

**MUSEU DE TOPOGRAFIA PROF. LAUREANO IBRAHIM CHAFFE**  
**DEPARTAMENTO DE GEODÉSIA - UFRGS**

**TOPOGRAFIA APLICADA A OBRAS DE ENGENHARIA**  
**E ARQUITETURA**

Texto original: **Topografia Global**

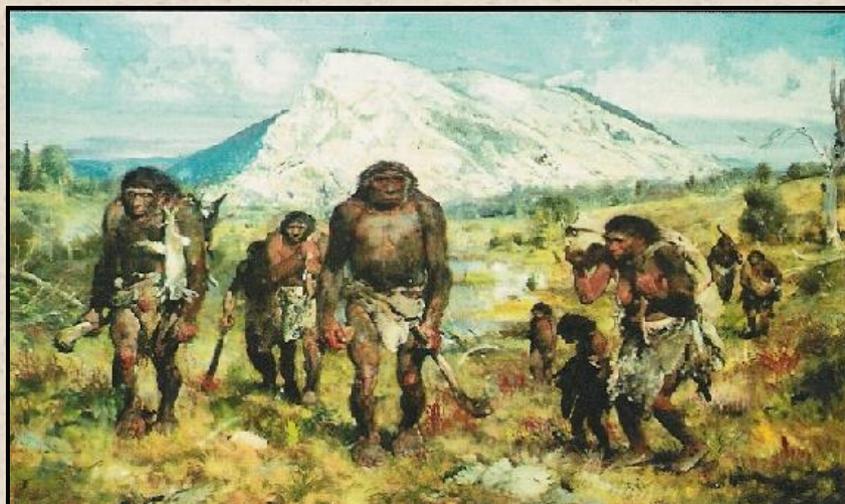
<http://www.topografiaglobal.com.ar/archivos/teoria/ta.html>

Junho/2012

Tradução e ampliação: **Iran Carlos Stalliviere Corrêa-IG/UFRGS**

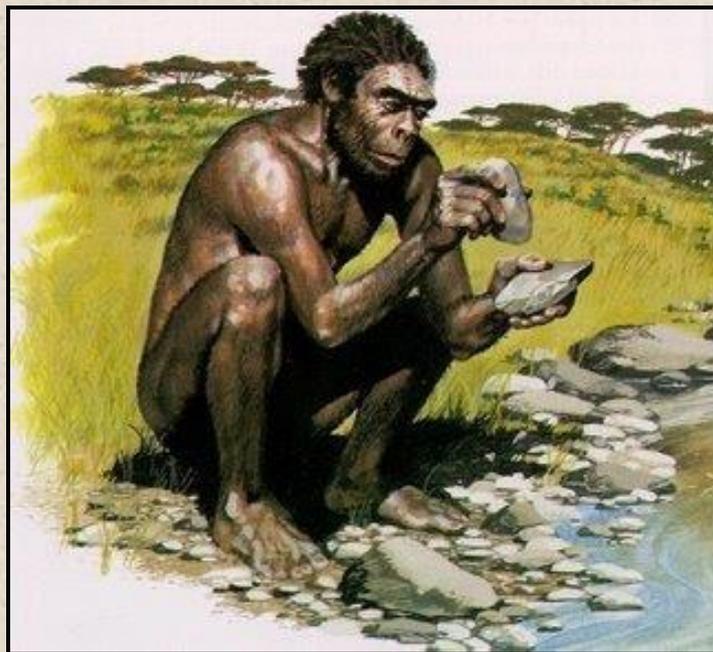
## **Histórico**

Ao se imaginar os primeiros humanos caminhando sobre a superfície da Terra, há milhares de anos atrás, pode-se associar a estes seres débeis e indefensos, a luta por sua própria sobrevivência contra um clima e um meio totalmente hostil, lutando contra os animais e inclusive contra seus primos antropóides. Esta vitória obtida pelos primeiros homens é o que alguns historiadores chamam de "**o autêntico milagre da criação**", e esse só foi possível a partir da única vantagem que possuía o homem sobre o resto dos seres vivos, a **INTELIGÊNCIA**, a habilidade em fabricar utensílios e a possibilidade de usar as mãos. Passaram-se muitos milênios para que o homem abandonasse sua etapa de animal predador, para dar o grande salto para a história, indo desde a primitiva economia destrutiva até à economia de produção e conservação.



*Primeiros hominídeos*

Devido às mudanças climáticas do final do Quaternário, os grandes rebanhos e, por conseguinte, o homem, migram para as bacias dos grandes rios e ali iniciam a prática dos primeiros cultivos e da domesticação dos animais. Esta nova forma de vida é conhecida pelo nome de **economia neolítica**. A atividade agrícola vincula estreitamente o homem com a terra, o hábitat se transforma, o refúgio temporal cede lugar ao estável, a economia de produção exige uma nova indústria; a de ferramentas para a lavoura e para a fabricação de armas, não sendo estas somente para a caça, senão também para a guerra, pois estes têm que defender os frutos obtidos. Com a revolução urbana, ocorrem as trocas de religião, da arte e da cultura. Muda o homem. Esta etapa ocorre entre 9.000 e 6.000 anos a.C.. Em suas origens o povável é que teve início com uma imensa aglomeração de casas, ligadas umas as outras formando um bloco inexpugnável, plantas retangulares, trechos planos com entrada pelo telhado.



*Primitivas ferramentas*

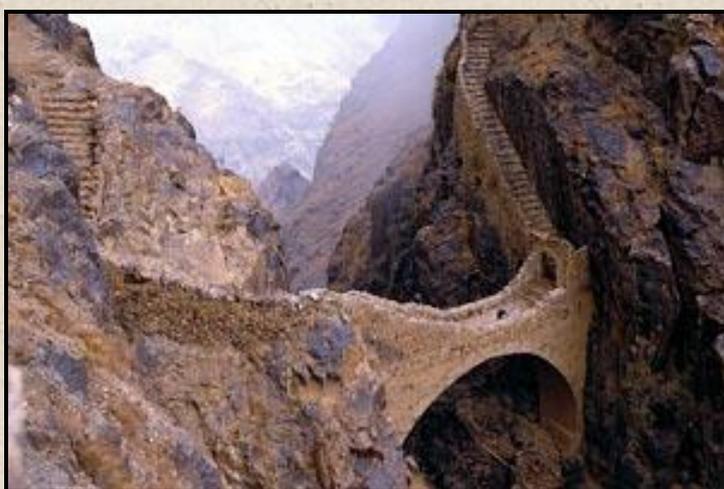
Posteriormente, na **cultura megalítica**, a incorporação da indústria metalúrgica muda fundamentalmente o desenho urbano. As casas são retangulares, distribuídas ao redor do palácio e dos templos, geralmente protegidas por robustas muralhas, com torres de defesa tronco-cônicas. Aparecem neste período as construções em círculo e os tetos em abóbodas. Inclusive existem povoados, como o de Alcaydús, em Minorca, construídos por múltiplos recintos circulares tangentes entre si.

A **Mesopotâmia** foi berço de um conjunto de civilizações (Suméria, Acadiana, Babilônica, Assíria e Caldeia). A primeira cultura urbana conhecida é a dos **Sumérios**, a qual chama a atenção dos historiadores pelos conhecimentos que possuíam em matemática e astronomia, e as aplicações da geometria prática (topografia) na construção de obras de engenharia e canais de irrigação.



*Cidade da Mesopotâmia*

Destacam-se as construções encontradas nas cidades-estados de Lagash, Umma, Nippur e Uruk, edificadas 4.000 anos a.C., nelas se construíram os primeiros diques que se conhecem e se desenvolveram sistemas de irrigação quase perfeitos. A arquitetura era monumental e religiosa. Em Uruk, por exemplo, foi encontrado um templo de 55m x 22m e paralelo a este, outro de 83m x 253m. A perfeita simetria de suas naves, corredores, colunas e o manejo de planos horizontais em distintos níveis, faz supor o emprego de algum primitivo e rudimentar instrumento de medição.



*Ponte e caminho de pedras*

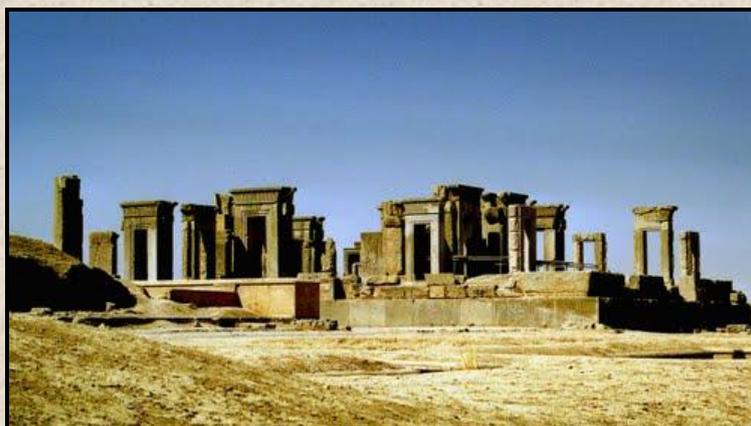
Na **Babilônia**, o rei Nabucodonosor foi célebre, não por suas conquistas, mas sim pela construção da Cidade, na qual construiu numerosos palácios, templos, pontes e uma grande muralha de 25m de espessura que rodeava toda a cidade. Chama também a atenção os jardins suspensos e a disposição das macieiras, pois as ruas eram retas e se cortavam perpendicularmente. O sistema numérico era sexagesimal (o círculo graduado tinha 360°).



*Jardins Suspensos da Babilônia*

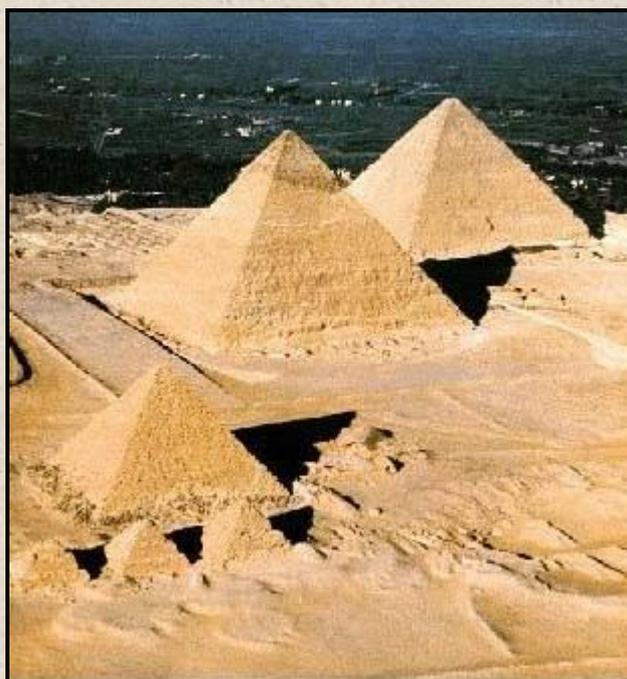
Os Assírios assombraram com suas construções sobre terraços com escadas, rampas, desníveis e planos inclinados.

Outros povos vizinhos e com uma cultura urbana milenar, foram os **Persas**, de quem podemos mencionar a construção da cidade de **Persépolis**, na qual se observam vários eixos de simetria rigorosamente perpendiculares entre si. Também é de se destacar o templo mandado construir por Salomão, rei hebreu, 950 a.C., que tinha 450m x 300m e que fora projetado por Arquitetos e reformado por Geômetras Fenícios trazidos expressamente para sua construção.



*Palácio de Dario em Persépolis*

Merece uma especial atenção a **cultura egípcia**, para a qual disse o historiador J. Vercoutter: *...ao neolítico se remontam os primeiros esforços do acondicionamento do vale do Nilo pelo homem...* os cultivos das terras do vale só podiam ocorrer se efetuados sob dupla condição: havia que se proceder a drenagem dos terrenos lamacentos das bordas do leito do rio uma vez terminada as cheias, e, em continuação havia que irrigar os campos. Criou-se um sistema de drenagem, com enseadeiras de retenção, diques e açudes niveladores e canais de irrigação.



*Pirâmides do Egito*

De outra parte, outros historiadores, neste caso Trevisand e Sinland disseram em suas narrativas; *...se refletirmos acerca das monumentais tumbas e dos grandiosos templos e palácios, que os egípcios construíram, chegamos à conclusão que seus conhecimentos das matemáticas e da geometria prática deviam ser consideráveis.* Havia três tipos de tumbas: a mastaba, a pirâmide e o hipógeo. Para dar uma ideia de dimensões, a grande pirâmide mede 147m de altura e tem 227m de lado, o que significa 2.500.000 m<sup>3</sup> de volume (2.500 a.C!).

Falta agregar que na arquitetura religiosa se destacavam os grandes templos e os templos em cavernas, escavados dentro da rocha. E finalmente, as estatuas monumentais e os colossos.



*O Parthenon em Atenas*

Aparentemente, desde o início da história do homem, este tem estado ocupado em guerrear, primeiro pela subsistência, depois para dominar e escravizar outros povos, para fundar impérios, para estabelecer colônias ou bem, em desgastantes guerras de independência. Contudo, paralelamente, outros homens, iam desenvolvendo o potencial espiritual através da arte, da arquitetura e posteriormente da literatura.

Para poder construir essas obras de **ENGENHARIA**, por ele imaginadas, necessitou elaborar tratados de geometria e matemática. Assim nasceram e foram passando de geração em geração, primeiro na forma oral e depois na forma escrita. Assim preservaram a escrita em papiros ou tábuas cuneiformes, que zelosamente eram guardadas pelos sacerdotes, em todas as culturas e em todas as épocas. Por exemplo, os papiros matemáticos (**Papiros Rhind e de Moscou**), escritos sob o império da V ou VI dinastia, 2.350-2.000 a.C., são segundo os historiadores uma verdadeira enciclopédia.



*Papiro de Rhind e Papiro de Moscou*

Podemos dizer então, sem temor em equivocarnos, que as Medições Topográficas aplicadas às obras de Engenharia e Arquitetura, são tão antigas como é a evolução cultural do homem, tendo surgido muito antes que outras ciências e era considerada tão sagrada como a medicina ou a religião.



*Pirâmide em Degraus*

## **Classificação de obras de engenharia**

As obras de Engenharia podem ser classificadas a partir de vários pontos de vista:

- Por sua natureza técnica
- Pelos métodos construtivos
- Por seu desenvolvimento em planta
- Por seu desenvolvimento em altura
- Pelas condições de funcionamento, etc.

Ao agrimensor lhe interessa uma classificação que leve em conta as condições ou as características das obras, relacionadas com o aspecto **GEOMÉTRICO** das mesmas, tanto no que se relaciona a natureza e precisão dos levantamentos requeridos para o projeto, como para a locação e controle do avanço das obras.

Ainda assim, adotando um único ponto de vista, o geométrico, é possível conceber uma ampla gama de critérios de classificação e graus de subdivisão, segundo sejam os aspectos específicos a se considerar.

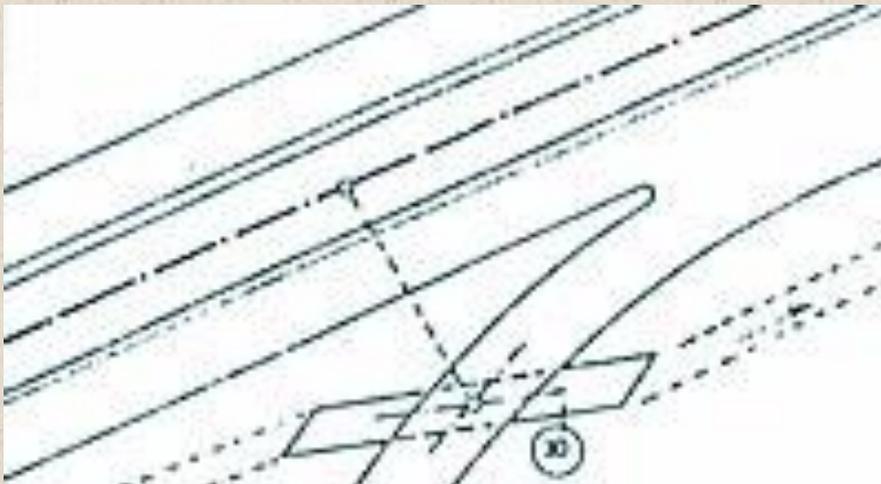
Sem pretender fazer uma revisão integral de todas as possibilidades de classificação, para este desenvolvimento, adotaremos a seguinte:

### **I. Obras de desenvolvimento linear**

### **II. Obras de desenvolvimento superficial**

Pertencem ao **primeiro grupo**, todas aquelas obras que possuem um eixo longitudinal principal, sobre o qual se desenvolvem a obra.

