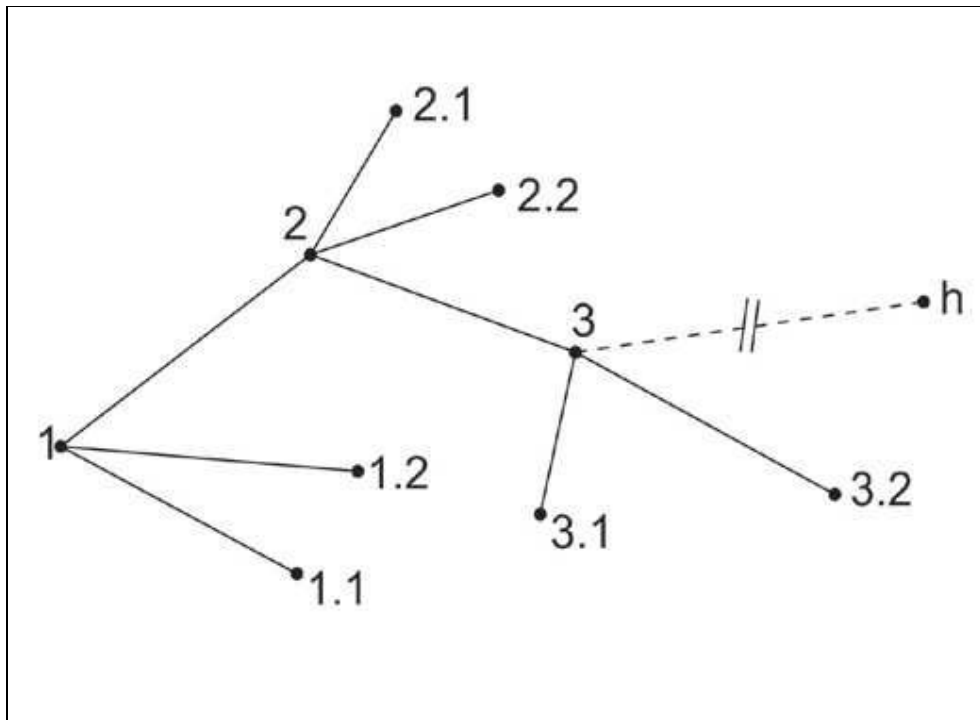
13.3.2- Intersecção Inversa (pontos de coordenadas conhecidas)



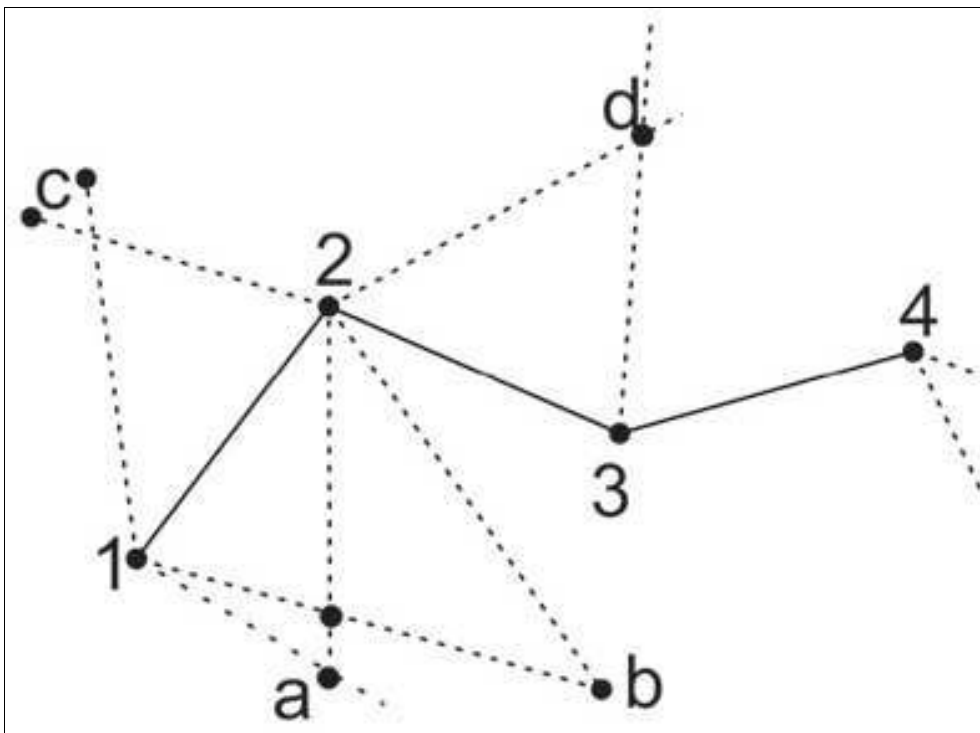
13.4- Levantamentos Combinados

Também existe a possibilidade de se combinar dois tipos de técnicas de levantamento, tais como:

