

TÉCNICO EM AGRIMENSURA



MÓDULO II
TOPOGRAFIA II



2025 - INEPROTEC

Diretor Pedagógico	EDILVO DE SOUSA SANTOS
Diagramação	MICHEL MARTINS NOGUEIRA
Capa	MICHEL MARTINS NOGUEIRA
Elaboração	INEPROTEC

Direitos Autorais: É proibida a reprodução parcial ou total desta publicação, por qualquer forma ou meio, sem a prévia autorização do INEPROTEC, com exceção do teor das questões de concursos públicos que, por serem atos oficiais, não são protegidas como Direitos Autorais, na forma do Artigo 8º, IV, da Lei 9.610/1998. Referida vedação se estende às características gráficas da obra e sua editoração. A punição para a violação dos Direitos Autorais é crime previsto no Artigo 184 do Código Penal e as sanções civis às violações dos Direitos Autorais estão previstas nos Artigos 101 a 110 da Lei 9.610/1998.

Atualizações: A presente obra pode apresentar atualizações futuras. Esforçamo-nos ao máximo para entregar ao leitor uma obra com a melhor qualidade possível e sem erros técnicos ou de conteúdo. No entanto, nem sempre isso ocorre, seja por motivo de alteração de software, interpretação ou falhas de diagramação e revisão. Sendo assim, disponibilizamos em nosso site a seção mencionada (Atualizações), na qual relataremos, com a devida correção, os erros encontrados na obra e sua versão disponível. Solicitamos, outros sim, que o leitor faça a gentileza de colaborar com a perfeição da obra, comunicando eventual erro encontrado por meio de mensagem para contato@ineprotec.com.br.

VERSÃO 2.0 (01.2025)

Todos os direitos reservados à
Ineprotec - Instituto de Ensino Profissionalizante e Técnico Eireli
Quadra 101, Conjunto: 02, Lote: 01 - Sobreloja
Recanto das Emas - CEP: 72.600-102 - Brasília/DF
E-mail: contato@ineprotec.com.br
www.ineprotec.com.br

Sumário

ABERTURA	06
SOBRE A INSTITUIÇÃO	06
• Educação Tecnológica, Inteligente e Eficiente	06
• Missão	06
• Visão	06
• Valores	06
SOBRE O CURSO	06
• Perfil profissional de conclusão e suas habilidades	07
• Quesitos fundamentais para atuação	07
• Campo de atuação	08
• Sugestões para Especialização Técnica	08
• Sugestões para Cursos de Graduação	08
SOBRE O MATERIAL	08
• Divisão do Conteúdo	09
• Boxes	09
BASE TEÓRICA	11
INTRODUÇÃO	11
PONTO E LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO	11
• Ponto Topográfico	11
• Levantamento topográfico	11
✓ Passo a passo para a execução	11
ÂNGULOS E ALINHAMENTO	12
• Medidas Angulares e Alinhamento	12
✓ Ângulos Horizontais	13
✓ Ângulos Verticais	18
✓ Ângulos de Orientação	19
DIVISÃO DA TOPOGRAFIA	22
• Topometria	22
• Topologia	23

• Taqueometria	23
• Fotogrametria	23
• Instrumentos utilizados	23
LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO OU TOPOMETRIA	24
• Levantamento Planimétrico	24
• Levantamento Altimétrico	25
✓ Topologia	25
✓ Conceitos importantes	25
POLIGONAL E SENTIDO POLIGONAL	26
• Definição	26
• Classificação	26
✓ Poligonal Aberta	27
✓ Poligonal Entrelaçada	27
PLANIMETRIA E ALTIMETRIA	27
• Definição	27
• Representações	27
✓ Representação do terreno	27
✓ Representação por pontos cotados	28
✓ Representação por curvas de nível	29
FASES E MÉTODOS DE LEVANTAMENTOS	31
• Objetivo	32
• ABNT	32
• Métodos principais	32
• Levantamentos topográficos	33
✓ Planejamento de levantamentos topográficos	34
• Classificação de métodos	35
• Etapas de um levantamento	36
✓ Planejamento	36
✓ Execução	36
✓ Cálculos/Conclusões/Relatórios	37
• Tipos de levantamentos topográficos em função do grau de precisão	37
• Tipos de levantamentos topográficos em função dos dados levantados	37