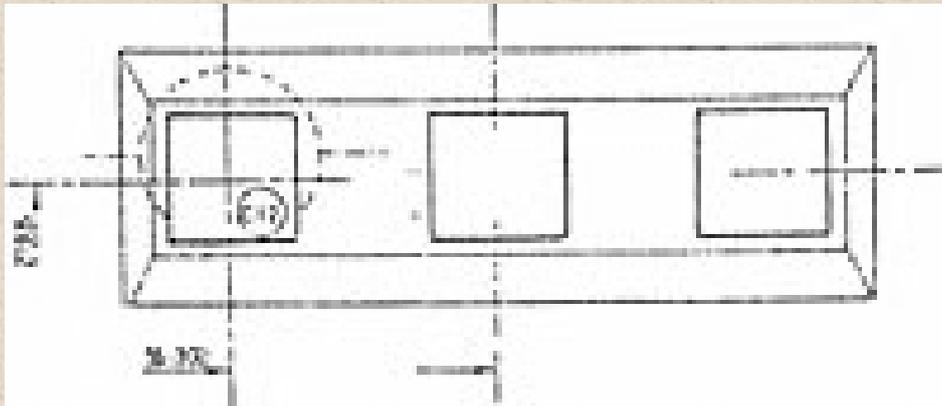
Todas as partes componentes dessa obra estarão referidas ou vinculadas ao eixo principal e a distância transversal, a que se encontra *do mesmo*.



Obra N° 30  
Tipo 41211  
 $h = 2\text{m}$   
 $l = 2\text{m}$   
 $J = 36,80\text{m.}$   
 $\alpha = 30^\circ$   
Progres. = 12530  
dist. = 47,50m.

No croqui acima vemos uma obra de **desenvolvimento linear**, que corresponde a uma estrada, nesta o eixo de referência é o eixo do traçado da estrada. Observa-se sobre o croqui a presença de um canal de esgoto, subterrâneo, que se encontra também referenciado ao eixo da estrada.

As obras enquadradas no **segundo grupo** se desenvolvem ao redor de um polo ou centro, cobrindo uma superfície mais ou menos ampla. Todas as partes componentes deste tipo de obra são referenciadas por coordenadas retangulares que estão relacionadas a um par de eixos principais, perpendiculares entre si.



No croqui acima se observa parte de uma obra de desenvolvimento superficial, uma obra de engenharia. Um ponto qualquer, neste caso o centro de uma coluna, está referido a um sistema de duas coordenadas (X e Y).

Algumas vezes se adotam outros eixos, secundários ou auxiliares, paralelos ou inclinados em relação aos eixos principais, porém sempre referidos a estes. Isto ocorre frequentemente, quando em uma obra, há outras obras com outro tipo de estrutura e conseqüentemente com outras tolerâncias construtivas. Este exige, para sua locação e controle, a disponibilidade de



um sistema local de referência, porém sempre vinculado ao **Sistema Principal da obra**.

Esta classificação, de acordo com as características geométricas e em especial ao sistema de referência, não é absoluta, pois há casos de obras, tais como as autoestradas com interferência urbana, que são de desenvolvimento linear, sendo conveniente referi-las a um sistema mais amplo (se existir), logo cada parte desta obra estará referida a um sistema próprio, ao mesmo tempo terá uma localização geral na obra .

## Classificação das Obras de Engenharia (Geométrico)

### Obras de Desenvolvimento Linear

- **Vias de Comunicação** : Caminhos rurais - Estradas - Autopistas - Túneis - Vias férreas – Pontes.



*Autopistas*



*Via férrea*

- **Hidráulicas** : Canais - Túneis - Aquedutos - Sistemas de irrigação - Coletores pluviais - Coletores de líquidos cloacais - Oleodutos - Gasodutos – Polidutos.



*Oleoduto*



*Sistemas de irrigação*

- **Elétricas** : Redes de baixa tensão - Linhas de média a alta tensão - Torres de micro-ondas.



*Torre de micro-ondas*



*Linhas de alta tensão*

## Obras de Desenvolvimento Superficial

- **Engenharia:** Barragens - Açudes - Centrais de Energia (térmico-hidráulicas) - Plantas de purificação e depuração - Estações transformadoras - Fábricas - Silos - Portos - Aeroportos.



*Barragem*



*Porto*

- **Arquitetura:** Hospitais - Estádios polidesportivos - Cidades turísticas, residenciais - Bairros - Escolas - Cinemas - Edifícios - Torres - Hotéis - Aeroportos.

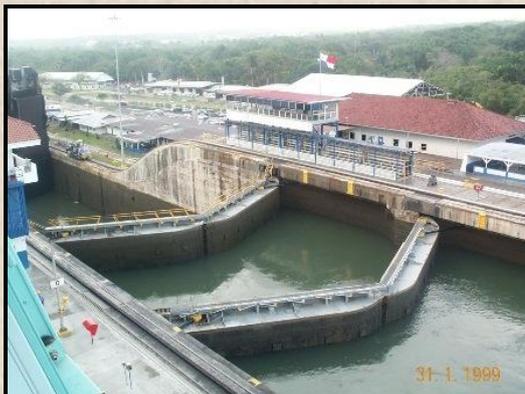


*Estado Poliesportivo*



*Escola*

- **Industriais de montagem ou instalação:** Turbinas - Turbos grupos - Geradores - Reatores - Eclusas - Comportas - Rolos - Máquinas - Coberturas metálicas.



*Eclusas*



*Cobertura metálica*

## O anteprojecto

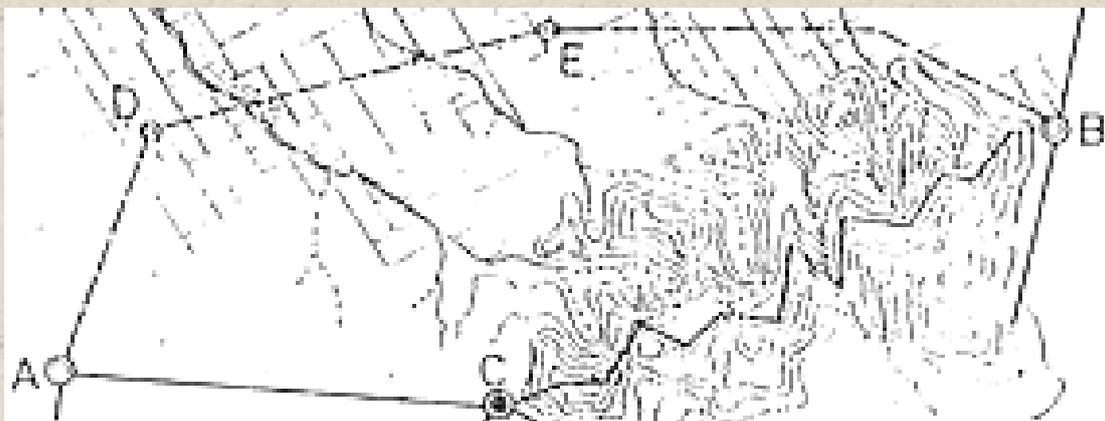
Geralmente o Estado (Nacional, Provincial ou Municipal), decide a construção de uma obra que é necessária para promover o bem estar da comunidade. Seja através de seus próprios departamentos de Estudos e Projetos, ou através da contratação de profissionais especializados (Consultores), estes irão analisar o estudo da viabilidade da obra. O mesmo pode ocorrer com empresas privadas que encarregam a um grupo de profissionais independentes, o estudo da viabilidade de construção de uma determinada obra, por exemplo, a construção de uma fábrica, de um complexo desportivo, de um centro comercial, etc.

O **anteprojecto**, na primeira etapa da obra, é o estudo da viabilidade, isto é, a análise de tempo e custos que serão consumidos na construção de uma determinada obra, cumprindo fins previamente estabelecidos.

Por exemplo: Necessita-se realizar os estudos de **viabilidade** de construção de um caminho, o qual deverá unir dois polos de desenvolvimento, que correspondem aos centros urbanos A e B (Figura abaixo).

A partir desse objetivo, o traçado poderá seguir duas alternativas:

1. O caminho poderá passar por outro polo de desenvolvimento, a cidade "C".
2. Poderá passar pelas localidades "E" e "D", que graças ao novo traçado poderão surgir como novos polos num futuro próximo.



*Viabilidade da construção de um caminho*

A partir deste momento, começa a se somar novas **variáveis**, relacionadas, em primeiro lugar, as distintas distâncias entre os pontos de interesse da obra. Outra variável é a topografia do terreno, se formos por "D-E" o terreno é plano; se formos por "C" o terreno é montanhoso. Se escolhermos ir por "C" teremos o encarecimento da obra, pois se necessitará realizar um maior movimento de terra o que encarecerá a obra, em especial se o material a movimentar for rochas. Outra **variável** que entra em jogo é o tipo de solo. A alternativa "D-E", que no croqui aparece na zona plana, se encontra em zona baixa em relação à outra possibilidade, isto obriga a projetar uma maior quantidade de obras de drenagem e esgotos, ao mesmo tempo em que exigirá, outro tipo de pacote estrutural além da necessidade de se elevar o nível do solo, isto é, se deverá terraplanar o terreno.

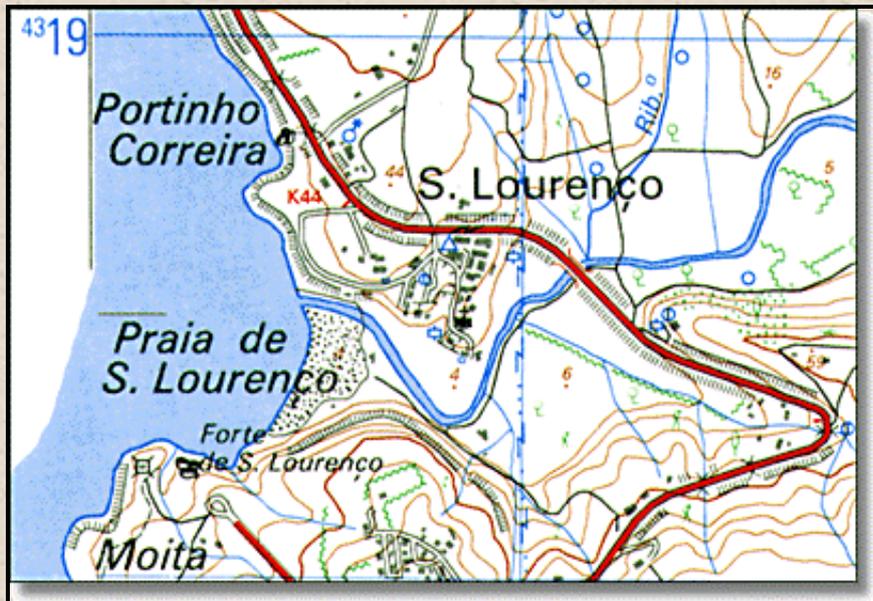
Aqui intervém outra **variável**, enquanto que no caminho montanhoso se compensam as terraplanagens com os desmontes, na região plana é necessário trazer material de outra localidade, encarecendo a obra pelo elevado custo do transporte de solos.

Outra **variável** é determinar a necessidade, localização e os custos operacionais e de transporte desde as jazidas (lugar de extração do solo). Finalmente intervém outra **variável**, não menos importante, o custo da expropriação, isto é, o que deverá investir o Estado para liberar a zona de ocupação do caminho. É por demais obvio que os valores serão superiores na zona plana que os da zona montanhosa.

Os especialistas encarregados de elaborar o anteprojeto, antes de encarar qualquer estudo, para poder analisar e logo combinar todas estas variáveis, necessitam dispor de um número elevado de informações.

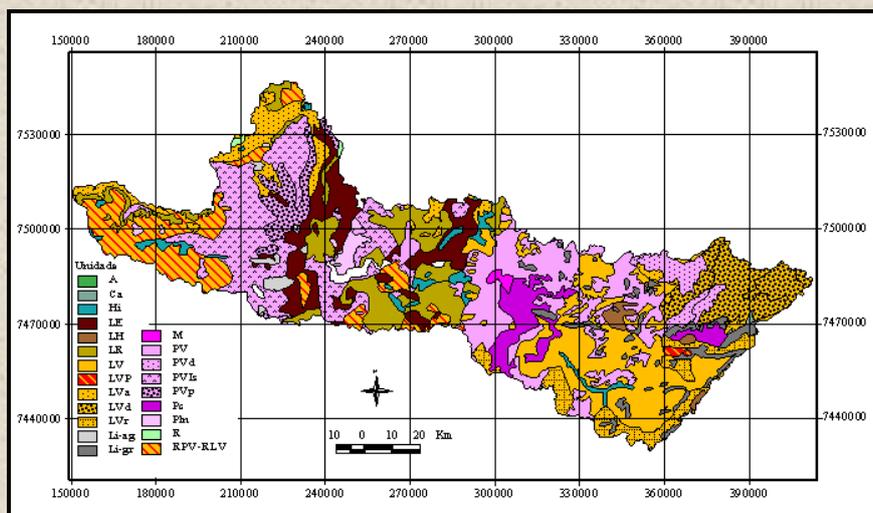
As fontes naturais de inestimável valor informativo são as **Cartas**; isto é:

Para conhecer a topografia do terreno, se empregam as **cartas topográficas** confeccionadas pela Divisão de Levantamentos do Exército (DL) ou pelo Instituto Geográfico Brasileiro, em diversas escalas. A mais usada é a escala de 1:50.000.



*Carta Topográfica*

Para conhecer o tipo de solo e de rochas na área de estudo, usam-se as **cartas geológicas**, os perfis edafológicos, complementados com foteinterpretação geomorfológica.



*Carta de Solos*

Para poder se avaliar o custo da expropriação, é necessário recorrer a outros tipos de cartas temáticas, os Registros Gráficos Cadastrais e as cartas com curvas de avaliação de valores.

Com toda esta informação, mais as obtidas através de censos e/ou estatísticas, se elabora o anteprojeto, o qual, uma vez aprovado, passará a outro departamento, onde, seguindo as pautas estabelecidas no estágio preliminar, uma equipe interdisciplinar de profissionais se encarregará de elaborar o **Projeto Final**.

## O projeto

Na elaboração do **projeto**, intervirão Arquitetos, Engenheiros: Civis, de Estradas, Agrônomos, Agrimensores, Eletricistas, Geólogos, Hidráulicos, especialistas em cálculo de estruturas de concreto, etc.

O resultado deste trabalho será materializado em um conjunto de documentos: Literais, Numéricos e Gráficos.

- **Literais:** Documento de condições gerais e particulares. Documentos de especificações técnicas.
- **Numéricos:** Planilhas de cálculo, memorandos.
- **Gráficos:** Os planos do Projeto.