13.4.1 - Caminhamento e Irradiação



13.4.2- Caminhamento e Intersecção

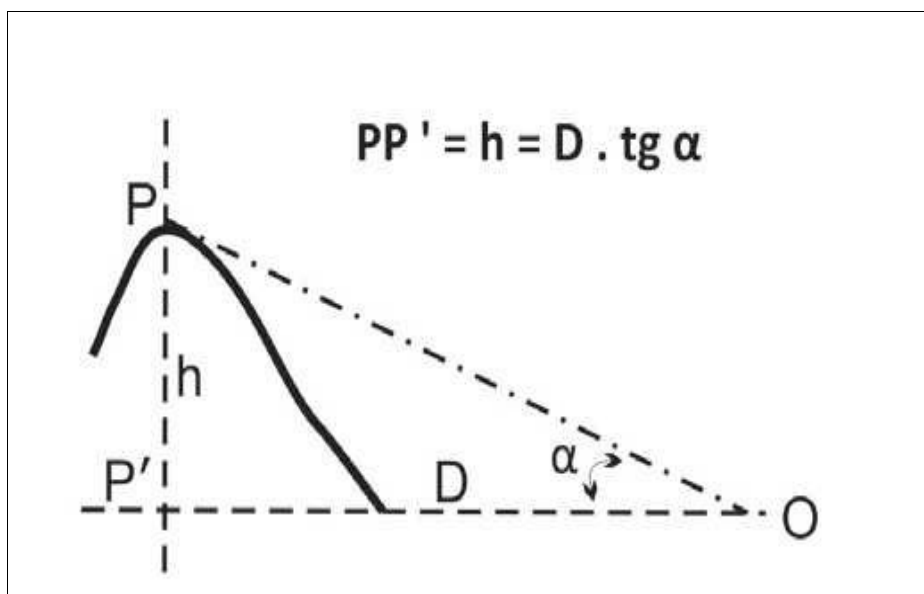
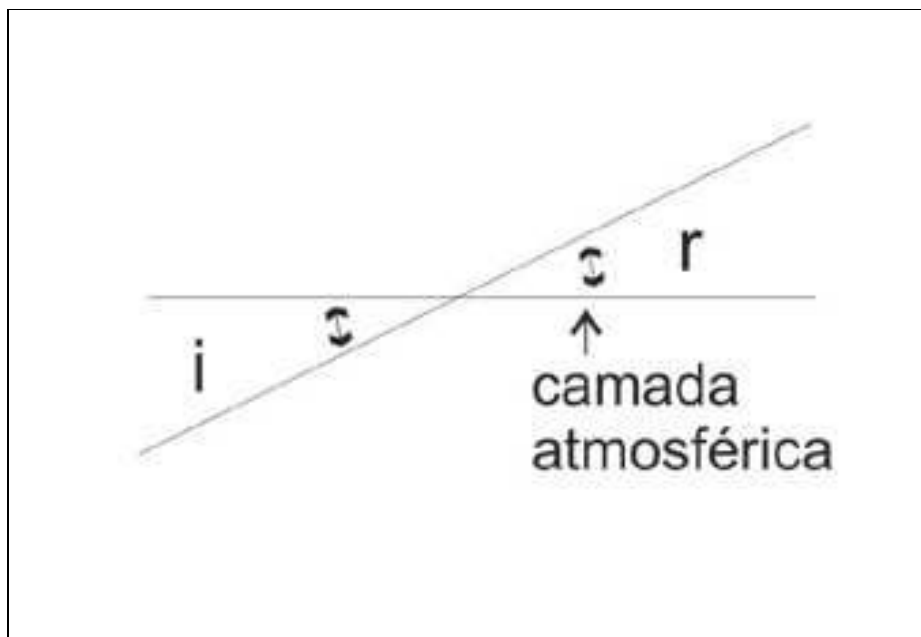


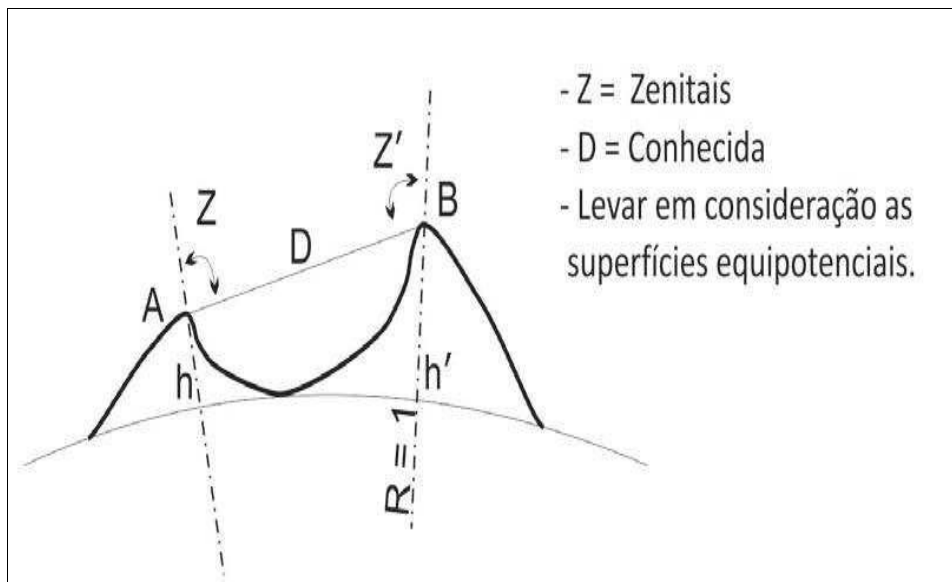
14- Métodos de levantamento topográfico altimétricos.