✓ Apresentação dos métodos tradicionais	37
✓ Nivelamento Geométrico	38
✓ Instrumentos tradicionais	39
USO DO TEODOLITO	40
• Instalação do equipamento	40
✓ Instalando o tripé e retirando o instrumento da caixa	41
✓ Centragem e nivelamento	43
SESSÕES ESPECIAIS	53
MAPA DE ESTUDO	53
SÍNTESE DIRETA	55
MOMENTO QUIZ	57
GABARITO DO QUIZ	59
REFERÊNCIAS	59

MÓDULO II

TOPOGRAFIA II

TÉCNICO EM AGRIMENSURA

Abertura

SOBRE A INSTITUIÇÃO

Educação Tecnológica, Inteligente e Eficiente

O Instituto de Ensino Profissionalizante e Técnico (INEPROTEC) é uma instituição de ensino que valoriza o poder da educação e seu potencial de transformação.

Nascemos da missão de levar educação de qualidade para realmente impactar a vida dos nossos alunos. Acreditamos muito que a educação é a chave para a mudança.

Nosso propósito parte do princípio de que a educação transforma vidas. Por isso, nossa base é a inovação que, aliada à educação, resulta na formação de alunos de grande expressividade e impacto para a sociedade. Aqui no INEPROTEC, o casamento entre tecnologia, didática e interatividade é realmente levado a sério e todos os dias otimizado para constante e contínua evolução.

Missão

A nossa missão é ser símbolo de qualidade, ser referência na área educacional presencial e a distância, oferecendo e proporcionando o acesso e permanência a cursos técnicos, desenvolvendo e potencializando o talento dos estudantes, tornando-os, assim, profissionais de sucesso e cidadãos responsáveis e capazes de atuar como agentes de mudança na sociedade.

Visão

O INEPROTEC visa ser um instituto de ensino profissionalizante e técnico com reconhecimento nacional, comprometido com a qualidade e excelência de seus cursos, traçando pontes para oportunidades de sucesso, tornando-se, assim, objeto de desejo para os estudantes.

Valores

Ciente das qualificações exigidas pelo mercado de trabalho, o INEPROTEC tem uma visão que prioriza a valorização de cursos essenciais e pouco ofertados para profissionais que buscam sempre a atualização e especialização em sua área de atuação.

SOBRE O CURSO

O curso TÉCNICO EM AGRIMENSURA pertence ao Eixo Tecnológico de INFRAESTRUTURA. Vejamos algumas informações importantes sobre o curso TÉCNICO EM AGRIMENSURA relacionadas ao **perfil profissional de conclusão e suas habilidades**,

quesitos fundamentais para atuação, campo de atuação e, também, algumas sugestões interessantes para continuação dos estudos optando por **Especializações Técnicas** e/ou **Cursos de Graduação**.

Perfil profissional de conclusão e suas habilidades

- Executar levantamentos geodésicos e topográficos.
- Utilizar equipamentos e métodos específicos.
- Fazer a locação de obras de sistemas de transporte, civis, industriais e rurais.
- Delimitar glebas.
- Identificar elementos na superfície e pontos de apoio para georreferenciamento e amarração.
- Organizar e supervisionar ações de levantamento e mapeamento.
- Efetuar aerotriangulação.
- Restituir fotografias aéreas para a elaboração de produtos cartográficos em diferentes sistemas de referências e projeções.
- Processar e interpretar dados de sensoriamento remoto, fotos terrestres e fotos aéreas de modo integrado a dados de cartas, mapas e plantas.
- Utilizar ferramentas de geoprocessamento.
- Executar cadastro técnico multifinalitário.
- Identificar métodos e equipamentos para a coleta de dados.
- Participar do planejamento de loteamentos, desmembramentos e obras de engenharia.
- Dar assistência técnica na compra, venda e utilização de produtos e equipamentos especializados.
- Executar levantamentos e coletas de dados espaciais e geométricos.