TABELA DA POLIGONAL TOPOGRÁFICA												
Estação	Ré	Vante	Ângulo Horário	Distância (m)	Ângulo Horizontal Corrigido	Azimute	Xr	Yr	Xc	Yc	Xa	Ya
L1	L	L2	100°41'22"	58,566	100°41'26,8"	100°41'26,8"	57,549	-10,864	57,550	10,864	5.000,000	10.000,000
L2	L1	L3	262°45'22"	44,860	262°49'26,8"	183°26'53,6"	-2,698	-44,779	-2,697	-44,779	5.057,550	9.989,136
L3	L2	L4	13°55'52"	57,111	13°55'56,8"	17°22'50,7"	17,060	54,503	17,061	54,503	5.054,853	9.944,357
L4	L3	L	97°14'28"	79,109	97°14'32,8"	294°37'23,2"	-71,915	32,961	-71,914	32,961	5.071,914	9.998,860
L	L4	L1	65°22'32"	31,821	65°22'36,8"	180°00'0"	0,000	-31,821	0,000	-31,821	5.000,000	10.031,821
											5.000,000	10.000,000
FATOR X						SOMATÓRIO S	-0,004	0,000				
0,000014735												
FATOR Y												
0,00000000												

*Planilha de cálculo topográfico*

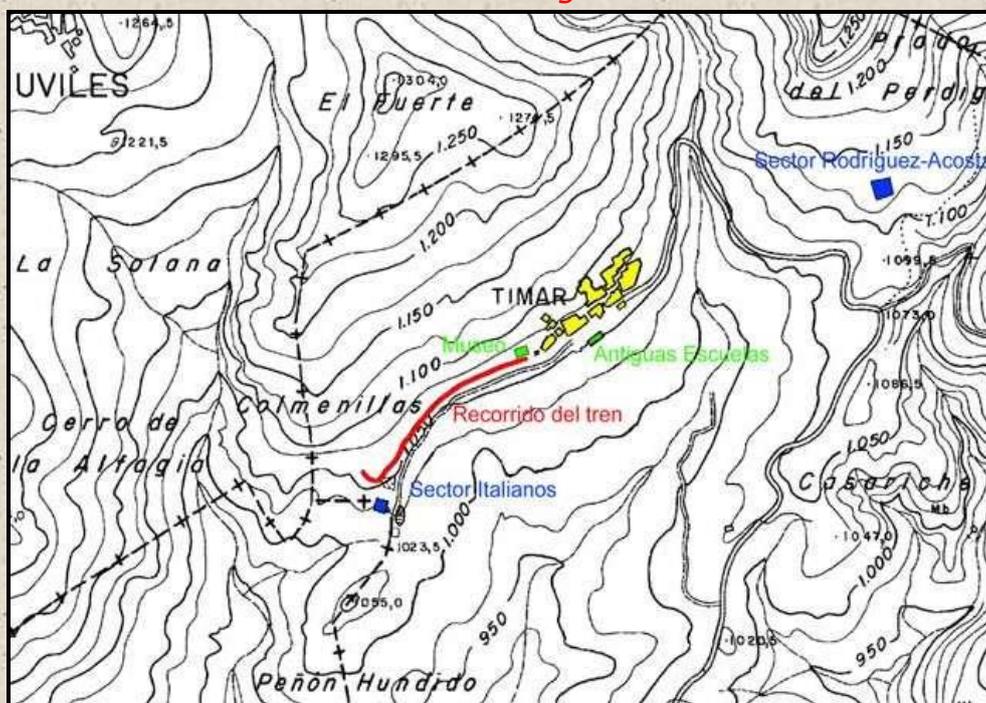
Haverá planos temáticos para cada um dos grupos intervenientes. Assim por exemplo: haverá um conjunto de planos que definam a Arquitetura, outros de estruturais, de escoamentos pluviais, de eletricidade, de iluminação, de paisagismo, de pavimentação, de montagem mecânico, etc.

Geralmente, todos os projetos são elaborados a partir de um plano geral, onde é expresso todo o conjunto da obra, e que é denominado de **PLANIMETRIA GERAL**. Porém para que se possa elaborar dita planimetria e conseqüentemente para que se possa levar a cabo todo o

estudo do projeto, os projetistas necessitarão ter em suas mãos um **PLANO TOPOGRAFICO**, o qual lhes fornecerá as informações detalhadas que eles necessitam. Esta é a infraestrutura básica aonde vai se apoiar o projeto. É um modelo analógico do terreno, sobre o qual se colocou toda a informação obtida.



*Planimetria geral*



*Plano Topográfico*

Muitas vezes se comete o erro de menosprezar a importância do **plano topográfico**, deixando a tarefa do levantamento nas mãos de

operadores práticos, pois existe a ideia generalizada, que com a Topografia é suficiente.

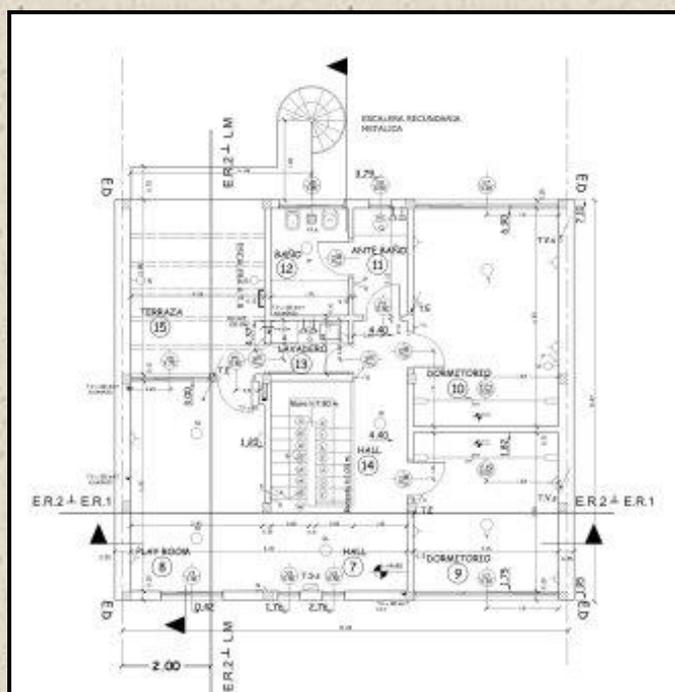
De nada vale a execução de um projeto de excepcional qualidade, se o mesmo foi confeccionado apoiando-se em um levantamento deficiente. O resultado é que durante a execução da obra, haverá que recondicionar ou modificar parte do projeto, quando o que figura no plano, não se enquadra ou coincide com a realidade existente.

Logo, a solução a isso são os "**retoques**" que vão ocasionar uma elevação do custo ao Estado, muitas vezes mais que o valor previamente estabelecido no plano de levantamento.

## Construção da obra

Ao se iniciar os trabalhos de construção da obra, a primeira tarefa será do Agrimensor, que será o encarregado de localizar a obra no terreno.

O objetivo da empresa construtora é terminar a obra dentro dos prazos estabelecidos no contrato, buscando concluí-la no tempo mais curto possível, com a maior economia. Para isso, se encara a obra em muitas frentes de serviço, seguindo uma ordem pré-estabelecida que responda a um **PLANO DE OBRAS**, que deve estar corretamente diagramado para que se cumpra com este objetivo.



*Plano da Obra*

À medida que a **obra** vai crescendo em dimensões e em altura, irão se abrindo novas frentes de trabalho. Por exemplo, em uma grande obra de engenharia, enquanto uma equipe realiza o movimento de terra, em um setor; em outro setor, outro grupo realiza a concretagem das fundações, enquanto uma terceira equipe executa os acessos à obra, etc. Certamente, todas estas tarefas, não poderão ser executadas por um só Agrimensor, se não por uma equipe de trabalho, formada por **Agrimensores** e **Topógrafos**.

Em relação à forma de trabalho, há dois critérios que podem ser aplicados:

- a. Destinar um deles em cada frente de trabalho, ou a grupos de frentes de trabalho que estejam na mesma zona de trabalho, ou que reúnam iguais características, como seria o caso de terem um responsável para o movimento de terra, outro dedicado a concretagem das obras menores, outro para as instalações, etc.
- b. Se bem que seja mais simples a forma anteriormente vista, necessita-se dispor de uma maior quantidade de instrumental e pessoal, que se organize em equipes que trabalhem em conjunto, em toda a obra, de tal maneira que se falta um topógrafo ou um agrimensor, possa ser perfeitamente coberto por outro, ou bem se uma frente parar, o encarregado possa desempenhar, sem nenhum inconveniente, em outro local de trabalho. Assim também, esta maneira de proceder, permite que dois operadores possam trabalhar em conjunto.

Com base no **plano de obras**, o Agrimensor planificará a quantidade de instrumentos de medição que serão necessários na obra; e a quantidade de pessoal necessário que integre as equipes. Prevendo com suficiente antecipação a sequência com que se vão incorporando.

Com base na tolerância construtiva que deverá ser respeitada, deverá ser prevista a disponibilidade, em momento preciso, de instrumental de medição específico que for necessário.

Também está em suas mãos, planificar, medir, calcular ou compensar o **SISTEMA DE APOIO**, as medições necessárias para a **LOCAÇÃO da obra**, o **CONTROLE** geométrico do avanço da obra, e as medições e cálculos necessários, **CÁLCULOS MÉTRICOS**, destinados a

avaliar o construído; medições mensais que se realizam com o objetivo da cobrança dos trabalhos desenvolvidos; os quais estarão também, dentro das tarefas da equipe.

Cada parte do projeto foi concebida em separado e num plano ideal. Porém ao executa-las, às vezes é observada superposições entre elas, ou bem, erros devido ao levantamento ou quem sabe os projetistas partiram de um dado falso. Todos estes erros devem ser detectados antes da locação da obra, para que sejam corrigidos oportunamente.

Estas correções que são introduzidas no projeto original e que definitivamente deverão ser aquelas com que se vai construir, devem ser levadas aos planos da obra e a partir daí se elaborará os **PLANOS CONFORME A OBRA**.

Muitas vezes, após a obra já terminada e em funcionamento, se faz necessário controlar ou medir, as **deformações** que a mesma vai experimentando e sofrendo à medida que transcorre o tempo. Isto deve ser feito naquelas obras que estão expostas a uma grande carga ou tensão, como são as represas, as ferrovias, os túneis, os silos, as bases das grandes máquinas (turbinas, geradores, etc.). Isto dá lugar a um importante ramo das medições especiais, chamado **AUSCULTAÇÃO** de obras de Engenharia.



*Deslocamento em cabeceira de ponte*

Temos seguido passo a passo todas as etapas do desenvolvimento das obras de engenharia, desde a ideia gastadora do anteprojeto até o final, passando pela construção da obra. Após a finalização continua o trabalho do Agrimensor.



*Prédio com deslocamento vertical*

Durante o desenvolvimento evolutivo de uma obra, é errado supor que com o conhecimento da Topografia é suficiente para levar a cabo as tarefas de levantamento, de locação e controle. Para clarear mais o panorama, diremos que nas montagens industriais, na auscultação das deformações e em algumas obras civis muito particulares, é necessário o emprego de complicados modelos matemáticos de simulação e de resolução, além de métodos e instrumental geodésica de medição. Isto é o que se chama **MICROGEODESIA**. Já foi visto como nos valemos do **CADASTRO PARCELADO** e da **CARTOGRAFIA** e também nos apoiamos na **ASTRONOMIA** de posição, para a determinação das coordenadas e azimutes, nos levantamentos e locação de algumas obras de desenvolvimento linear, de vários km de extensão, como são os polidutos ou gasodutos; ou do **G.P.S.** para determinar a posição de uma plataforma submarina. Finalmente podemos dizer que também recorreremos à **FOTOGRAMETRIA AÉREA**, no caso de rodovias, autopistas, diques e portos; e em alguns levantamentos específicos como são as estreitas gargantas dos diques.



*Traçado de uma estrada*

## Levantamentos

Um **plano topográfico** tem muitas aplicações, porém seu objetivo principal é o de proporcionar informação, dados certos da maneira mais conveniente para levar a cabo um projeto de uma obra de engenharia.

A menos que se elabore um projeto que se adapte à topografia existente, pode ocorrer que os resultados não sejam os corretos e mais ainda que o custo final escape ao orçamento preestabelecido.

O custo do movimento de solos depende fundamentalmente da relação **projeto-topografia**; por esta razão, é necessário prever com o maior detalhe possível os movimentos de terra antes de se decidir por um plano determinado.

Porém não só afeta ao movimento de terra, a localização planialtimétrica das pontes e obras de arte do projeto, devem coincidir exatamente com os fatos existentes. O eixo de uma ponte do projeto deve coincidir com o eixo da avenida atual.

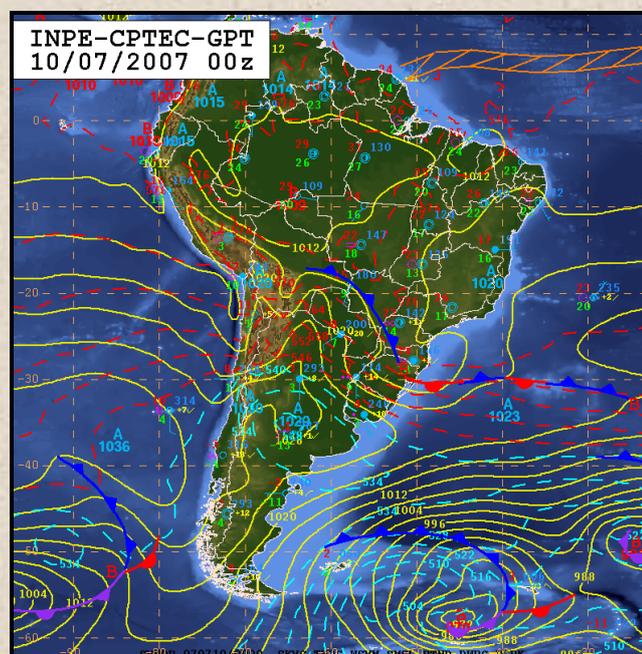
A cota projetada de uma ponte sobre um canal deve coincidir com a cota do canal atual.

A falta desta estreita relação traz como resultado um altíssimo custo adicional para a correção e readequação do projeto à realidade, durante a etapa de construção.

## O PLANO TOPOGRÁFICO

Existem duas grandes classes de **mapas**, a primeira que proporciona informação quantitativa e a segunda que informa sobre sua distribuição espacial.

1. O primeiro grupo é formado pelos **planos** cuja informação provém de uma base estatística, esta é representada sobre o plano com símbolos proporcionais ou com diagramas.
2. O segundo grupo é constituído pelos **planos** onde a informação se transmite diretamente, ou seja, através de curvas ou através de notas e legendas. Pertencem a este grupo as cartas climáticas, geológicas, fitomorfológicas e os planos e cartas topográficas.



*Carta Sinótica*

O **plano topográfico** aparece como um instrumento, porém na realidade trata-se de um conjunto de instrumentos. Os quais serão utilizados por distintos profissionais de distintas disciplinas. É muito comum que estes usuários tirem deduções contraditórias, pois não é simples interpretar corretamente as curvas de nível e a simbologia empregada.

A informação contida no **plano topográfico** deve estar estreitamente vinculada à realidade, além disso, deve estar expressa de forma clara, exata e precisa. Não pode ser nunca, incerta, duvidosa ou ambígua.

## ELEMENTOS QUE DEVE CONTER O PLANO DE LEVANTAMENTO

1. A forma do terreno (o relevo, a pendente)
2. A informação (geral e específica)

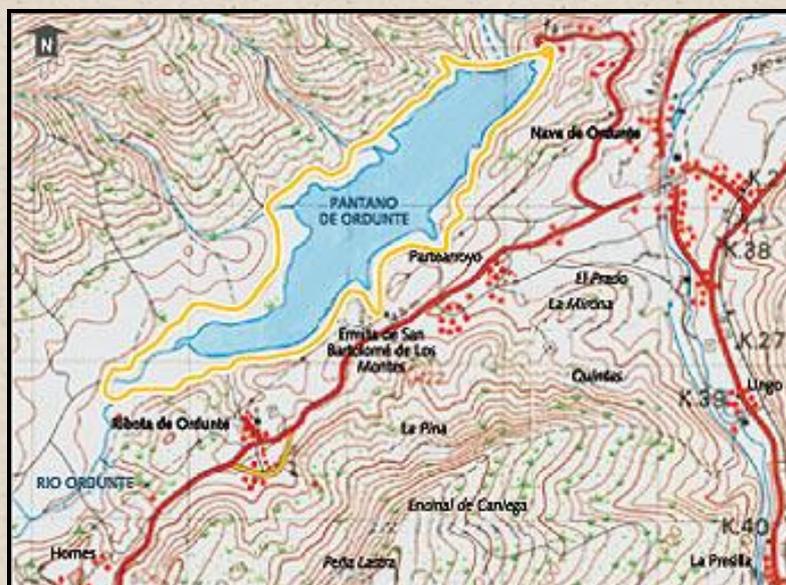
Um **plano de relevo** é uma representação do terreno em três dimensões. É um modelo geométrico, sobre o qual se assenta a informação.

Alguns levantamentos topográficos cobrem somente um par de hectares, que é o caso das obras de Engenharia (bairros, vilas, grupos comunitários, etc.). Outros em troca cobrem centenas de hectares, que é o caso dos levantamentos para a elaboração de projeto de uma represa, de uma estrada. Os levantamentos para os projetos de gasodutos; por exemplo, cobrem centenas de quilômetros.

Geralmente a área a ser levantada, cobre superfícies maiores que a estritamente necessária, estendendo-se para fora dos limites da zona de ocupação da futura obra, lugar aonde pode se localizar futuras obras de ampliação do projeto.

### 1. Representação da forma do terreno

Desde as primeiras construções de **mapas**, a representação do relevo tem sido um dos maiores problemas dos cartógrafos, já que implica na representação de três dimensões sobre uma superfície plana.