Os métodos de levantamento topográfico altimétricos (nivelamentos) podem ser divididos em barométricos; taqueométricos e geométricos conforme descritos a seguir:

14.1 - Geodésicos:

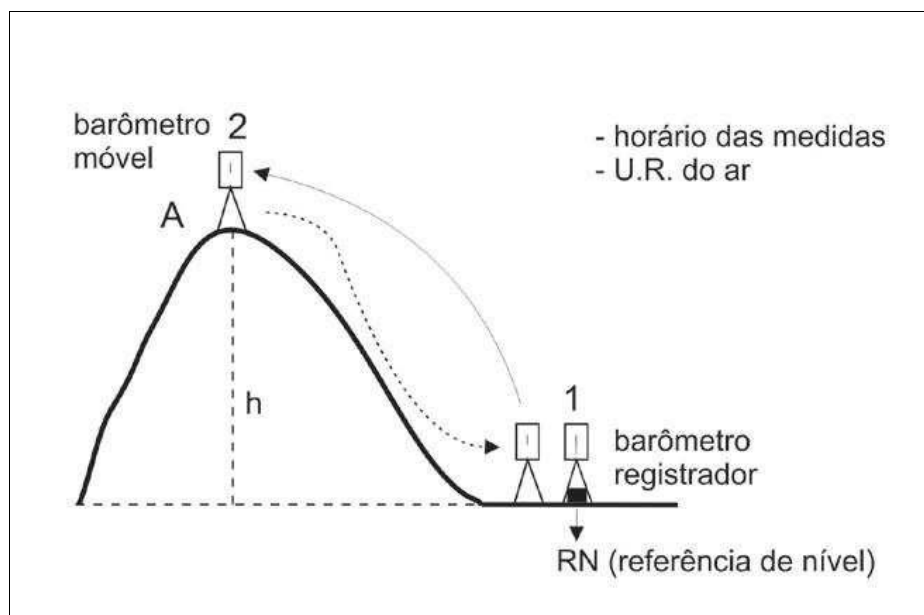
Efetuated through topographic measurements with the help of a theodolite to measure the height of a point. As we support our measurements in vertical angles, we must take into account atmospheric refraction.





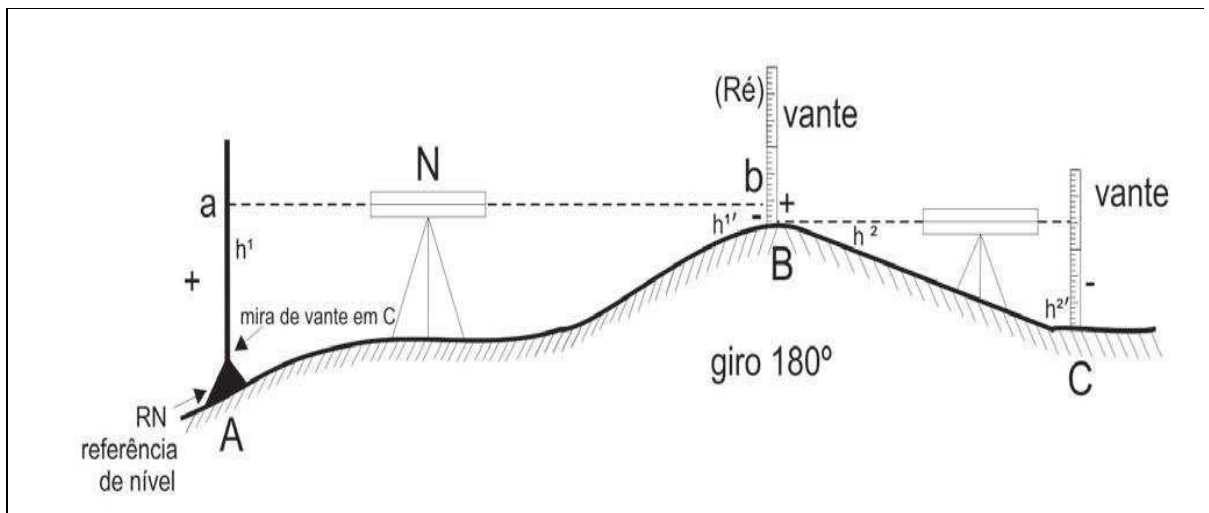
14.2- Barométrico:

Nivelamento efetuado através de um barômetro, de preferência de mercúrio, para registrar as diferenças de pressão atmosférica.



14.3- Geométrico:

Também chamado de nivelamento de precisão, uma vez que suas leituras são feitas em milímetros, através do aparelho ótico nível. Como instrumento auxiliar de medida, utilizamos a mira. A refração atmosférica não interfere nas leituras.



15- Posicionamento geográfico: coordenadas UTM e cartas topográficas

15.1- Sistema de coordenadas terrestres:

A superfície terrestre pode ser descrita geometricamente a partir de levantamentos geodésicos ou topográficos tendo como base sistemas de coordenadas distintos. Estes sistemas servem como referência para o posicionamento de pontos sobre uma superfície referência, que, como foi visto em capítulos anteriores, pode ser um elipsóide, uma esfera ou um plano.

Para a esfera é empregado o sistema coordenadas geográficas. Para o elipsóide é empregado o sistema de coordenadas geodésicas. Por fim, para o plano pode ser empregado um sistema de coordenadas cartesianas ou planas (x,y) e topográficas locais.

O sistema de coordenadas geográficas considera que qualquer ponto da superfície terrestre apresenta a mesma distância do centro da esfera. Para o posicionamento de um ponto, é necessário conhecer dois ângulos diedros, pois o raio do vetor é constante e conhecido. O par de coordenadas neste posicionamento é definido por uma rede geográfica formada por meridianos e paralelos (Figura abaixo). Um ponto na superfície terrestre pode ser localizado, assim, pela interseção de um meridiano e um paralelo.