Quesitos fundamentais para atuação

- Conhecimentos e saberes relacionados à execução de levantamentos geodésicos e topográficos, a vistorias e arbitramentos relativos à Agrimensura, com o intuito de permitir a organização fundiária do espaço rural, incluindo as medições, as demarcações, as divisões, os mapeamentos, as avaliações e a regulamentação das terras.
- Compromisso e ética para assegurar o cumprimento da legislação e das normas técnicas vigentes.

- Habilidade de liderança de equipes para solução de problemas técnicos e trabalhistas e para a gestão de conflitos.

Campo de atuação

- Empresas de mapeamento e levantamento topográfico, de comercialização de equipamentos e instrumentos específicos da função, de aerolevantamentos, de logística e distribuição de cargas
- Forças Armadas.
- Concessionárias de serviços públicos.
- Agências reguladoras.

Sugestões para Especialização Técnica

- Especialização Técnica em Cadastramento Ambiental Rural.
- Especialização Técnica em Georreferenciamento de Imóveis Rurais.
- Especialização Técnica em Monitoramento de Estruturas.

Sugestões para Cursos de Graduação

- Curso Superior de Tecnologia em Agrimensura.
- Curso Superior de Tecnologia em Geoprocessamento.
- Curso Superior de Tecnologia em Estradas.
- Curso Superior de Tecnologia em Construção Civil.
- Bacharelado em Engenharia de Agrimensura.
- Bacharelado em Engenharia Cartográfica.
- Bacharelado em Engenharia Cartográfica e de Agrimensura.
- Bacharelado em Geografia.
- Bacharelado em Engenharia Ambiental.

SOBRE O MATERIAL

Os nossos materiais de estudos são elaborados pensando no perfil de nossos cursistas, contendo uma estruturação simples e clara, possibilitando uma leitura dinâmica e com volume de informações e conteúdos considerados básicos, mas fundamentais e essenciais para o desenvolvimento de cada disciplina. Lembrando que nossas apostilas não são os únicos meios de estudo.

Elas, juntamente com as videoaulas e outras mídias complementares, compõem os vários recursos midiáticos que são disponibilizados por nossa Instituição, a fim de

proporcionar subsídios suficientes a todos no processo de ensino-aprendizagem durante o curso.

Divisão do Conteúdo

Este material está estruturado em três partes:

- 1) ABERTURA.
- 2) BASE TEÓRICA.
- 3) SESSÕES ESPECIAIS.

Parte 1 - ABERTURA

- Sobre a Instituição.
- Sobre o Curso.
- Sobre o Material.

Parte 2 – BASE TEÓRICA

- Conceitos.
- Observações.
- Exemplos.

Parte 3 – SESSÕES ESPECIAIS

- Mapa de Estudo.
- Síntese Direta.
- Momento Quiz.

Boxes

Além dessas três partes, no desenvolvimento da BASE TEÓRICA, temos alguns BOXES interessantes, com intuito de tornar a leitura mais agradável, mesclando um estudo mais profundo e teórico com pausas pontuais atrativas, deixando a leitura do todo “mais leve” e interativa.

Os BOXES são:

- VOCÊ SABIA

	<p>São informações complementares contextualizadas com a base teórica, contendo curiosidades que despertam a imaginação e incentivam a pesquisa.</p>
---	--

- PAUSA PARA REFLETIR...



Um momento especial para descansar a mente do estudo teórico, conduzindo o cursista a levar seus pensamentos para uma frase, mensagem ou indagação subjetiva que leve a uma reflexão pessoal e motivacional para o seu cotidiano.

- SE LIGA NA CHARADA!



Se trata de um momento descontraído da leitura, com a apresentação de enigmas e indagações divertidas que favorecem não só a interação, mas também o pensamento e raciocínio lógico, podendo ser visto como um desafio para o leitor.