*Mapa Topográfico*

## Cotas de altitude

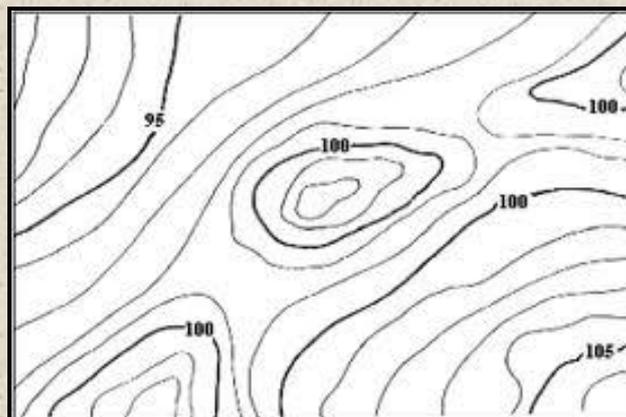
Este método consiste em distribuir sobre o plano, o mais uniformemente possível, cotas relativas ou altitudes relacionadas ao nível do mar. Seu maior mérito é de proporcionar uma informação precisa e definida, (em tal ponto, a cota ou a altitude é tal); e seu maior defeito é que distribuídos sobre o plano, fornecem uma informação dispersa e não uma impressão conjunta do relevo. Para melhorar a representação, se combina esta técnica com a técnica do **sombreado**, esfumado e/ou raiado.



*Mapas de relevo com sombreado*

## Curvas de nível

São linhas equipotenciais, que unem pontos de igual cota ou altitude, os quais se encontram acima ou abaixo do plano de referência escolhido. As **curvas de nível** são construídas a partir de pontos levantados no terreno, se efetuando, entre eles, uma interpolação linear. A precisão com a qual fica definida uma curva de nível depende da exatidão do levantamento, da equidistância escolhida e da densidade de pontos (número de observações).



*Curvas de nível*

Em geral, para determinados fins, uma só curva, por si só, resulta muito significativa, como por exemplo, a curva que define o pé de uma barranca, a curva que define o plano de água de uma laguna e as curvas representativas da alta e baixa maré no levantamento de uma região costeira, para o projeto de um porto.

### **a) Características principais das curvas de nível**

Este tema se desenvolve na Topografia, o que se apresenta a seguir é uma breve revisão do mesmo.

1. A distância horizontal entre as curvas de nível é inversamente proporcional as pendentes.
2. Se a pendente é uniforme, as curvas estão a igual distância horizontal.
3. Em superfícies planas, tais como os taludes de uma estrada, as curvas se transformam em linhas retas.
4. As curvas de nível são perpendiculares às linhas de máxima pendente, assim como o divisor de águas e o talvegue.
5. Todas as curvas de nível são fechadas.
6. As curvas de nível não se cruzam, nem se cortam. Pode ocorrer que estas se juntem em um barranco, em um penhasco ou em um corte de estrada.
7. Não pode ocorrer a presença de uma curva de nível entre outras de menor ou maior cota. Sempre a precede uma curva de menor valor e segue outra de maior valor, o que pode ocorrer é que siga uma de igual valor (isto é, a mesma curva).

### **b) Equidistância**

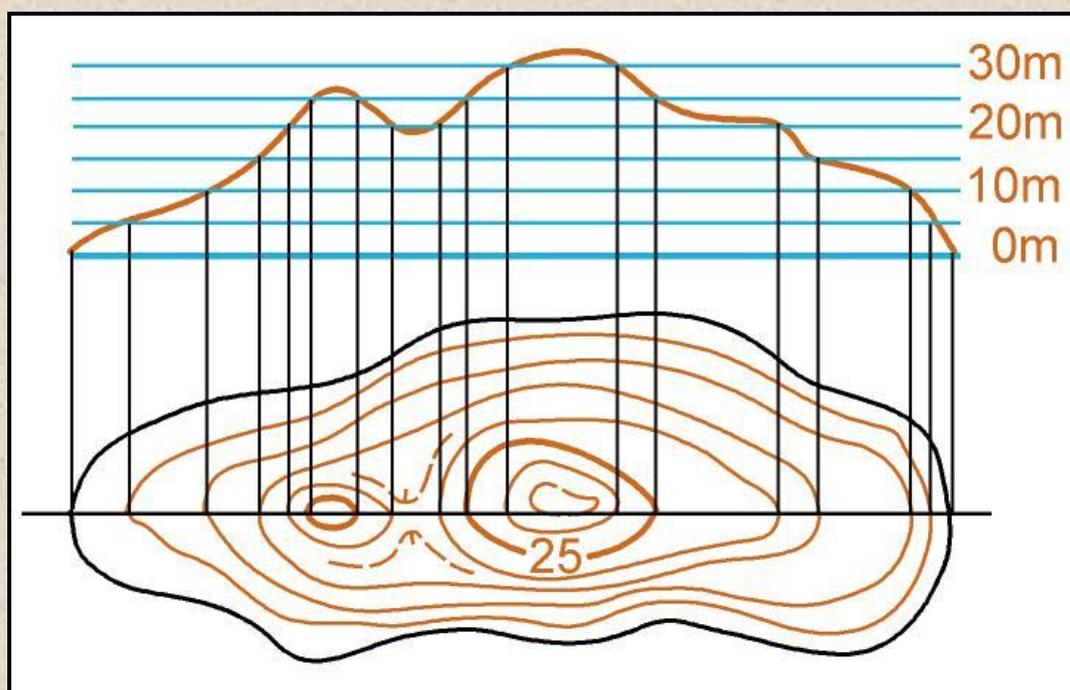
É visto na Topografia como se pode determinar a **equidistância** entre curvas de nível. Para isso utiliza-se um modelo que depende da escala da carta e das pendentes médias do terreno:

$$E_m = d_{mm} \cdot M / 1000 \cdot \text{tg } \alpha$$

Trata-se de buscar a distância horizontal entre curvas que se encontram compreendidas entre 2mm e 2cm, para que o desenho seja claro e esteja convenientemente distribuído sobre a carta.

Neste caso, este modelo é aplicado como ponto de partida, porém à medida que vamos planejando o levantamento irão mudando os padrões, pois aqui intervêm outra variável que é o fim a que se destina a **carta**.

Assim por exemplo, será bem distinta a equidistância a ser empregada se na obra for realizado um movimento de terra em uma área rochosa ou se o que se vai mover é um solo vegetal. Deve-se considerar também se o levantamento for efetuado em uma zona densamente povoada, por exemplo, para a locação de uma autopista que cruza o centro de uma cidade ou se somente se trata de uma estrada rural. Se o levantamento topo-batimétrico for de um rio, seguramente deduziremos a equidistância a partir do modelo antes mencionado, porém será menor a distância entre as curvas de nível à medida que nos aproximarmos da zona aonde será localizada a fundação da ponte, ou as obras de defesa do porto.



*Equidistância das curvas de nível*

## 2. Informação

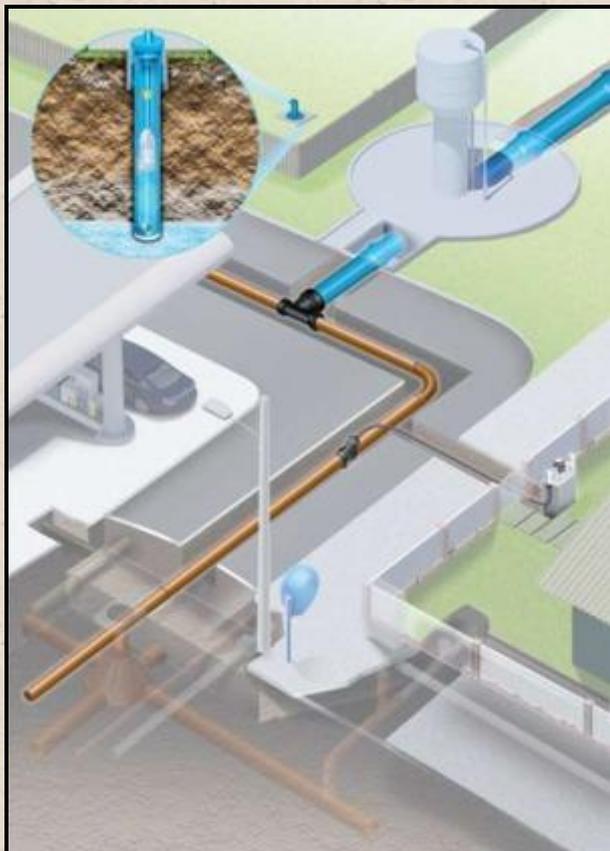
A seleção da **informação** que se vai localizar sobre a carta, vai depender do objetivo da mesma, isto é, das características da obra a ser projetada. Por exemplo, se em uma área se vai projetar uma avenida, nada importa que na faixa de ocupação haja ou não árvores, pois ao efetuar os trabalhos de limpeza e movimentação de terra, muito pouco é o impacto que incide pela presença das árvores. Por tanto não tem sentido incluir a



localização delas no plano de levantamento, entretanto se na zona for construído um grupo de edifícios, em lugar da avenida, e o projeto inclua uma área paisagística com espaços verdes; neste caso é muito importante conservar as espécies existentes e haveria que relacionar não só a localização de cada árvore, como as características das mesmas.

Em geral, são levantados todos os **detalhes de importância** para a elaboração do plano de obra tais como: ruas, caminhos vicinais, rotas, bem como o deságue das mesmas: valas, esgotos, sumidouros, etc. São importantes os elementos que materializam os limites das ruas: cercas, muros, edifícios, etc. As cercas ou muros tem importância quando estes representam limites de propriedades ou de pose. Outros elementos de importância são as valas de irrigação, canais, aquedutos, linhas elétricas de baixa, média e alta tensão, localização de postes, torres de transmissão, níveis de referência, rios, arroios, barrancos, grupos e tipos de árvores, edifícios, construções, casas, galpões, moinhos, tanques, cisternas, etc.

Porém a informação mais importante é detectar e destacar aquela que é **invisível** a nossos olhos, isto é os condutores subterrâneos. Rede de distribuição de água, de gás, sistemas de irrigação por tubulação, deságues pluviais, deságues cloacais, cabos subterrâneos, rede elétrica subterrânea, etc.



*Rede de distribuição de água*

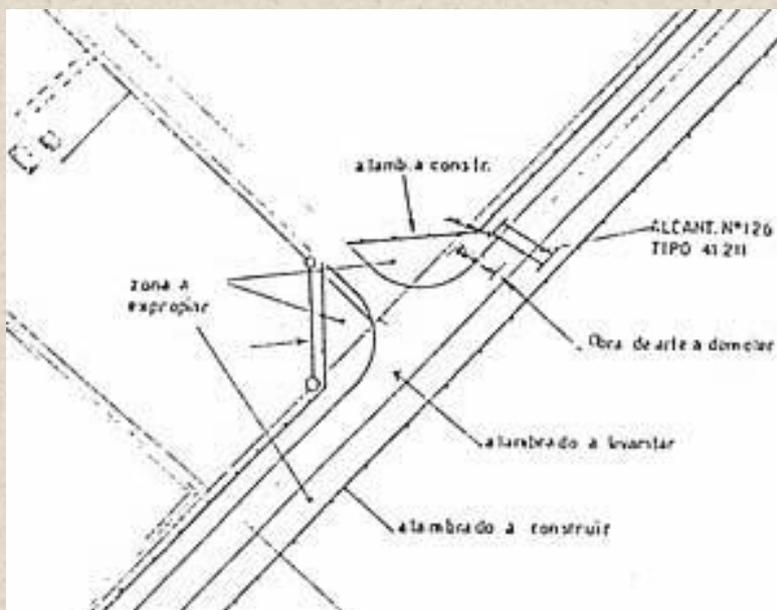
A importância destes levantamentos é a de que não são **visíveis** e por tanto podem ser extremamente perigosos. Existem casos em que por não se dispor de tal informação, ocorreram acidentes de graves consequências.

Existem obras, tais como os túneis para trens subterrâneos ou túneis para deságuas cloacais ou pluviais, aonde os planos de levantamento são quase exclusivamente elaborados com este tipo de informação não visível.

Como se faz para mapea-los e desenha-los, se não são vistos?

O que se destaca, são os **sinais visíveis** destas obras, tais como, válvulas, bueiros, bocas de lobo, câmaras de inspeção, etc. Logo se executam escavações que devem ser realizadas com muito cuidado e com a finalidade de identificar e constatar suas posições já que pode ocorrer que os mesmos estejam deslocados da posição indicadas nas plantas.

Com estes dados, e os obtidos dos respectivos planos conforme a obras e com as normas de construção de cada repartição, completamos o **plano**.



## MÉTODOS DE LEVANTAMENTO

### 1. Taqueometria Eletrônica

Quando se pensa em realizar o levantamento destinado ao projeto de uma obra de desenvolvimento superficial, deixando de lado o método fotogramétrico, o mais empregado, por ser mais vantajoso é a **taqueometria eletrônica**.

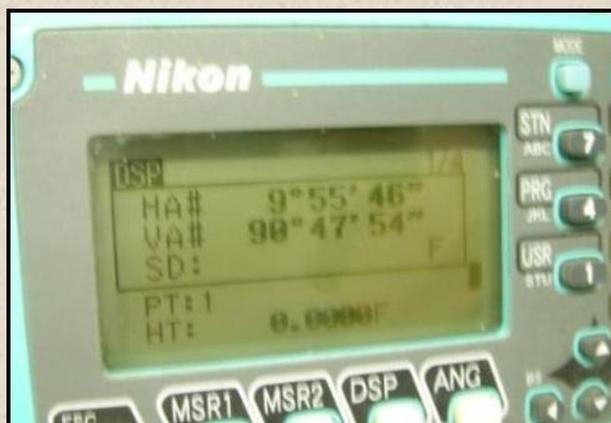


*Estação Total*

Os modernos aparelhos, **estações total automáticas**, ao se introduzir as coordenadas X, Y e Z da estação, permitem obter

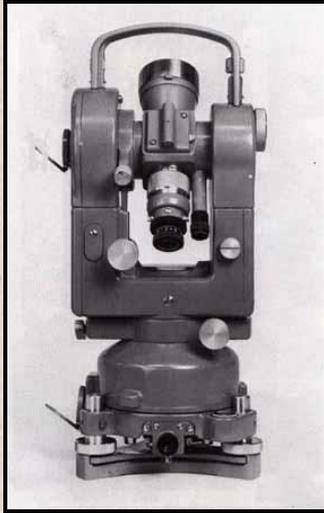
diretamente as coordenadas do ponto levantado. Algumas estações total se horizontalizam como os níveis automáticos, permitindo uma economia de tempo no nivelamento de uma área.

As **estações total** dispõem de uma tela de controle que informa ao operador, visualmente e de uma forma muito rápida, qual é a operação que se está executando. Para reduzir o tempo na visada aos prismas, a tela apresenta indicadores visuais e acústicos que informam aonde a recepção da onda de retorno é melhor. Isto é, ajuda o operador a dirigir a visada. Alguns aparelhos incluem a emissão de um cone de luz colorida para facilitar um rápido posicionamento do porta mira, o qual por sua vez, pode escutar a voz do operador através de um receptor localizado no prisma, já que a emissão do cone de luz serve também para transportar a voz, transformada em pulsos luminosos.

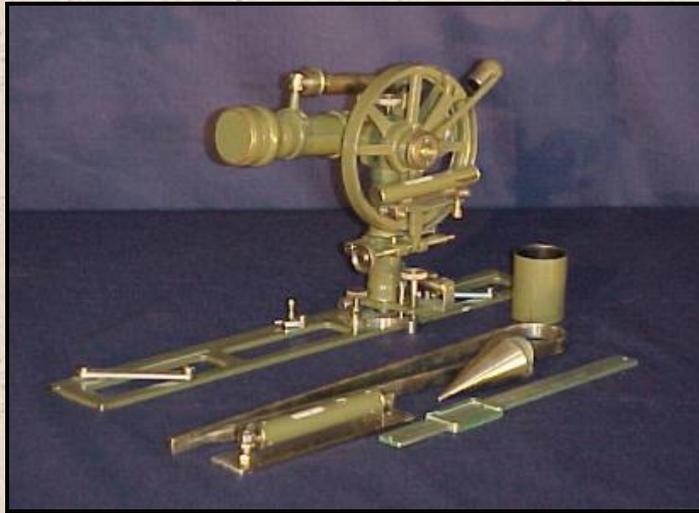


*Visor de leitura da estação total*

Com a incorporação de um coletor interno, os dados das observações são guardados diretamente na memória, evitando o trabalho de transcrevê-los para uma caderneta de campo (grande fonte de erros). Se não se dispõe de um taqueômetro eletrônico ou de uma estação total, devemos nos remeter ao clássico **teodolito e mira** ou bem a **alidade topográfica**.