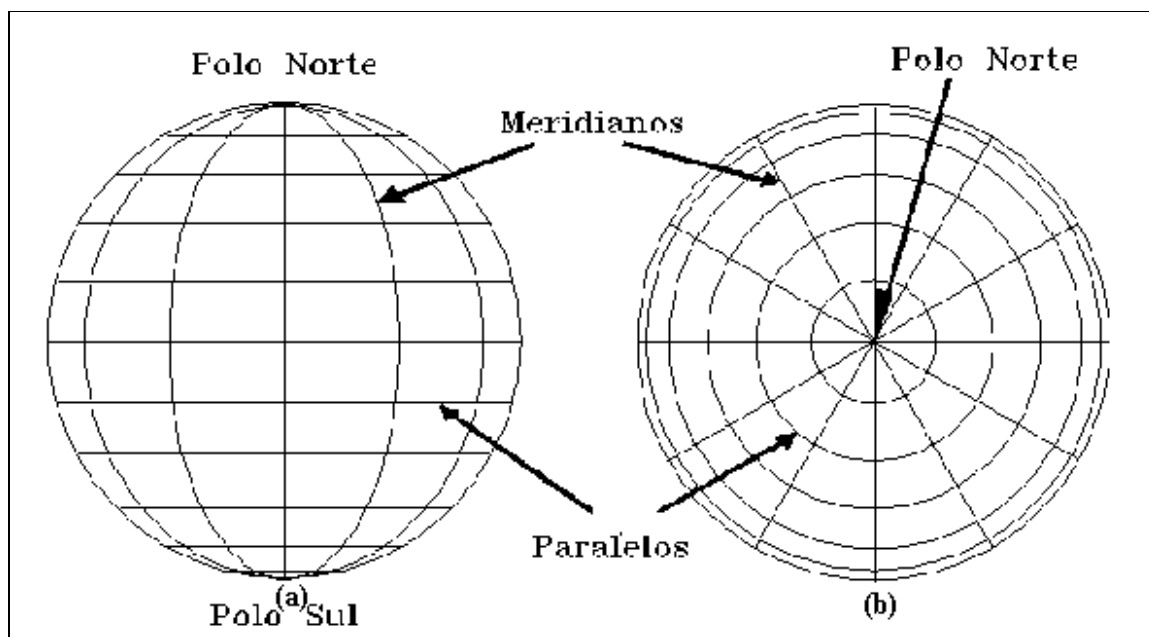


Figura: Meridianos e paralelos (a) perspectiva lateral, (b) perspectiva superior

Os meridianos são semicírculos gerados a partir da interseção de planos verticais que contém o eixo de rotação terrestre com a superfície da Terra. Um semicírculo define um meridiano que com seu antimeridiano formam um círculo máximo (Figura 5). O meridiano de origem (0°), denominado como Greenwich, com o seu antimeridiano (180°), divide a Terra em dois hemisférios: leste ou oriental e oeste ou ocidental. A leste deste meridiano, os valores da coordenadas são crescentes, variando entre 0° e $+180^\circ$. A oeste, as medidas são decrescentes, variando entre 0° e -180° .

16- Conceitos gerais

Neste último capítulo abordaremos alguns conceitos que podem ser utilizados no estudo teórico da topografia, bem como termos da tecnologia moderna que no dia a dia do técnico em mineração ou técnico em topografia serão comumente ouvidos e utilizados.

16.1 – Bluetooth

Existem diferentes receptores GPS, desde diversas marcas que comercializam soluções "tudo-em-um", até os externos que são ligados por cabo ou ainda por bluetooth.

Bluetooth é um protocolo padrão/especificação industrial para redes pessoais sem fio. O Bluetooth provê uma maneira de conectar e trocar informações entre dispositivos como telefones celulares, notebooks, computadores, impressoras, câmeras digitais e consoles de videogames digitais através de uma frequência de rádio de curto alcance globalmente licenciada e segura. As especificações do Bluetooth foram desenvolvidas e licenciadas pelo "Bluetooth Special Interest Group". O Bluetooth possibilita a comunicação desses dispositivos uns com os outros quando estão dentro do raio de alcance (pode variar de 1 a 100 metros). Os dispositivos usam um sistema de comunicação via rádio, por isso não necessitam estar na linha de visão um do outro, e podem estar até em outros ambientes, contanto que a transmissão recebida seja suficientemente potente.

Os receptores de GPS podem ser geralmente categorizados em termos de demandas de uso em: Geodésicos, Topográficos e de Navegação.

A diferenciação entre essas categorias, que a princípio pode parecer meramente de preço de aquisição é principalmente devido à precisão alcançada, ou seja a razão da igualdade entre o dado real do posicionamento, e o oferecido pelo equipamento. Sendo os mais precisos, com valores na casa dos milímetros, os receptores Geodésicos são utilizados por exemplo no levantamento topográfico apresentado para a Imissão de Posse de uma jazida.

Os topográficos, que tem características de trabalho semelhantes à categoria anterior, também possuem elevada precisão, geralmente na casa dos centímetros e são muito utilizados em obras de construção civil ou desenvolvimento de mina.