Base Teórica

INTRODUÇÃO

A palavra **Topografia** é de origem grega. TOPOS significa lugar e GRAFIA significa descrição. Ela pode ser traduzida como a descrição (minuciosa) de um local. Basicamente é a ciência ou parte da ciência (existem discussões sobre a classificação da topografia) que se ocupa do estudo dos acidentes geográficos, medição do terreno e dos acidentes presentes no mesmo, localização, situação, variações do relevo e anotar em cartas topográficas.

É um conhecimento essencial para a construção civil, para a estratégia militar, para os estudos geográficos e tantas outras esferas da vida humana. Entretanto, parece ser na construção civil que podemos ver o seu uso mais rotineiro, afinal de contas, como construir algo sem conhecer realmente um terreno de forma precisa? Essa é a grande utilidade da Topografia.

Topografia é basicamente a descrição minuciosa de um trecho da Terra contendo informações de todos os detalhes existentes como estradas, casas, montes, vales, rios, etc. Ela faz parte da **Geodésia**, que é a ciência que tem por objetivo determinar a forma e a dimensão da Terra.

PONTO E LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO

Ponto Topográfico

É uma posição de destaque, estrategicamente situado na superfície terrestre, materializado através de piquetes e estacas. Serve de origem para o levantamento dos detalhes da superfície.

Levantamento topográfico

É uma forma de representação dos pontos notáveis do relevo e dos acidentes geográficos de uma porção de terreno. Na planta ou carta topográfica, os acidentes de relevo são representados por taludes e por curvas de nível. Essa planta é fornecida ao projetista para que ele possa situar a obra no terreno. Como é realizado?

Passo a passo para a execução

1. Primeiramente, determinam-se pontos de referência para situar os elementos do terreno. O topógrafo marca um ponto aleatório com o piquete. Esse ponto será o ponto de partida. Os demais pontos formarão uma poligonal dentro do terreno.
2. Sobre o ponto inicial será posicionado um aparelho de medição de distâncias e ângulos: a Estação Total. O centro do instrumento deve ficar exatamente sobre o primeiro ponto, pois é a partir dele que ela determinará a distância até o seguinte.
3. Os topógrafos responsáveis medem a posição, ou seja, a distância e o ângulo de cada elemento do terreno em relação à poligonal com o sensor infravermelho da Estação Total.
4. Esses dados são colocados na planta ou carta topográfica, que será fornecida aos projetistas.

O projeto de Levantamento Topográfico tem diversas aplicações, entre elas:

- Determinar as dimensões de áreas urbanas e rurais;
- Realizar levantamento altimétrico em áreas de interesses;
- Ajudar no cadastramento de imóveis;
- Elaborar perfis rodoviários ou de canais e rios;
- Realizar seções transversais;
- Obter quantitativos de volumes;
- Determinar volume de aterros.

	<p>VOCÊ SABIA?</p> <p style="text-align: center;"><i>Aplicações da topografia</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Construção civil (edifícios, pontes, viadutos, túneis, etc); ✓ Urbanismo (loteamento, parcelamento do solo, etc); ✓ Geologia; ✓ Oceanografia; ✓ Mapeamento topográfico e cartográfico; ✓ Medição de propriedades rurais e urbanos; ✓ Entre outras.
---	---

ÂNGULOS E ALINHAMENTO

Medidas Angulares e Alinhamento

Em relação aos ângulos medidos em Topografia, pode-se classificá-los em:

Ângulos Horizontais

Os ângulos horizontais medidos em Topografia podem ser:

- Internos;
- Externos;
- Deflexão.

Internos

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

Assim, o método de leitura do referido ângulo, utilizando um teodolito eletrônico ou uma estação total, consiste em:

- Executar a pontaria (fina) sobre o ponto a vante (primeiro alinhamento);
- Zerar o círculo horizontal do aparelho nesta posição (procedimento padrão \textcircled{R} Hz = $000^{\circ}00'00''$);
- Liberar e girar o aparelho (sentido horário ou anti-horário), executando a pontaria (fina) sobre o ponto a ré (segundo alinhamento);
- Anotar ou registrar o ângulo (**Hz**) marcado no visor LCD que corresponde ao ângulo horizontal interno medido.