*Teodolito*

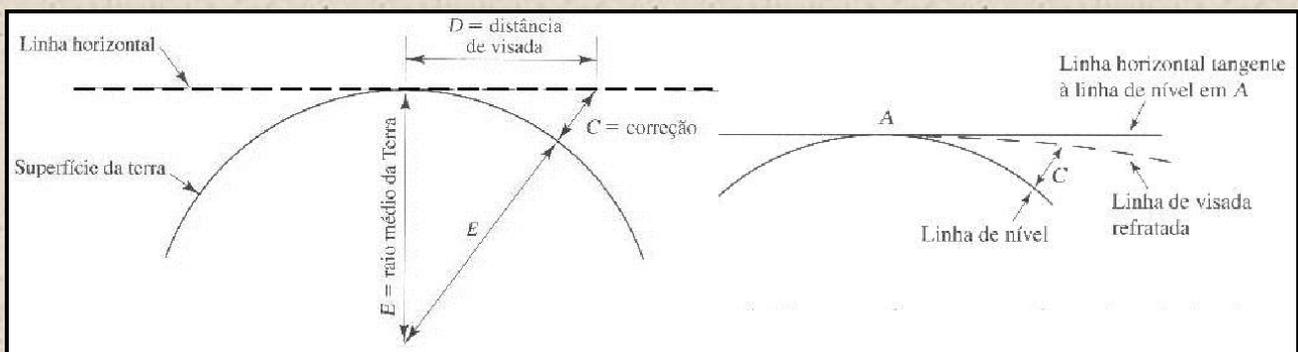


*Alidade Topográfica*

Na **taqueometria** é comum termos uma limitação, a qual está relacionada com a distância máxima que podemos alcançar com a mira (até 150m, contando com os dois fios estadimétricos), enquanto que os distanciômetros podem trabalhar praticamente sem limites. Isto traz uma grande redução de tempo, pois neste caso se necessita um menor número de estações. Os limites de visadas seriam impostos pela dificuldade de se fazer uma boa pontaria, pelos limites naturais que impõe a topografia do terreno e na precisão que se deseja alcançar na determinação do desnível.

A precisão do levantamento é de  $\pm 2\text{mm}$ , isto quando o prisma se encontra montado sobre um tripé e centrado com prumo ótico. Na taqueometria, o prisma se encontra montado sobre um bastão ou uma vara. Quando este é verticalizado com um nível esférico, o ponto ficará determinado com um erro de  $\pm 2$  ou  $3\text{cm}$ .

O limite de visada pode estar na **altimetria**, quando for levantados pontos a mais de 150m deve-se começar a considerar os erros procedentes da curvatura e da refração terrestre.

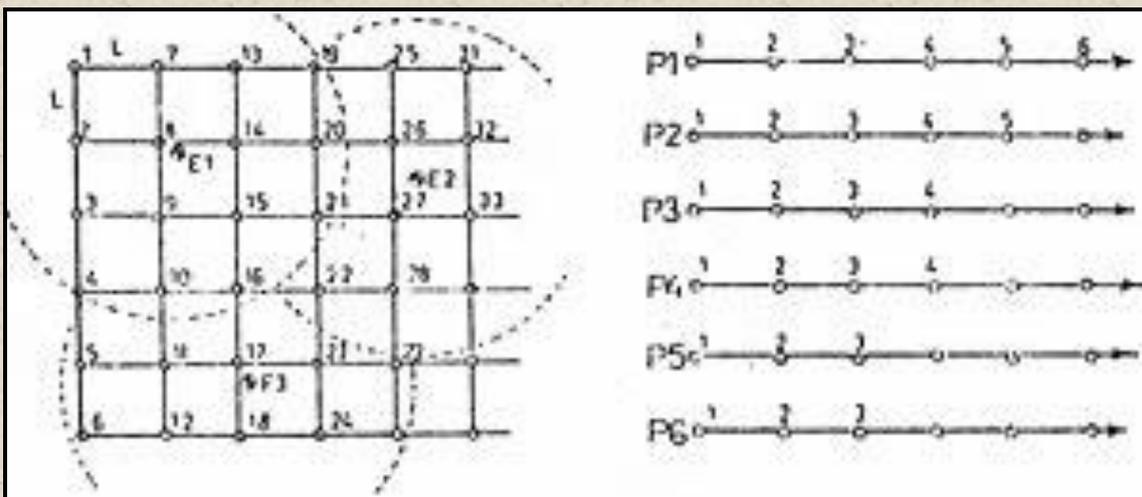


*Erro de curvatura e refração*

## 2. Quadrícula

Outro método de levantamento, mais empregado pela topografia tradicional nos levantamentos para obras de desenvolvimento superficial, consiste em materializar no terreno uma **quadrícula**. Não é necessário calcular coordenadas, já que as posições dos pontos a ser levantados, são conhecidas de antemão. Para a locação da **quadrícula** ou **canevas**, se colocam estacas alinhadas, com o teodolito, a distâncias constantes medidas com uma trena, estas estacas são enumeradas e suas cotas são determinadas através de um nivelamento geométrico.

Os vértices de cada quadrado podem ser nivelados desde uma só estação, quando o terreno é plano ou apenas levemente ondulado. Em troca, se o terreno é irregular, cada linha da quadrícula será nivelada como se fosse um perfil.

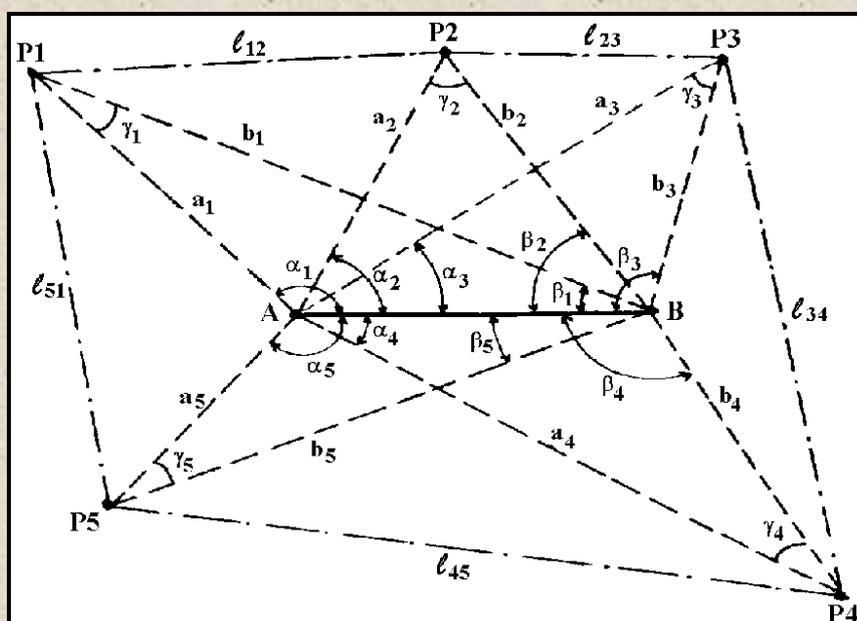


*Levantamento em quadrículas ou por perfis*

Este método é muito simples, não exige cálculos e oferece pontos uniformemente distribuídos sobre toda a superfície a ser mapeada. Entretanto, ao se nivelar a área com a finalidade de se traçar as curvas de nível, se cometem erros grosseiros, pois este método nada informa do que ocorre entre pontos e muito menos, dentro do quadrado. Se houver mudanças, entre os pontos levantados, de pendentes, elevações ou depressões, estas não aparecem no levantamento. Para evitar este problema, teríamos que densificar a amostragem, isto é diminuir as dimensões dos lados do quadrado, porém isto significaria aumentar os custos da obra.

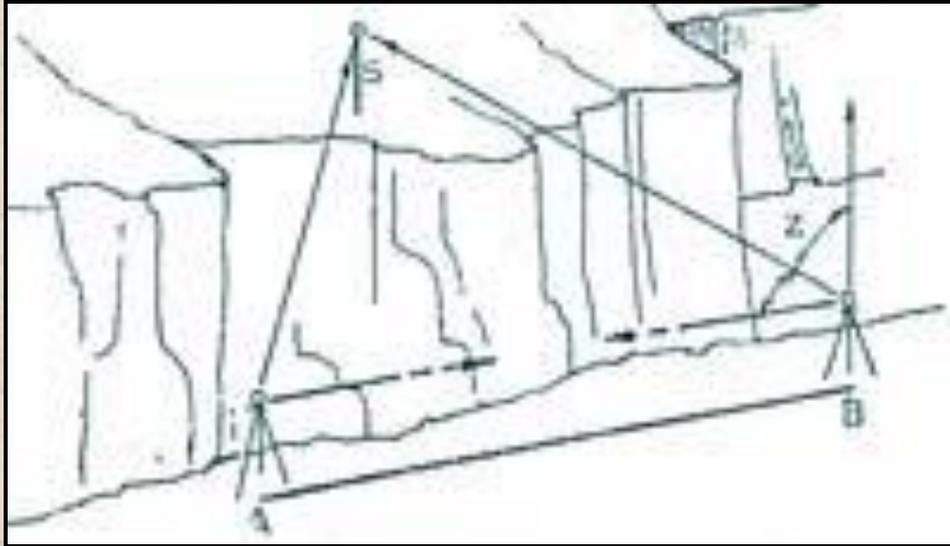
### 3. Bissecção

Outra forma de efetuar os levantamentos é trabalhando simultaneamente com dois teodolitos, isto é, desde os extremos de uma base cujo comprimento seja conhecido, se efetua uma **intersecção à frente** ou **BISECÇÃO**. Uma vez localizado o ponto de visada, a partir dos dois teodolitos, se medem os ângulos horizontais a fim de poder calcular as distâncias. A partir de um dos teodolitos, mede-se o ângulo vertical para calcular a diferença de nível. É um método rápido, poucos dados a ser anotados e não há a necessidade de que o porta mira transporte uma mira de um ponto ao outro, basta observar uma haste que tenha um sinal para a pontaria, da qual se conhece sua altura.



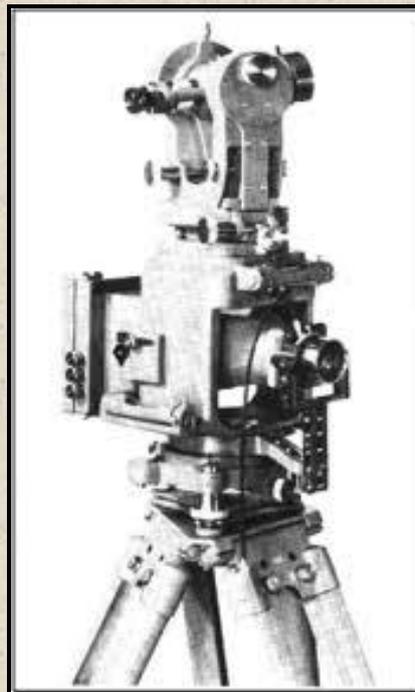
*Método da Intersecção de vários pontos*

A **distância** que se obtém por cálculo está referida ao plano, pois foram medidos ângulos horizontais. A maior desvantagem do método está em que é muito difícil poder materializar uma base que permita ver todos os pontos a serem levantados, ao mesmo tempo. Este método é ideal para levantar pontos de um rio ou a ladeira escarpada de um cerro, por exemplo, a garganta de um vale, aonde se vai marcar os paramentos de um dique.



*Método das intersecções*

Se a área for demasiadamente escarpada, a qual não permita a possibilidade de deslocamento do **porta mira**, aplicamos o mesmo princípio, porém substituímos os teodolitos por um **foto-teodolito** e resolvemos com fotogrametria terrestre.



*Foto-teodolito*

Porém o acesso a um **foto-teodolito** é bastante custoso, portanto é mais prático aplicar o método antes visto e substituímos o porta mira por um ponto luminoso.

Deve-se agregar ao método antes mencionado, dois teodolitos, dois operadores e mais outro operador que maneje um colimador laser. Este irá marcando, no terreno, os pontos a serem levantados, enquanto

que os dois operadores dos teodolitos dirigem as visadas a esses pontos.

Mais econômico que dispor de um colimador laser é acoplar a ocular de um dos dois **teodolitos**, uma **ocular laser**; ficando agora a equipe com dois teodolitos e dois operadores. O operador que "**marca**" a posição do ponto lê somente o rumo, e o outro lê o rumo e o ângulo vertical.

Convém salientar que os métodos antes vistos são meramente tradicionais e conceituais. Não obstante a estes existem na atualidade, equipamentos que, tecnicamente, são capazes de resolver estes inconvenientes de uma maneira mais rápida. Poder-se-ia citar as **estações totais** com medição sem prisma, os scanner laser, **GPS**, etc.



*Scanner Laser*



*GPS*

## **O SISTEMA DE APOIO DO LEVANTAMENTO**

Vimos na Topografia que para levar a cabo um levantamento é necessário se apoiar em um sistema de pontos fixos.

Nas obras de desenvolvimento superficial, podemos nos apoiar em **Malhas de Triangulação**, em **Trilateração**, ou em **Redes de Poligonais**. Se a topografia do terreno é adequada, é mais vantajoso utilizar um sistema de apoio enquadrando a área a ser levantada e utilizar o livre estacionamento para densificar os pontos de apoio, efetuando, simultaneamente, o levantamento de detalhes, desta

maneira nos localizamos nos pontos mais convenientes (Pontos dominantes do terreno). O método nos assegura uma boa precisão e é mais rápido e cômodo.

Deve existir um vínculo de união entre o modelo ideal surgido do levantamento, com a futura construção da obra no terreno (real).

Esse vínculo é conseguido mediante a construção e permanência de um sistema de apoio, por isso, ao planificar o sistema de apoio do levantamento é necessário ter presente duas coisas:

### **1. Precisão**

### **2. Permanência no tempo**

1. A **precisão** requerida para um levantamento é, em muitos casos, inferior à que vamos necessitar ao executar a obra, por exemplo, talvez a precisão requerida para um levantamento seja de 1:500 e que mais adiante, na fase de construção da obra, necessita-se de uma precisão de 1:5.000 ou 1:10.000, isto é 10 ou 20 vezes mais.

O sistema primário, não tem o porquê de ser o mesmo que se usará depois, pois nesse se localizará e desenhará conforme a planificação da locação, porém deverão estar atados e coincidir em alguns pontos. O correto é então, planificar, construir e medir um sistema de apoio cuja precisão seja a mesma que a da locação, isto é, ainda que a precisão de erros nos informe que a precisão necessária para o levantamento é de 1:2.000; o sistema de pontos fixos, poderá requerer uma **precisão** de 1:10.000, se o estudo da precisão de locação assim o determinou.

O problema que se apresenta é que em geral o Agrimensor, que efetua o levantamento, desconhece as tolerâncias exigidas na locação da obra, já que nesta etapa esta ainda não fora projetada.

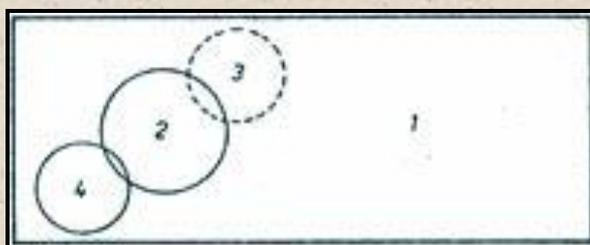
Porém há diretrizes que nos conduzem a deduzir as precisões necessárias. Em princípio se conhece qual será a obra que se pretende projetar, sabe-se que se trata de uma obra de Arquitetura e Engenharia e das características gerais da mesma. Conhecemos a área aonde se vai locar a futura obra e as possíveis variantes que se pode apresentar,

isto é, que podem ser previstas (dentro de um entorno mais amplo), e as áreas aonde se fará necessário a densificação do levantamento.

Sabe-se também que toda estrutura presente na área (visível e não visível), deve ser destacada com uma precisão tal que quando se construa o projeto, as ligações entre elas e a nova obra coincidam plani-altimetricamente.

Todas as considerações anteriores apontam na obrigatoriedade de que, quando se planificar o levantamento deve-se dividir a área de trabalho em distintas subzonas.

1. Levantamento de pontos para determinar a forma do terreno.
2. Maior densificação de pontos para determinar a forma do terreno, na zona aonde se localizará a obra.
3. Levantamentos de pontos que definam obras existentes.
4. Levantamento de pontos que definam obras existentes e que requerem uma maior precisão.