No caso da categoria de maior uso, a de navegação, embora possua menor precisão de posicionamento, tem inúmeras vantagens como o baixo preço de aquisição do aparelho e inúmeras aplicações, onde vê-se uma infinidade de modelos, tanto aqueles que integram diversos equipamentos como computadores de mão, celulares, relógios, etc., como aqueles dedicados exclusivamente ao posicionamento GPS, onde também encontramos aplicações para uso do dado de posicionamento em outros equipamentos como notebooks, rastreadores de veículos etc.

16.2 - Precisão e Acurácia

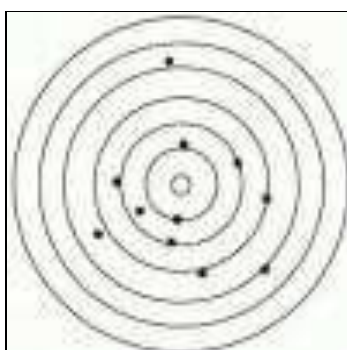
Ao se discutir sobre as características de um equipamento topográfico de precisão e sobre os resultados que se pode obter com os mesmo é importante compreender a diferença entre “precisão” e “acurácia”.

A precisão está ligada a repetitividade de medidas sucessivas feitas em condições semelhantes, estando vinculada somente a efeitos aleatórios.

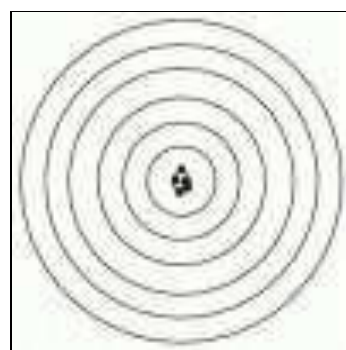
A acurácia expressa o grau de aderência das observações em relação ao seu valor verdadeiro, estando vinculada a efeitos aleatórios e sistemáticos.



Preciso e não acurado



Preciso e acurado



Não preciso e não acurado

O seguinte exemplo pode ajudar a compreender a diferença entre precisão e acurácia:

Um jogador de futebol está treinando cobranças de pênalti. Ele chuta a bola 10 vezes e nas 10 vezes acerta a trave do lado direito do goleiro. Este jogador foi extremamente preciso. Seus resultados não apresentaram nenhuma variação em torno do valor que se repetiu 10 vezes. Em compensação sua acurácia foi nula. Ele não conseguiu acertar o gol, “verdadeiro valor”, nenhuma vez.

16.3 Revisão matemática (trigonometria)

Ao se trabalhar com topografia é importante realizar uma revisão de unidades e trigonometria, conhecimentos necessários para o estudo dos diversos temas ligados aos estudos de topografia.

16.3.1 - Unidades de Medida

16.3.1 - Medida de Comprimento (metro)

A origem do metro ocorreu em 1791 quando a Academia de Ciências de Paris o definiu como unidade padrão de comprimento. Sua dimensão era representada por 1/10.000.000 de um arco de meridiano da Terra.

Em 1983, a Conferência Geral de Pesos e Medidas estabeleceu a definição atual do “metro” como a distância percorrida pela luz no vácuo durante o intervalo de tempo de 1/299.792.458 s. O metro é uma unidade básica para a representação de medidas de comprimento no sistema internacional (SI).

16.3.2 - Medida Angular

16.3.2.1 - Radiano

Um radiano é o ângulo central que subentende um arco de circunferência de comprimento igual ao raio da mesma. É uma unidade suplementar do SI para ângulos planos.

16.3.2.2 - Unidade Sexagesimal (Grau)

1 grau = 1/360 da circunferência

grau ° 1°

minuto ' 1' = 1°/60

segundo " 1" = 1°/3600

16.3.2.3 - Unidade Decimal (Grado)

1 grado = 1/400 da circunferência

Um grado é dividido em 100' e cada minuto tem 100".

16.4 – Termos técnicos muito utilizados

A terminologia utilizada em levantamentos topográficos e geodésicos, principalmente no que se refere à instrumentação, gera muita incerteza e mesmo conflito de interpretação na comunidade usuária. Na seqüência serão apresentados termos técnicos que podem contribuir para a compreensão do conteúdo abordado nesta

disciplina, como também para aprofundar a discussão da terminologia aplicada em instrumentação topográfica e geodésica (FAGGION, 2001).

METROLOGIA - Ciência das medições.

METROLOGIA CIENTÍFICA - Parte da metrologia que trata da pesquisa e manutenção dos padrões primários. No Brasil o Instituto Nacional de Metrologia (INMETRO) é o órgão que detém os padrões nacionais, no Laboratório Nacional de Metrologia, e que é encarregado de repassar os valores dos mesmos aos demais laboratórios nacionais, inclusive aos responsáveis pela metrologia legal.

METROLOGIA LEGAL - Parte da metrologia que trata das unidades de medida, métodos de medição e instrumentos de medição em relação às exigências técnicas e legais obrigatórias, as quais têm o objetivo de assegurar uma garantia pública do ponto de vista da segurança e da acurácia das medições. O principal objetivo estabelecido legalmente no campo econômico é proteger o consumidor enquanto comprador de produtos e serviços medidos, e o vendedor, enquanto fornecedor destes. Atualmente, não só atividades no campo comercial são submetidas à supervisão governamental em países desenvolvidos, mas também, instrumentos de medição usados em atividades oficiais, no campo médico, na fabricação de medicamentos, bem como nos campos de proteção ocupacional, ambiental e da radiação são submetidos, obrigatoriamente, ao controle metrológico. A exatidão das medições assume especial importância no campo médico face aos vários efeitos negativos que resultados de menor confiabilidade podem provocar à saúde humana.