A figura a seguir ilustra os ângulos horizontais internos medidos em todos os pontos de uma poligonal fechada.

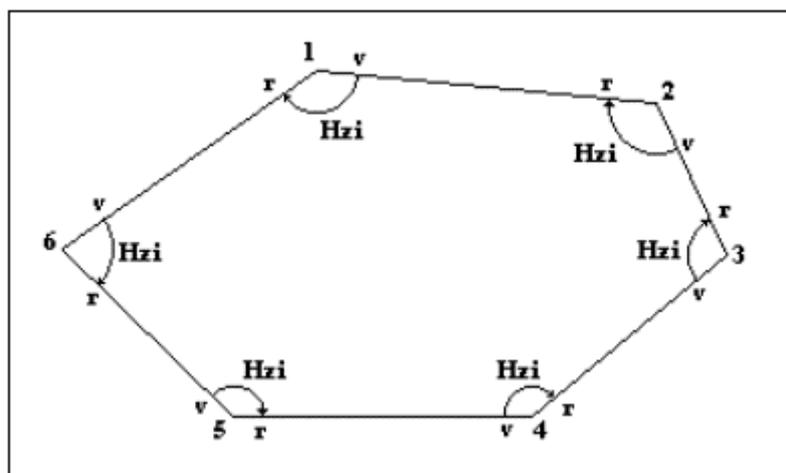


Figura 1: Ângulos horizontais internos.

A relação entre os ângulos horizontais internos de uma poligonal fechada é dada por:

$$\Sigma H_z_i = 180^\circ \cdot (n - 2)$$

Onde n representa o número de pontos ou estações da poligonal.

Externos

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

Assim, o método de leitura do referido ângulo, utilizando um teodolito eletrônico ou uma estação total, consiste em:

- Executar a pontaria (fina) sobre o ponto a ré (primeiro alinhamento);
- Zerar o círculo horizontal do aparelho nesta posição (procedimento padrão @ Hz = 000°00'00");
- Liberar e girar o aparelho (sentido horário ou anti-horário), executando a pontaria (fina) sobre o ponto a vante (segundo alinhamento);
- Anotar ou registrar o ângulo (**Hze**) marcado no visor LCD que corresponde ao ângulo horizontal externo medido.

A figura a seguir ilustra os ângulos horizontais externos medidos em todos os pontos de uma poligonal fechada.

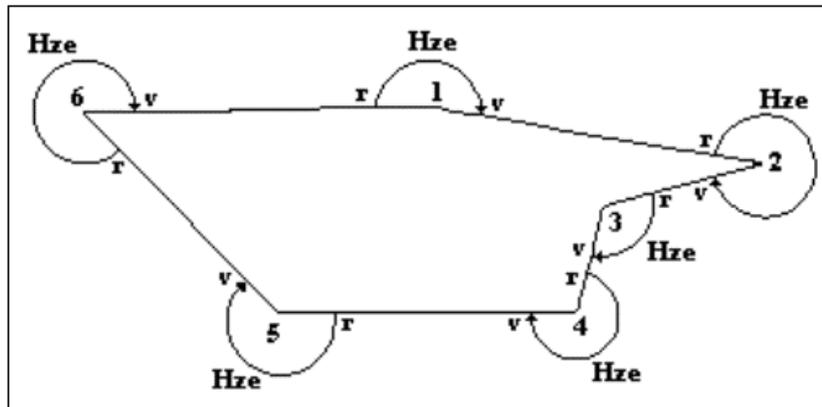


Figura 2: Ângulos horizontais externos.

A relação entre os ângulos horizontais externos de uma poligonal fechada é dada por:

$$\Sigma H_z_e = 180^\circ \cdot (n + 2)$$

Onde n representa o número de pontos ou estações da poligonal.

Os ângulos horizontais *internos* e *externos* variam de 0° a 360° .