## **Limitação de erros (indicativo)**

### **Subzona 1**

Tolerância em x e y (precisão gráfica) =  $0,5/\text{escala}$

$$E = 1:500 - T_{x, y} = 0,25\text{m}$$

$$E = 1:1000 - T_{x, y} = 0,50\text{m}$$

$$E = 1:2500 - T_{x, y} = 1,25\text{m}$$

Tolerância em z 1/3 e (equidistância)

$$e = 0,50 - T_z = 0,15\text{m}$$

$$e = 1,00 - T_z = 0,30\text{m}$$

## Subzona 2

Tolerância em x e y, igual a anterior

Tolerância em z 1/5 e

e = 0,50m — Tz = 0,10m

e = 1,00m — Tz = 0,20m

## Sub-zona 3

Postes de iluminação, de telefones, de linhas de baixa, média e alta tensão. Subestações transformadoras de energia elétrica. Construções, habitações, muros, tanques, cisternas e cercas. Caminhos vicinais, etc.

0,10 < Tolerância em x e y < 0,30

0,05 < Tolerância em z < 0,20

## Sub-zona 4

Canais de irrigação, de deságues, de drenagens. Dutos subterrâneos, cloacais, pluviais, de condução de água, de eletricidade, de telefonia. Rua urbanas, avenidas, autopistas, vias férreas, etc.

0,03 < Tolerância em x e y < 0,10

0,01 < Tolerância em z < 0,05

Buscando a maior economia no trabalho, não tem sentido medir, calcular e compensar um sistema de apoio que cumpra com a precisão mais rigorosa, evidentemente que o que mais convêm é planificar um sistema que se ajuste as tolerâncias antes deduzidas, de maneira diferencial.

2. Entre a fase de se colocar em desenvolvimento um projeto, até sua **execução**, ocorre um intervalo bastante grande de tempo, tempo este suficiente para que em alguns casos o modelo perca vigência devido às trocas transcorridas, tempo que trás como consequência a possível perda dos pontos demarcados (piquetes) que foram colocados quando do levantamento inicial.

Para que isto não ocorra é necessário dar ao sistema, de apoio do levantamento, a importância que deve ter, e para que durem no tempo,

deverão ser demarcados com **moirões de concreto**, balizados, pintados e protegidos. Ainda assim em certas ocasiões não é o suficiente, seria muito conveniente que estivessem amarrados a um sistema maior. Quando possível convém vincular estes ao sistema geral do país.



*Marco topográfico*

## **Rede Altimétrica**

A rede de pontos altimétricos deverá estar convenientemente espaçada sobre o terreno e corretamente materializada, recordando as advertências feitas para o sistema planimétrico, pois servirão não só como pontos de saída e fechamento dos itinerários do levantamento, se não também como pontos de referência dos trabalhos posteriores.

Com respeito às precisões, valem os conceitos vertidos anteriormente, isto é, apesar de que a precisão de erros nos diga que para o levantamento é suficiente empregar o nivelamento trigonométrico (taquiometria), é possível que para o sistema de apoio necessita-se fazer um nivelamento geométrico.

## **ESCOLHA DOS PONTOS** (Quantidade de pontos a levantar)

Em várias oportunidades, o **Agrimensor**, se encontra em frente a uma dificuldade que significa em ter que manejar uma quantidade enorme de dados estatísticos, ou com a incerteza de decidir a forma de realizar observações representativas e ao mesmo tempo seletivas. Por outro lado, sempre ficará a dúvida ou o risco se a escolha seletiva pode ser generalizada.

Portanto, sempre é conveniente adotar uma amostragem estatística adequada, pois desta forma estamos assegurados, desde que tenhamos tempo, pessoal, esforço e redução de custos.

## Amostragem

Existem três métodos importantes para realizar estudos seletivos:

### a. Amostragem aleatória simples

### b. Amostragem aleatória sistemático

### c. Amostragem estratificada

a. O método mais direto, é de amostragem **aleatória simples**, que consiste em obter pontos ao azar. Só pode ser empregado quando o levantamento tem caráter de **expedito**; se não for assim, em geral cometer graves erros.

b. O segundo método, a igual que o anterior, não precisa dispor de informação prévia, a área a ser levantada, se divide em unidades de igual superfície e se toma uma amostra a intervalos regulares.

Este método geralmente é o mais usado nos censos de população, quem sabe seja este o mais antigo dos métodos aplicados em topografia, conhecido pelo nome de "**quadrícula**", do qual já foi feita referência.

Se o que se busca é construir um modelo que reflita uma imagem correta da realidade, então se deve descartar este método, não é confiável quando se trata de generalizar. Para solucionar este problema, os projetistas recomendam a seus topógrafos densificar mais a rede, reduzir a quadrícula, porém isto traz acoplado um aumento desmedido de trabalho e tempo, em consequência custo.

Na maioria das vezes, quando se encara um levantamento de uma área para o projeto de uma obra de engenharia, essa área se encontra em estado virgem, com árvores e coberta de capoeiras. Replantear uma quadrícula significa geralmente, ter que abrir picadas.

c. Pelo antes exposto, quando o Agrimensor tem que empregar um método de amostragem, adota como mais correto a **amostragem estratificada**.

Os objetos a representar, se agrupam por áreas ou em classes (estratos), tomando em conta as características mais relevantes. Por

exemplo, nas avaliações cadastrais demarca-se primeiro as zonas de distintos valores, separa-se os bairros residenciais dos bairros industriais, estes dos bairros comerciais, e estes dos bairros periféricos, etc., logo o censo o fazemos buscando os pontos mais característicos de cada área. A grande vantagem é que a generalização ficará reduzida ou encerrada entre os limites de cada área.

Fica claro que este método requer uma considerável informação prévia sobre o objeto de estudo (o qual não era necessário nos outros métodos).

No levantamento **topográfico**, a informação prévia consiste em efetuar um bom reconhecimento do terreno, à medida que se vai confeccionando um **croqui** que represente os acidentes topográficos com a máxima fidelidade.

Em primeiro lugar, separam-se as cristas dos vales, nas zonas altas, localiza-se os divisores de águas principais, em seguida as dorsais secundárias, as selas, os pontos baixos das encostas, as partes superiores das grandes pendentes e dos barrancos. Faze-se o mesmo nos vales, primeiro os coletores de água principais, logo os secundários, o pé das grandes pendentes e das barrancas, os pontos mais elevados dos vales e as depressões fechadas.

A igual que na avaliação, aonde se faz uma carta temática, com a divisão em áreas, aqui no croqui, separamos a superfície a levantar em blocos.

Ao referirmos a **curvas de nível**, já mencionamos que estas eram perpendiculares aos talwegues e divisores de água, logo, definindo corretamente estas linhas já temos dado um grande passo na dedução da forma do terreno.

Estas são as linhas que vão separar as áreas, pois já se sabe da Topografia, que não se devem interpolar dois pontos que estejam separados por um talvegue ou divisor de águas.

Uma vez que tenha sido definido o limite de cada área, faze-se o levantamento dentro destes limites, tomando os pontos característicos mencionados e todas as quebras de pendentes significativas, à medida

que se vão levantando pontos do terreno, vamos também levantando os detalhes que complementam a informação.



A arte dos levantamentos topográficos pode ser aperfeiçoada através de uma grande prática de campo, analisando permanentemente sua própria experiência, comparando critérios adotados com os resultados obtidos. Deve tender à formação de um critério tal que permita eleger quais são aqueles pontos a observar que proporcionem a máxima informação possível. Não deve ser omitir nenhum ponto necessário.

Os pontos que são omitidos com maior frequência, são aqueles localizados em **mudança de pendentes** que se encontram alinhados com o observador, ou quando eles se encontram sobre a vertente de um cerro, por isso, a condição de todo o bom levantamento é que o Agrimensor acompanhe o porta mira, para ir selecionando os pontos ao mesmo tempo em que elabora o croquis, enquanto outros operadores realizam as medidas; e não que seja confeccionado o croquis desde o aparelho (Teodolito).

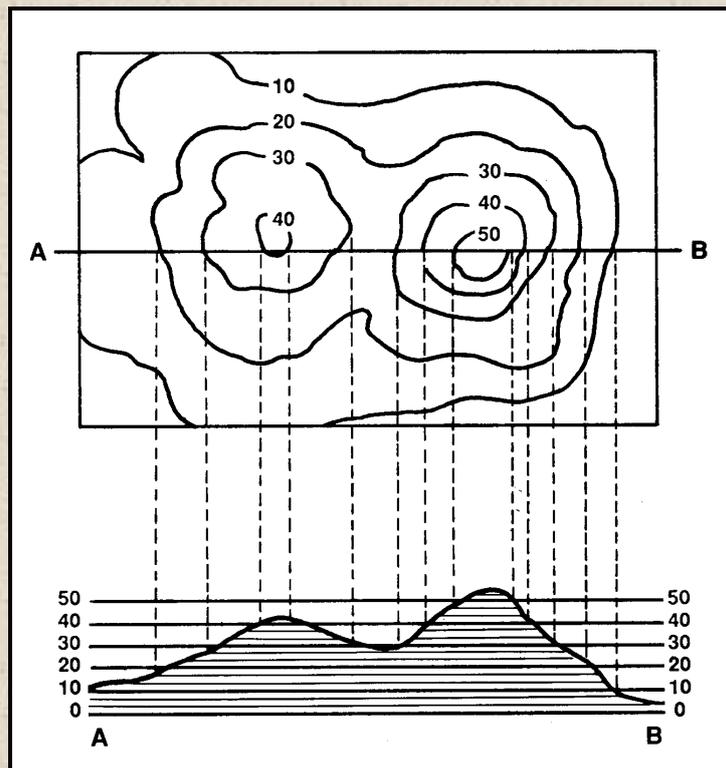
Com maior razão quando se trabalha com taquimetria eletrônica, pois com a possibilidade de se obter distâncias mais longas, aumentam as possibilidades de se cometer omissões de pontos.

## **PERFIS**

Nas obras de desenvolvimento linear, é empregado outro tipo de levantamento, em lugar de planos com curvas de nível, se faz uma planimetria geral que cobre toda a faixa da zona de ocupação, e o

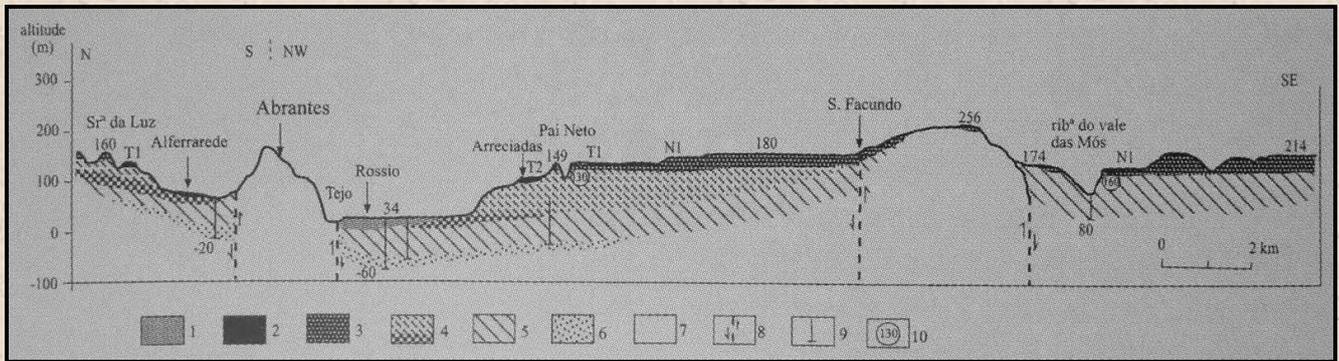
relevo se representa em planos separados, elaborando **perfis** perpendiculares ao eixo da obra.

Em algumas obras de desenvolvimento superficial, se representa o relevo com curvas de nível, porém se agregam **perfis** como dados complementares aos efeitos de visualizar das mudanças de pendentes. O desenho de um **perfil**, a partir de um plano de curvas de nível, pode ser de grande ajuda na descrição e explicação da forma do terreno.



*Confecção do perfil topográfico*

Paralelamente aos trabalhos de levantamento é feito um estudo dos solos, o qual serve, aos projetistas, para calcular o pacote estrutural da obra. Para se dispor destes dados é necessário que se confeccione o **Perfil Geomorfológico** ou **Perfil Edafológico**, o qual se obtém a partir de um perfil traçado longitudinalmente sobre o eixo. Com este perfil, com o reconhecimento do terreno e a fotointerpretação, a equipe de Geólogos, realiza sondagens nos lugares que se acredita ser os mais convenientes. Finalmente, com os dados obtidos das amostras das perfurações, se completa o trabalho.



*Seção Geomorfológica*

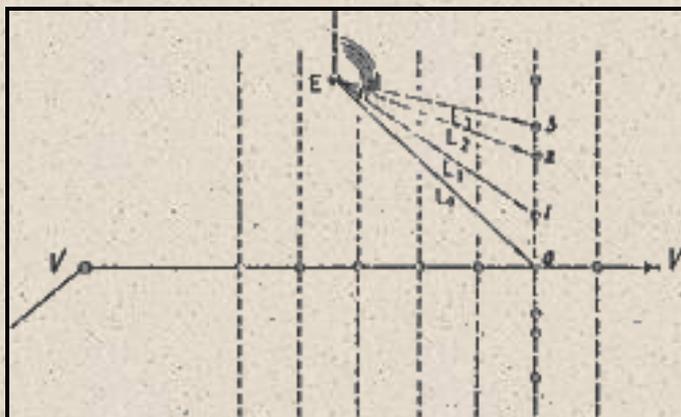
Os termos "**seção**" e "**perfil**" são empregados com pouca precisão e frequentemente são utilizados como sinônimos, confundindo seus conceitos.

No sentido literal, uma **seção** é um corte ou melhor dizendo a superfície visível de um dito corte.

Em outras palavras, o termo **perfil edafológico** está mal empregado, pois é uma seção na realidade, e deveria ser designado como "**Seção Edafológica**" já que mostra as camadas ou zonas sucessivas desde a superfície até a base.

Um perfil, em troca é somente uma linha. A linha de intersecção entre a superfície do terreno e um plano vertical.

Na elaboração dos **perfis**, deve-se levantar um longitudinalmente seguindo a linha ou a direção do traçado da obra (ou futuro traçado), e a intervalos regulares são levantados perfis transversais, perpendiculares ao primeiro, em toda a faixa que ocupa ou ocupará a obra. Não vamos nos deter a explicar o método de medição, já que ele é visto em detalhe na Topografia. Hoje em dia o uso da **estação total** simplificou os trabalhos de levantamento e obtenção de dados. Introduzindo as coordenadas do ponto estação, podemos obter as coordenadas dos pontos levantados ou bem diretamente as distâncias e as diferenças de nível existente entre eles. Esta forma de trabalhar é aconselhável quando a obra está localizada em área de serra ou de montanha ou quando se tem que levantar perfis finais aonde os aterros são altos. Com os programas específicos pode-se desenhar os perfis em forma automática e se calcular os volumes.



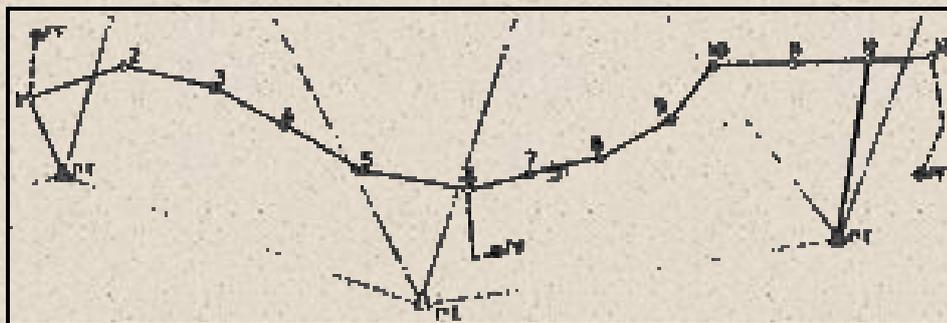
Há também a possibilidade de se efetuar levantamento de perfis com o auxílio de **taqueômetros** ou **níveis** e para isso devem ser calculadas as distâncias ao eixo, empregando a fórmula do cosseno, se se dispõe de uma calculadora programável, ao mesmo tempo em que se realizam as medições, vai-se executando o programa e obtendo diretamente as cotas e as distâncias dos pontos levantados, ao eixo.

**Sequência de Operação** (Sistema de apoio - Levantamento de perfis e detalhes)

Para este tipo de obra de desenvolvimento linear, o mais conveniente é empregar uma **poligonal de apoio**, que siga os lineamentos estabelecidos pela alternativa escolhida.