AMBIGÜIDADE EM TEMPO - Condição em que se tenha mais do que um valor possível. Por exemplo, se um relógio de 24 horas mostra 15 horas, 5 minutos e 8 segundos, há uma ambigüidade em relação ao dia, mês e ano.

ACURÁCIA ou **EXATIDÃO** - Grau de conformidade de um valor medido ou calculado em relação à sua definição ou com respeito a uma referência padrão.

ACURÁCIA DE MEDIÇÃO - Grau de concordância entre o resultado de uma medição e um valor verdadeiro do mensurando.

ACURÁCIA DE UM INSTRUMENTO DE MEDIÇÃO - Aptidão de um instrumento de medição para dar respostas próximas a um valor verdadeiro.

CLASSIFICAR - consiste em distribuir em classes ou grupos segundo um sistema de classificação. A norma brasileira NBR13133 (Execução de levantamentos topográficos), define as classes que devem ser enquadrados os instrumentos baseando-se no desvio padrão de um conjunto de observações obtidas seguindo uma metodologia própria.

AJUSTABILIDADE - Capacidade de um dispositivo em reproduzir o mesmo valor quando parâmetros específicos são ajustados independentemente sob condições estabelecidas de uso.

CALIBRAÇÃO - conjunto de operações que estabelece, em condições especificadas, a correlação entre valores de quantidades indicados por um instrumento de medida, ou sistema de medida, ou uma medida materializada e os verdadeiros convencionais da grandeza medida.

Observações:

- 1) o resultado de uma calibração permite determinar os valores das medidas indicadas ou as correções relativas aos valores indicados.
- 2) uma calibração também pode determinar outras propriedades metrológicas como, por exemplo, a influência da aplicação das correções nas medições.
- 3) o resultado de uma calibração pode ser registrado em um documento, chamado de certificado de calibração ou relatório de calibração. Não se efetua junto da calibração nenhuma intervenção e nenhuma alteração no aparelho de medição. Todavia, eventualmente a possibilidade de eliminar os desvios mediante a fixação dos valores de correção existe.

CERTIFICAÇÃO - Procedimento pelo qual um organismo imparcial credenciado atesta por escrito que o sistema ou pessoas são competentes para realizar tarefas específicas.

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO - Documento que atesta e fornece ao proprietário do equipamento as informações necessárias para a interpretação dos resultados da calibração, e a metodologia utilizada no processo de calibração.

ENVELHECIMENTO - Mudança sistemática em frequência, ao longo do tempo, devido a mudanças internas em um oscilador. Por exemplo, a frequência de 100 kHz de um oscilador a quartzo pode envelhecer até que sua frequência se torne 100,01 kHz (ver deslizamento).

FAIXA NOMINAL - Faixa de indicação que se pode obter em uma posição específica dos controles de um instrumento de medição.

FAIXA DE MEDIÇÃO - Conjunto de valores de um mensurando, para o qual se admite que o erro de um instrumento de medição mantenha-se dentro dos limites especificados.

INSTRUMENTO DE MEDIÇÃO - dispositivo utilizado para uma medição, sozinho ou em conjunto com dispositivo(s) complementar (es).

INCERTEZA DE MEDIÇÃO - Parâmetro associado ao resultado de uma medição, que caracteriza a dispersão dos valores que podem ser fundamentalmente atribuídos a um mensurando.

FASE - Medida de uma fração do período de um fenômeno repetitivo, em relação a alguma característica bem definida do fenômeno em si. Nos serviços de frequência padrão e sinais horários, são consideradas principalmente as diferenças de fase em tempo, tais como as diferenças de tempo entre duas fases identificadas do mesmo fenômeno ou de dois fenômenos diferentes.

FREQÜÊNCIA - Razão de variação temporal de um fenômeno periódico.

PADRÃO - Medida materializada, instrumento de medição, material de referência ou sistema de medição destinado a definir, realizar, conservar ou reproduzir uma unidade ou um ou mais valores de uma grandeza para servir como referência.

PADRÃO INTERNACIONAL - Padrão reconhecido por um acordo internacional para servir, internacionalmente, como base para estabelecer valores a outros padrões da grandeza a que se refere.

PADRÃO NACIONAL - Padrão reconhecido por uma decisão nacional para servir, em um país, como base para estabelecer valores a outros padrões da grandeza a que se refere.

PADRÃO PRIMÁRIO - Padrão que é designado ou amplamente reconhecido como tendo as mais altas qualidades metrológicas e cujo valor é aceito sem referência a outros padrões de mesma grandeza.

PADRÃO SECUNDÁRIO - Padrão cujo valor é estabelecido por comparação a um padrão primário da mesma grandeza.

PADRÃO DE REFERÊNCIA - Padrão, geralmente tendo a mais alta qualidade metrológica disponível em um dado local ou em uma dada organização, a partir do qual as medições lá executadas são derivadas.

PADRÃO DE TRABALHO - Padrão utilizado rotineiramente para calibrar ou controlar medidas materializadas, instrumentos de medição ou materiais de referência.

PRECISÃO - O grau de concordância mútua entre uma série de medidas individuais. A precisão é muitas vezes, mas não necessariamente, expressa pelo desvio padrão das medidas.