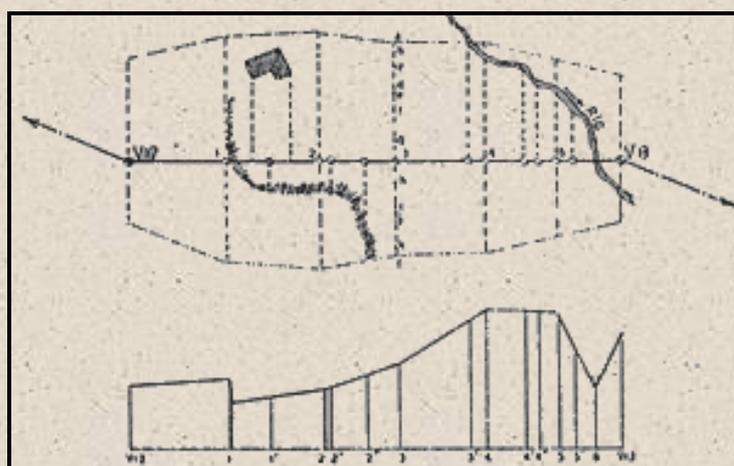
Esta **poligonal** será medida com a precisão necessária, conforme o critério estabelecido anteriormente, e seria aconselhável que fosse duplamente amarrada e orientada em relação ao sistema geral do país, se esta se encontra em zona urbana ou passa por uma cidade, também poderá relacionar-se ao sistema local do município.

1. **Reconhecimento**: deverá se buscar na medida do possível, que os lados da poligonal sejam aproximadamente de igual tamanho e o mais longo possível, definido o sistema, se estaqueia os vértices.
2. **Medição**: da poligonal, vinculação e compensação.
3. **Nivelamento**: geométrico dos vértices da poligonal, fazendo-se intercalações entre pontos fixos de ordem superior. Compensação.
4. **Instrumental**: em ambos os casos, emprega-se o instrumental e métodos que assegurem estar dentro da precisão obtida na determinação de erros.



*Perfil de nivelamento*

5. **Perfil longitudinal**: a partir dos vértices, piqueteamos ou estaqueamos, sobre a linha materializada por eles, os pontos aonde se produz uma mudança de pendente, ou aqueles pontos aonde de um ou do outro lado da linha se observam mudanças na forma do relevo, ou para levantar algum detalhe, (pois aqui, o método de levantamento de ruas empregado é o que na topografia se conhece com o nome de "**coordenadas retangulares**"). Se não ocorrer nada disso, se efetua o piqueteamento a intervalos de distâncias regulares, cada 50m ou cada 25m, por exemplo.
6. **Transversais**: piqueteada uma linha, estamos em condições de levantar os perfis transversais que serão obtidos por qualquer das duas formas antes mencionadas, ou com a combinação de ambas, partindo sempre de um ponto fixo cotado (vértice) e terminando em outro ponto cotado para controle.



*Perfis transversais*

## **Desenho do perfil**

O primeiro passo é definir as **escalas** e como as variações altimétricas são várias vezes menores que as planimétricas,

usualmente se empregam duas escalas no desenho, uma **horizontal** e outra **vertical**, exagerada esta em relação à primeira.

Esta relação de escalas, se denomina "**exagero vertical**" e na prática, as relações mais usadas são 1:5 e 1:10, estas escalas devem ser expressas no desenho do perfil.

Uma coluna, no lado esquerdo, nos indicará uma escala gráfica da altimetria, neste ponto, localizadas sobre o eixo das ordenadas, variando regularmente e com valores inteiros a partir de uma cota tomada como origem, a qual é chamada de "**P.C.**" (plano de comparação). Todas as cotas do perfil serão maiores em respeito a esta, isto é, a linha do **P.C.** será o limite inferior do perfil.

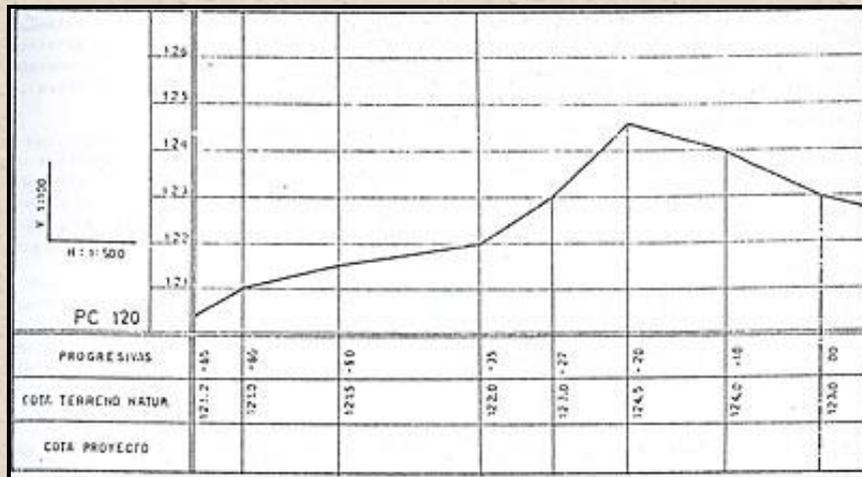
Imediatamente por debaixo da **linha do P.C.** desenharemos uma linha aonde indicaremos as progressões dos pontos observados, referidos ao eixo do levantamento, em outra linha, se colocará as distâncias parciais entre os pontos e em uma terceira linha, abaixo do título "**Cotas do Terreno Natural**", se colocará as cotas segundo os valores obtidos sobre o terreno.

Desta forma, criamos um gráfico que responde a um sistema da representação cartesiana, aonde cada ponto vai estar definido por duas coordenadas. Nas abscissas, por um valor planimétrico que é a progressiva ao eixo e nas ordenadas, por um valor altimétrico que é a cota do ponto; desta maneira o perfil levantado no terreno será a linha que une esses pontos.

Abaixo das linhas mencionadas, se desenha duas linhas a mais, uma com o título "**Progressivas do Projeto**" e outro "**Cotas do Projeto**".

Usualmente deixamos outra linha aonde se marcarão as "**diferenças**" de altura entre um e outro perfil (o do terreno natural com o do projeto), a qual resulta útil para o cálculo manual da superfície da seção incluída entre eles.

Agregamos outra linha, naqueles casos em que queremos fazer indicações ou observações, de tal maneira que sobre o perfil ficam indicadas todas as informações obtidas e calculadas.



*Perfil topográfico*

## Dimensão Final

Se o que se quer é fazer o **levantamento de uma superfície** para outro tipo de obra, empregando perfis, seja, por exemplo, uma encosta, neste caso tomamos uma série de perfis a intervalos que vão depender da forma do terreno, serão espaçados se a variação do relevo for uniforme, e se o terreno for muito irregular aumentar-se-á a quantidade de perfis reduzindo as distâncias entre eles.

A construção de **perfis** a partir de planos com curvas de nível, como já visto, pode ser de grande ajuda para interpretar a forma do terreno e resulta muito útil para a determinação de: pendentes, intervisibilidade de pontos, espaços mortos, etc.

O primeiro é aplicável no estudo do traçado alternativo nos anteprojetos de caminhos, de canais, de aquedutos e de coletores pluviais e cloacais; o segundo, para o estudo dos anteprojetos de localização de torres de micro-ondas e os de linhas de alta tensão. Também o fizemos, quando planificamos um sistema de apoio, para assegurar-nos a visibilidade entre os vértices. O terceiro, o usamos para verificar que desde o ponto estação não nos faltam espaços que não se possa observar no levantamento de detalhes em uma taquiometria.

## LEVANTAMENTOS HIDROGRÁFICOS

Os levantamentos **hidrográficos** podem ser definidos como os trabalhos topográficos efetuados para definir e determinar a forma dos leitos dos rios, lagunas e mares. São fundamentais para a planificação

e controle de projetos de reengenharia que se desenvolvem abaixo da superfície das lagunas, tais como as fundações dos pilares de pontes, rodovias, túneis, represas, reservatórios, docas, portos, etc.

Os métodos de levantamento que na generalidade dos casos podemos empregar são similares aos já vistos para os levantamentos terrestres. Com a grande diferença que neste caso, levantamos uma superfície **não visível** e que está exposta a permanentes mudanças.

Para efetuar o levantamento, convém tratar o mesmo de forma independente, a localização planimétrica da posição altimétrica.

Para a determinação da primeira, podemos empregar métodos de levantamento superficiais, como são os levantamentos pelo método polar e o resultado final será um plano com curvas de nível, que no caso dos levantamentos hidrográficos recebe o nome de "**curvas batimétricas**" ou "isobatas", pode-se empregar os clássicos alinhamentos, que darão como resultado, perfis transversais do leito.

### **Determinação da cota dos pontos submersos**

Devemos proceder em duas etapas:

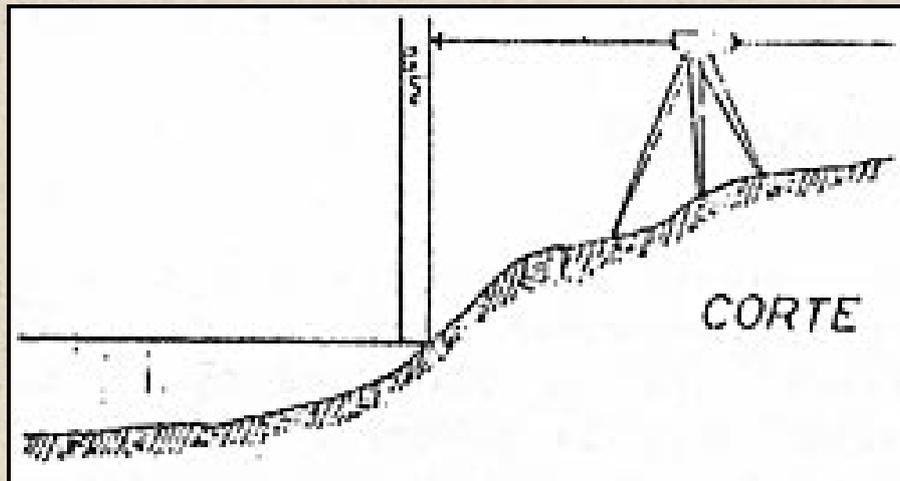
- Determinar a cota do espelho d'água na projeção vertical do ponto observado (A').
- Determinar a altura (h) desde o leito até o espelho d'água. Esta operação recebe o nome de sondagem.



*Determinação da cota batimétrica de um ponto*

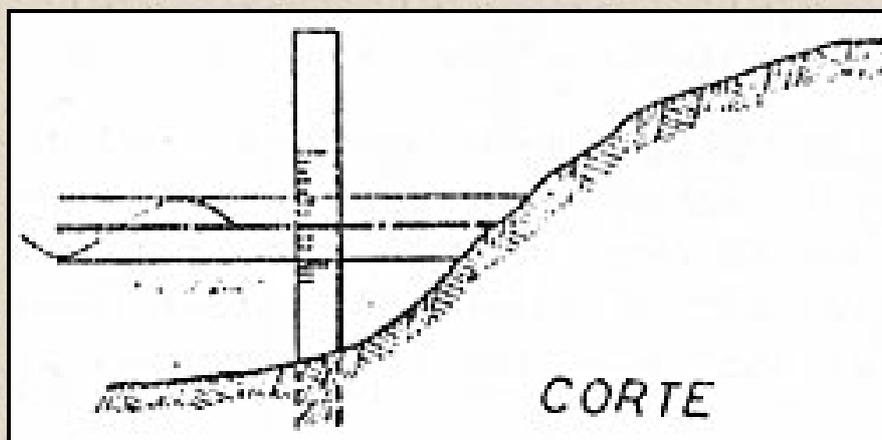
a. Para se determinar a **cota do ponto A'**, devemos considerar duas situações: se o espelho d'água se encontra em repouso ou se é um rio ou mar em movimento.

Conforme a convenção que adotarmos para definir o Geóide, assumimos que a superfície das águas em repouso materializa uma superfície equipotencial, de tal maneira que no primeiro caso (caso ideal) poderíamos tomar a cota de um ponto qualquer da superfície e generalizá-la a toda a extensão do levantamento.



*Determinação da cota média da superfície da água*

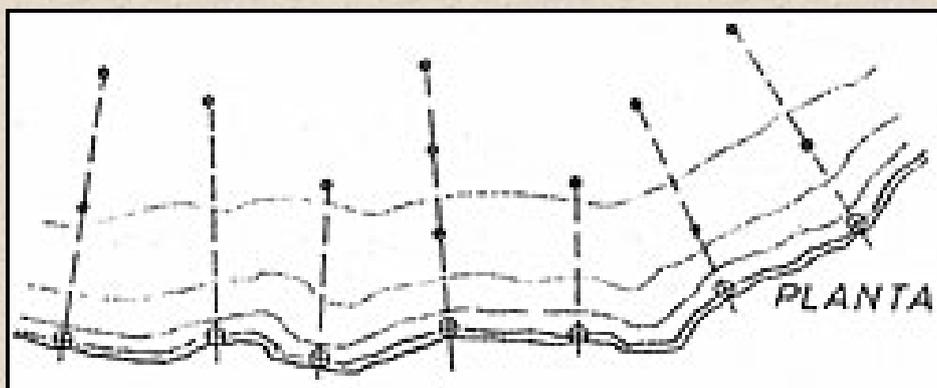
Porém na prática, as águas, longe de estarem quietas, se movem permanentemente pela ação do vento, neste caso, se determina a **posição média da superfície da água**, colocando uma mira na margem do lago e registrando sobre a mesma as variações, enquanto durar a operação do levantamento, e no final utiliza-se o valor médio.



*Determinação de uma cota média*

No caso dos **rios**, o nível da superfície da água está mudando permanentemente já que por um lado o nível do espelho d'água não é

horizontal (no sentido longitudinal) e por outro lado, que seu caudal não é constante. Nos grandes rios como são o Paraná ou o Uruguai, sua bacia de aporte é extensa, motivando que o caudal esteja em variação permanente. Isto obriga a que nos rios tomemos uma cota do espelho d'água, no sentido transversal as observações e simultaneamente a mesma.



*Determinação de cotas nos perfis transversais*

Um critério similar é adotado no caso dos levantamentos no **mar**, pois a superfície da água muda constantemente pela ação do vento e das marés.

Neste caso, deixando de lado a correção pelo vento, podemos supor as variações uniformes no espaço em relação ao tempo, por tal motivo, para calcular a **cota da superfície**, efetuamos a correção interpolando, entre duas cotas conhecidas, o espaço de tempo transcorrido entre as observações.



*Interpolação das cotas*

## PLANTA

### b. **SONDAGEM** (Distintos métodos)

**Varas graduadas:** Para pequenas profundidades e rios sem correntezas, se pode usar miras; com o objetivo de facilitar seu transporte se utilizam as miras embutidas, devém ser espessas e com bordas arredondadas para evitar que a pressão da corrente de água as dobre. O zero da mira se encontra no pé da mesma, o qual deve ter uma superfície plana de apoio, evitando que se afunde na lama. É um método incômodo e pesado (tem que estar permanentemente adicionando e removendo seções).



*Miras Graduadas*

**Cordas:** (de cânhamo, nylon ou fios de aço)

Para poder quantificar a profundidade, sobre a corda se fazem marcas ou nós a distâncias constantes; cada 0,20m um tipo e a cada metro outro tipo de marca.

Entre a **corda de nylon** e o **cânhamo**, é mais conveniente usar a primeira, pois a segunda se torna dura e pesada ao ser molhada. Com o uso contínuo, ambas as cordas se deformam (o nylon se estica enquanto que o cânhamo se contrai ao molha).

O **fio de aço** é mais seguro, porém é mais difícil de marcar ao mesmo tempo em que requer o emprego de trilhos ou carretéis especialmente construídos.

Na base da **corda** deve ser colocado um peso (lastro) que pode variar entre os 5 e 30kg, dependendo do comprimento da corda utilizada. É conveniente que o lastro tenha a forma de um torpedo com aletas estabilizadoras para que baixe o mais vertical possível.

Em profundidades maiores que 50m, temos que usar um sistema de polia equipado com freio mecânico, para a subida e descida da sonda.

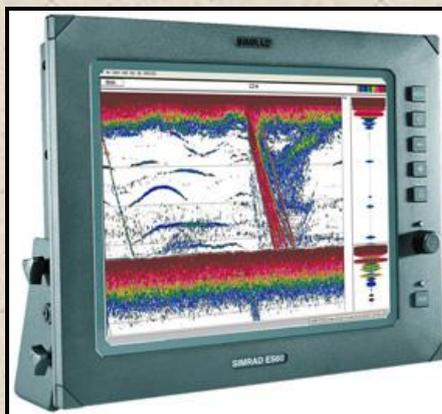
A rapidez e precisão com que é efetuada a sondagem, depende do equipamento que estamos utilizando, quando o levantamento se realiza em uma zona não muito extensa e a profundidade da água está compreendida entre 1 e 5m, podemos empregar o primeiro método entre os 5 e 30m, para os 50m, nos inclinamos pelo segundo método.

Para profundidades maiores, grandes levantamentos ou rios de grande correnteza é necessário o emprego de ecosondas.

### **Ecosondas:**

Há dois tipos de **ecosondas**, as chamadas pequenas e portáteis, que são colocadas sobre a embarcação que ira executar o levantamento. Estas têm a capacidade de medir até 60m de profundidade, e as grandes ecosondas, que são instaladas permanentemente na embarcação e que podem alcançar até 12 km de profundidade.

O princípio em que se baseia é similar ao utilizado pelos distanciômetros, com a diferença que as **ecosondas** emitem uma onda sonora, cuja velocidade de propagação na água é de 1440m/seg, várias vezes inferior à velocidade da luz. Por esse motivo, ao receber-se o eco da onda, pode-se medir facilmente o espaço de tempo transcorrido entre a emissão e a recepção da onda sonora e converter esta em distância métrica. Ao aumentar a profundidade aumentarão as interferências e isto leva a aumentar as frequências do som.



*Ecosondas*

Assim como o distanciômetro, estas estão calibradas para uma atmosfera de 700mm de Hg a uma temperatura de 20°C. Antes de se efetuar as medições com o distânciometro, devemos corrigir este aos valores reais (temperatura e pressão atmosférica) utilizadas durante o levantamento. Assim também as **ecosondas** têm que ser calibradas levando-se em conta a temperatura, profundidade média (pressão hidráulica) e salinidade da água.

O equipamento de **sondagem** está construído para produzir um som, receber e amplificar o som de retorno, medir o tempo transcorrido e converter este intervalo em metros, registrando-o em uma faixa de papel enrolada em um tambor giratório, ou bem, imprimir os resultados em um disquete.

### **Precisão:**

No caso das **sondas de corda**, a insegurança na obtenção da profundidade é muito grande, pois a correnteza do rio pode ocasionar o arrasto da sonda e esta medir uma distância maior que a real.

No mar, além de termos correnteza, temos ainda o movimento ocasionado pelas ondas, que podem dificultar a horizontalização da embarcação.

**Precisões possíveis:** de 1/10 a 1/50 em rios com correnteza torrencial e mar bravo, de 1/50 a 1/100 em enseadas, lagos e mar calmo. Com as ecosondas, conforme a frequência do som emitido, pode-se ter uma **faixa de precisão** que varia entre 1/200 a 1/2500 nos equipamentos de alta frequência.

## Determinação da posição altimétrica

### Levantamentos topo-batimétricos

Como não é possível observar diretamente a superfície a ser levantada, é necessário proceder em duas etapas, em primeiro lugar se realiza uma amostragem aleatória simples, tomando os pontos distribuídos o mais uniforme possível, com o objetivo de obter a informação prévia necessária para proceder em seguida, em uma segunda etapa, a amostragem estratificada.



*1ª etapa*

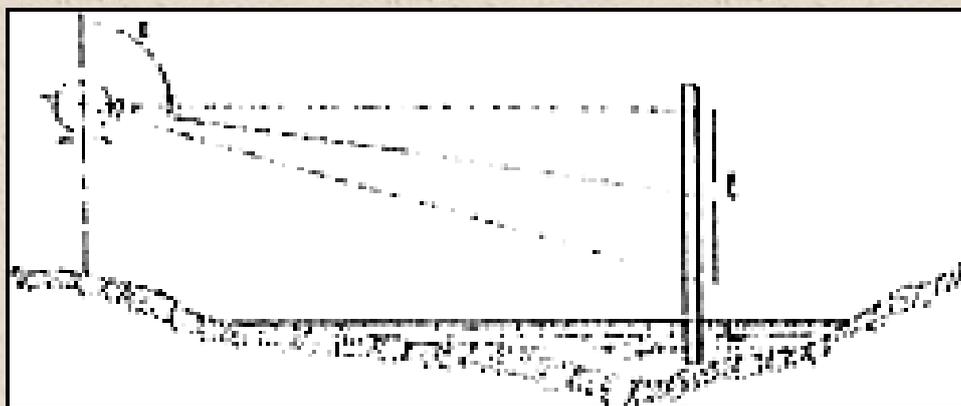
*2ª etapa*

Para a determinação das coordenadas X e Y destes pontos, podemos utilizar os seguintes métodos:

#### 1. Polar - taquimetria clássica

Quando os levantamentos são em áreas com águas pouco profundas, como por exemplo, a lagoa do Peixe em época de estiagem, pode-se medir a distância estadimetricamente e simultaneamente a estas efetuar o **nivelamento**, apoiando a mira sobre o leito do rio.

Isto não é possível, quando se trata de um ambiente de águas profundas, pois o contínuo movimento da embarcação impede a leitura sobre a mira e mesmo o de mantê-la na posição vertical.

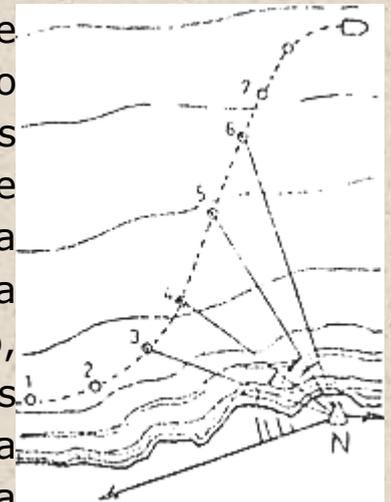


*Nivelamento direto com mira sobre o leito do rio*

## 2. Polar - taquiometria eletrônica

Neste caso se estaciona o distanciômetro sobre um dos pontos do sistema de apoio, após a instalação do instrumento e seu nivelamento, se vai seguindo com o mesmo o movimento da embarcação, apontando a luneta para os prismas que se encontram na embarcação, com o botão de movimento lento do distanciômetro; no momento em que a sondagem é efetuada, o operador da embarcação comunica o operador do distanciômetro, através de um sinal de radio ou luminosa. O operador do instrumento para o movimento da alidade e efetua a medida da distância e posteriormente lê o rumo do plano de visada, enquanto isso o pessoal da embarcação dirige-se para a próxima posição de sondagem.

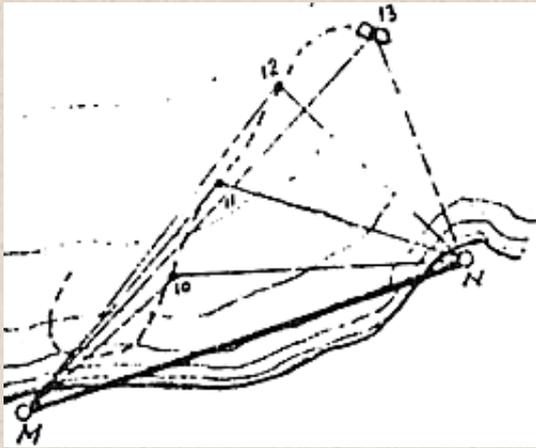
Convêm medir as **distâncias** empregando-se um distanciômetro de ondas curta, já que o distanciômetro eletro-óptico apresenta duas dificuldades: por um lado, o tempo de trabalho pode ser reduzido pela falta de visibilidade devido a presença de nevoeiro, o que afeta consideravelmente o feixe de luz, e por outro lado, os prismas usados comumente nos levantamentos terrestres, devem ser substituídos por um sistema de prismas já que o contínuo movimento da embarcação ocasiona dificuldade e lentidão na pontaria do prisma pelo aparelho.



Quando se trabalha com **ecosonda** de medição contínua, se vai fazendo as medidas ininterruptamente, já que a embarcação para somente o tempo necessário para a observação da distância.

Como o gráfico do perfil registrado pela sonda tem duas variáveis (alturas nas ordenadas e tempos nas abscissas), é necessário **cronometrar** o instante da observação para posteriormente poder relacionar as coordenadas X e Y com a altura h, para o cálculo de Z correspondente.

### 3. Bisseção



O método de medição mais empregado, devido sua simplicidade e rapidez, é o que utiliza dois teodolitos localizados sobre dois vértices do sistema de apoio. Ao efetuar-se a sondagem e transmitido o sinal, ambos operadores param o movimento da alidada, a qual até esse momento ia seguindo o percurso de uma imagem pontual, comum, da embarcação, com o botão micrométrico do movimento horizontal e vertical. Anota-se os rumos e se reinicia a operação para o próximo ponto de sondagem.

É ideal que se empregue este método com a ecosonda de leitura contínua, anotando os tempos, como no caso anterior.

### 4. Intersecção inversa

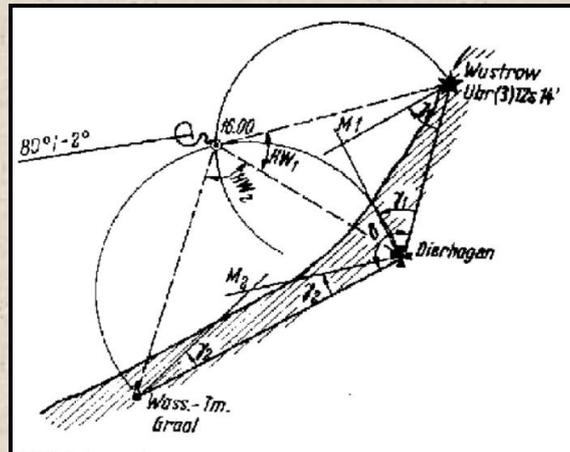
Para poder determinar a posição de um ponto, se necessita conhecer as coordenadas de três pontos e medir os dois ângulos compreendidos entre a estação e os três pontos de coordenadas conhecidas, que são visados, ou bem conhecer as coordenadas de dois pontos e medir as duas distâncias.

No primeiro caso, não se pode realizar com um teodolito já que na embarcação é impossível manter nivelado o instrumento e medir os ângulos, entretanto, para levantamentos expeditos, os textos apresentam a possibilidade de utilizar um **sextante**, apontando para os pontos visualmente dominantes da costa, tais como antenas de radiotorres, faróis, etc.

O segundo caso é muito prático e frequentemente usado nos levantamentos que são realizados sistematicamente, como são os trabalhos que se realizam para detectar a presença de bancos de areia nos canais dos portos e rios navegáveis.

Da mesma maneira que o sonar envia um sinal acústica para medir a profundidade, se emite um sinal de onda curta, que é devolvida por duas estações costeiras, cuja posição se conhece as coordenadas.

O instrumento do esquema permite obter diretamente as coordenadas X e Y em um tempo de 60seg com um erro de + 2m podendo se afastar das estações costeiras até uns 74 km.



*Método dos três pontos*

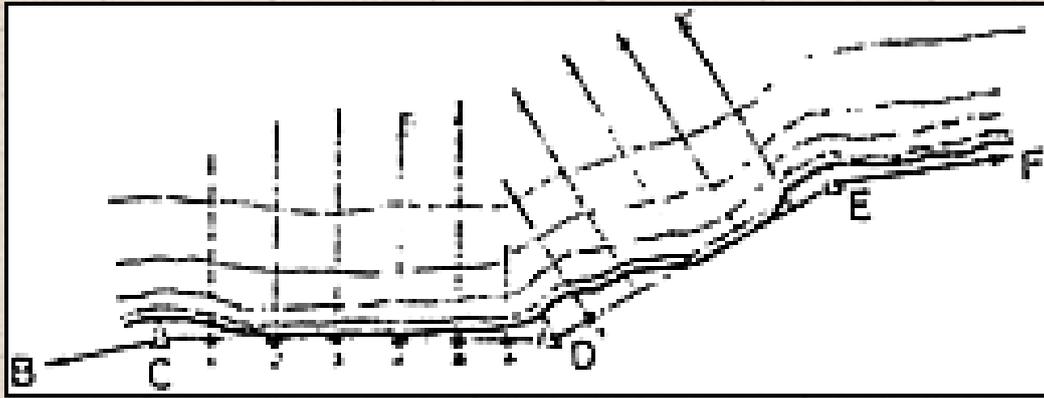
## 5. Outros métodos

Em países desenvolvidos, as determinações efetuadas em alto mar, se realizam com equipamentos que, simultaneamente enquanto o barco sonda vai se movimentando, um plotter vai desenhando, de forma contínua uma faixa de **curvas batimétricas**, obtendo assim a carta batimétrica. Para obter-se as coordenadas dos cantos da carta, se localiza a posição de 2 ou 3 pontos valendo-se de satélites topográficos GPS.

Para medições nas imediações de **plataformas marinhas** e para os levantamentos destinados a construção de gasodutos submergidos, se emprega, com êxito, medições azimutais empregando-se o **giroscópio**.

### b. PERFIS

Materializa-se uma poligonal de apoio sobre a costa, seguindo a forma da mesma, sobre os lados se localizam os piquetes espaçados conforme a densificação que se deseja obter. A partir destes pontos se levantam os perfis transversais.



*Perfis transversais a linha de costa*

Modo de operar:

### **1. Com taqueometro eletrônico**

Estaciona-se o aparelho sobre cada um dos piquetes, apontando para o vértice mais distante e se levantam perpendiculares ao lado. A embarcação se desloca pela linha materializada e em cada sondagem se mede a distância ao piquete.

### **2. Com dois teodolitos**

Um deles deve ser estacionado sobre o perfil, para colocar em posição a embarcação, enquanto que o segundo teodolito se coloca em um vértice, com o objetivo de realizar uma intersecção no momento da sondagem, para depois calcular a distância do ponto observado ao piquete (Fig. a)

### **3. Com um só teodolito**

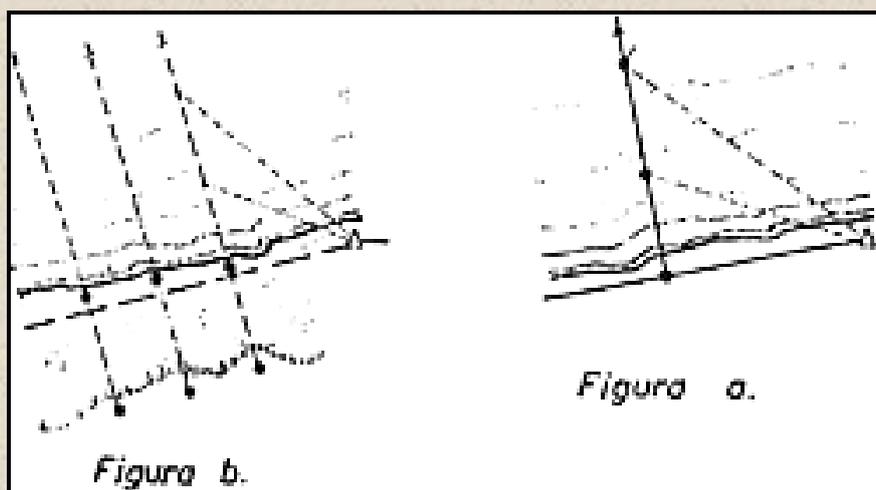
Quando se dispõe de um só instrumento, previamente se colocam sinais que materializem a linha do perfil.

A embarcação vai se alinhando sozinha sobre o perfil, enquanto que o operador de terra, instalado em um vértice, vai levantando as intersecções.

Esta forma limita a distância a que se pode afastar a embarcação, por um lado pelo erro produzido ao alinhar-se a simples vista com dois sinais geralmente localizados em distintos níveis; e por outro, porque ao afastar-se da costa é muito difícil saber desde a embarcação se se

está sobre o perfil corretamente, ou se se está alinhado sobre sinais equivocados. (Fig. b)

Ainda que o método de levantamento de perfis é muito mais monótono que a topobatimetria, é em alguns casos mais prático, pois quando a costa não está edificada é muito difícil localizar-se desde a embarcação e se corre o risco de não obter as sondagens distribuídas da forma que se planificou.



*Levantamento de perfis com um só teodolito*

**Autor do trabalho inicial:** Eng. Luis Bosch - [adelbianco@ciudad.com.ar](mailto:adelbianco@ciudad.com.ar); [ingtitobosch@yahoo.com.ar](mailto:ingtitobosch@yahoo.com.ar)

**Atualização:** T.G.M. Christian Carreras - [www.ccarreras.com.ar](http://www.ccarreras.com.ar)

**Título original em espanhol:** Topografía Aplicada en mediciones para obras de ingeniería y arquitectura