RASTREABILIDADE - Propriedade do resultado de uma medição ou do valor de um padrão estar relacionado a referências estabelecidas, geralmente padrões nacionais ou internacionais, através de uma cadeia contínua de comparações, todas tendo incertezas estabelecidas.

REPRODUTIBILIDADE - Quando se refere às medidas realizadas por um conjunto independente de dispositivos semelhantes, a reprodutibilidade constitui a habilidade desses dispositivos em reproduzir os mesmos resultados.

RESOLUÇÃO - Resolução de uma medida é o algarismo menos significativo que pode ser medido, e depende do instrumento utilizado para realizar a medida. Por exemplo, a medida de deslocamentos lineares feitos com um interferômetro LASER pode ter uma resolução de 1mm.

VERIFICAÇÃO - Conjunto de operações, compreendendo o exame, a marcação ou selagem (ou) emissão de um certificado e que constate que o instrumento de medir ou medida materializada satisfaz às exigências regulamentares.

17- Bibliografia

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 13133: Execução de levantamento topográfico**. Rio de Janeiro, 1994. 35p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 10068: Folha de desenho - leiaute e dimensões**. Rio de Janeiro, 1987. 6 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 10582: Conteúdo da folha para desenho técnico**. Rio de Janeiro, 1988. 5 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 14166: Rede de referência cadastral municipal - procedimento**. Rio de Janeiro, 1998. 23p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 8196, Emprego de escalas em Desenho Técnico: Procedimentos**. Rio de Janeiro, 1983.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **O que é Normalização**. Disponível em: <http://www.abnt.org.br/normal_oque_body.htm > .
- BARBOSA, L. G. **Proposta de unificação do sistema altimétrico da Grande São Paulo**. São Paulo, 1996. 107p. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.
- BIBVIRT - Biblioteca virtual do estudante brasileiro. **Aula 3 Normalização no Brasil**. Disponível em: <<<http://www.bibvirt.futuro.usp.br/index.html?principal.html&2>>>
- BRASIL, Ministério do Exército, Estado Maior do Exército, Manual Técnico - Serviço Geográfico. **Nivelamento Geométrico**. 1975.
- FUNDAMENTOS DE TOPOGRAFIA Luis A. K. Veiga/Maria A. Z. Zanetti/Pedro L. Faggion 269
- BRASIL. Ministério do Planejamento e Orçamento, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Diretoria de Geociências, Departamento de Geodésia. **Especificações e normas gerais para levantamentos geodésicos, coletânea de normas vigentes**. 1998.
- BURCHARD, B.; HARMAN, P. COGO A GO-GO. CADALYST, V.15, N.6, P.56-64, JUN. 1998.
- CAMPBELL, J. **RS 232 Técnicas de interface**. São Paulo: EBRAS, 1986. 158 p.
- CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DO PARANÁ (CEFET). **Matemática, ETE's e CEFET's: Trigonometria**. Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná: Curitiba, 1984.
- CINTRA, J. P. **Automação da Topografia: do campo ao projeto**. Tese apresentada à EPUSP para obtenção do título de livre docente junto ao Departamento de Engenharia de Transportes na área de Informações Espaciais. São Paulo, junho de 1993. 120 p.

CINTRA, J. P. **Topografia Notas de Aula**. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Transportes, Laboratório de Topografia e Geodésia. Disciplina de Topografia Básica PTR 285. São Paulo, 1996.

DOUBECK, A. **Topografia**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 1989.

ESPARTEL, L. **Curso de Topografia**. 9 ed. Rio de Janeiro, Globo, 1987.

FAGGION, P. L. **Determinação do Fator de Escala em Estações Totais e MED Utilizando Observações de Campo e Laboratório**, Curitiba, 1999. 45f. Seminário Apresentado ao Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas da Universidade Federal do Paraná.

FAGGION, P. L. **Obtenção dos Elementos de Calibração e Certificação de Medidores Eletrônicos de Distância em Campo e Laboratório**. Curitiba, 2001, 134f. Tese (Doutorado em Ciências Geodésicas) - Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná.

GEMAEL, C. **Introdução ao ajustamento de observações: aplicações geodésicas**. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 1994. 319 p. IBGE. **Web Site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em:
<http://www.ibge.gov.br/home/geografia/geodesico/altimetrica.shtm>

FUNDAMENTOS DE TOPOGRAFIA Luis A. K. Veiga/Maria A. Z. Zanetti/Pedro L. Faggion 271

JOLY, F. **A Cartografia**. Tradução de Tânia Pellegrini. Campinas: Papyrus, 1990.

KAHMEN, H. FAÍG, W. **Surveyng -New York**. Editora: de Gruyter, 1988. 578p.

LEICA. Leica industrial theodolites and total station. Disponível em:
<http://www.leica.com/indust-metrology/product/tdm5005.html> .

LEICA. **Leica product homepage**. Disponível em:
http://www.leica.com/surveying/product/pem_card.htm .

MARQUES, A. L. et al. **Projeto piloto de cartografia para pequenas áreas urbanas**. Curitiba, 1993. Trabalho de graduação (disciplina Projeto Final). Departamento de Geociências. Universidade Federal do Paraná.

FUNDAMENTOS DE TOPOGRAFIA Luis A. K. Veiga/Maria A. Z. Zanetti/Pedro L. Faggion 272

MEDEIROS, Z. F. **Considerações sobre a metodologia de levantamentos altimétricos de alta precisão e propostas para a sua implantação**. Curitiba, 1999. 142f. Dissertação (Mestrado em Ciências Geodésicas) - Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas, Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná.

OLIVEIRA, L. A. A. **Comunicação de dados e teleprocessamento**. São Paulo: Atlas, 1986. 156 p.

PENTAX. Asahi Precision CO. LTD. Disponível em:
http://www.pentax.co.jp/apc/productE/pro_d/list.html.

RIBEIRO, F. C., Os softwares vão a campo. **Infogeo**, ano 1, n.4, p.22-3, nov/dez 1998.

SILVA, I. Instrumentos topográficos modernos topografia moderna. In: Congresso Brasileiro de Cartografia, 16., 1993, Rio de Janeiro. Anais...Rio de Janeiro: SBC, 1993. p.252-60.

FUNDAMENTOS DE TOPOGRAFIA Luis A. K. Veiga/Maria A. Z. Zanetti/Pedro L. Faggion 273

SOKKIA. Sokkia Products Ranger. Disponível em:
<http://www.sokkia.com/products/ranger.html>

THE EARTH'S MAGNETIC FIELD. Disponível em
<http://www.geocities.com/CapeCanaveral/Lab/6488/magfield.html> .

TOPCON. Data Collectors. Disponível em:
<http://www.topcon.com/DCOLLECT.htm>.

VEIGA, L. A. K. **Sistema para Mapeamento Automatizado em campo: conceitos, metodologia e implantação de um protótipo**. São Paulo, 2000. 201p. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

FUNDAMENTOS DE TOPOGRAFIA Luis A. K. Veiga/Maria A. Z. Zanetti/Pedro L. Faggion 274

VEIGA, L. A. K.; CINTRA, J. P. Estações totais e a interface com o computador. In: **Simpósio Latino Americano de Agrimensura e Cartografia**. 2., 2000, Foz do Iguaçu. **Resumos...** Foz do Iguaçu, 2000.

WILD TC2002. **User manual**. Heerbrugg, Suíça. 1994.

Hino Nacional

Ouviram do Ipiranga as margens plácidas
De um povo heróico o brado retumbante,
E o sol da liberdade, em raios fúlgidos,
Brilhou no céu da pátria nesse instante.

Se o penhor dessa igualdade
Conseguimos conquistar com braço forte,
Em teu seio, ó liberdade,
Desafia o nosso peito a própria morte!

Ó Pátria amada,
Idolatrada,
Salve! Salve!

Brasil, um sonho intenso, um raio vívido
De amor e de esperança à terra desce,
Se em teu formoso céu, risonho e límpido,
A imagem do Cruzeiro resplandece.

Gigante pela própria natureza,
És belo, és forte, impávido colosso,
E o teu futuro espelha essa grandeza.

Terra adorada,
Entre outras mil,
És tu, Brasil,
Ó Pátria amada!
Dos filhos deste solo és mãe gentil,
Pátria amada, Brasil!

Deitado eternamente em berço esplêndido,
Ao som do mar e à luz do céu profundo,
Fulguras, ó Brasil, florão da América,
Iluminado ao sol do Novo Mundo!

Do que a terra, mais garrida,
Teus risonhos, lindos campos têm mais flores;
"Nossos bosques têm mais vida",
"Nossa vida" no teu seio "mais amores."

Ó Pátria amada,
Idolatrada,
Salve! Salve!

Brasil, de amor eterno seja símbolo
O lábaro que ostentas estrelado,
E diga o verde-louro dessa flâmula
- "Paz no futuro e glória no passado."

Mas, se ergues da justiça a clava forte,
Verás que um filho teu não foge à luta,
Nem teme, quem te adora, a própria morte.

Terra adorada,
Entre outras mil,
És tu, Brasil,
Ó Pátria amada!
Dos filhos deste solo és mãe gentil,
Pátria amada, Brasil!

Hino do Estado do Ceará

Poesia de Thomaz Lopes
Música de Alberto Nepomuceno
Terra do sol, do amor, terra da luz!
Soa o clarim que tua glória conta!
Terra, o teu nome a fama aos céus remonta
Em clarão que seduz!
Nome que brilha esplêndido luzeiro
Nos fulvos braços de ouro do cruzeiro!

Mudem-se em flor as pedras dos caminhos!
Chuvas de prata rolem das estrelas...
E despertando, deslumbrada, ao vê-las
Ressoa a voz dos ninhos...
Há de florar nas rosas e nos cravos
Rubros o sangue ardente dos escravos.
Seja teu verbo a voz do coração,
Verbo de paz e amor do Sul ao Norte!
Ruja teu peito em luta contra a morte,
Acordando a amplidão.
Peito que deu alívio a quem sofria
E foi o sol iluminando o dia!

Tua jangada afoita enfune o pano!
Vento feliz conduza a vela ousada!
Que importa que no seu barco seja um nada
Na vastidão do oceano,
Se à proa vão heróis e marinheiros
E vão no peito corações guerreiros?

Se, nós te amamos, em aventuras e mágoas!
Porque esse chão que embebe a água dos rios
Há de florar em meses, nos estios
E bosques, pelas águas!
Selvas e rios, serras e florestas
Brotem no solo em rumorosas festas!
Abra-se ao vento o teu pendão natal
Sobre as revoltas águas dos teus mares!
E desfraldado diga aos céus e aos mares
A vitória imortal!
Que foi de sangue, em guerras leais e francas,
E foi na paz da cor das hóstias brancas!



GOVERNO DO
ESTADO DO CEARÁ
Secretaria da Educação