Deflexão

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

Assim, para a medida da deflexão, utilizando um teodolito eletrônico ou uma estação total, procede-se da seguinte maneira:

Tombando a Luneta

- ✓ Executar a pontaria (fina) sobre o *ponto a ré* (primeiro alinhamento);
- ✓ Zerar o círculo horizontal do aparelho nesta posição (procedimento padrão \textcircled{R} Hz = $000^\circ 00' 00''$);
- ✓ Liberar somente a luneta do aparelho e tombá-la segundo o prolongamento do primeiro alinhamento;
- ✓ Liberar e girar o aparelho (sentido horário ou anti-horário), executando a pontaria (fina) sobre o *ponto a vante* (segundo alinhamento);
- ✓ Anotar ou registrar o ângulo (**Hz**) marcado no visor LCD que corresponde à deflexão medida.

A figura a seguir ilustra as deflexões medidas em todos os pontos de uma poligonal fechada, tombando a luneta.

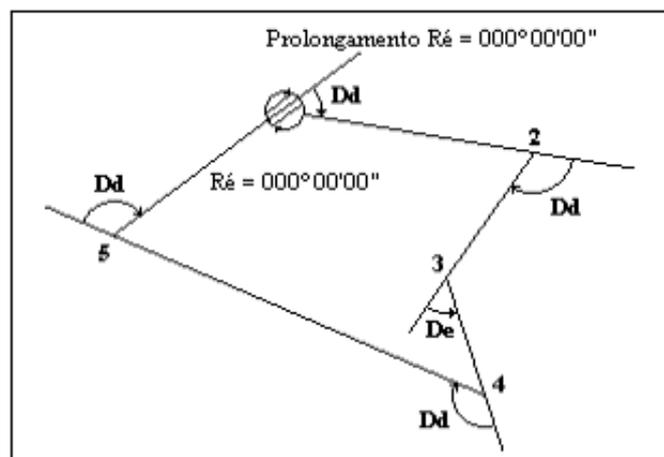


Figura 3: Deflexões.

A relação entre as deflexões de uma poligonal fechada é dada por:

$$\Sigma D_d - \Sigma D_e = 360^\circ$$

A relação entre as deflexões e os ângulos horizontais internos de uma poligonal fechada é dada por:

$$D_e = H_{zi} - 180^\circ$$

para $H_{zi} > 180^\circ$

e

$$D_d = 180^\circ - H_{zi}$$

para $H_{zi} < 180^\circ$

Girando o Aparelho

Executar a pontaria (fina) sobre o ponto a ré (primeiro alinhamento);

Imputar ao círculo horizontal do aparelho, nesta posição, um ângulo $H_z = 180^\circ 00' 00''$;

Liberar e girar o aparelho (sentido horário ou anti-horário), executando a pontaria (fina) sobre o ponto a vante (segundo alinhamento);

Anotar ou registrar o ângulo (**H_z**) marcado no visor LCD que corresponde à deflexão medida.

A figura a seguir ilustra a deflexão medida em um dos pontos de uma poligonal fechada, girando o aparelho.

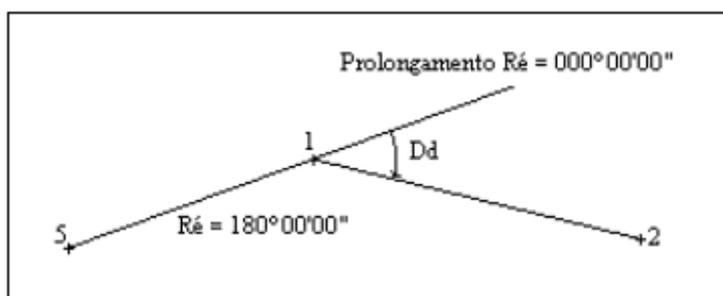


Figura 4: Deflexão girando o aparelho.

Nos levantamentos topográficos, a escolha do tipo de ângulo horizontal que será medido depende do projeto e, a medida destes ângulos, constitui-se numa das suas maiores fontes de erro.

Assim, para evitar ou mesmo eliminar erros concernentes às imperfeições do aparelho, à pontaria e leitura daqueles ângulos, utilizam-se métodos em que se realizam mais de uma medição do ângulo horizontal para um mesmo ponto de poligonal.

São eles:

Método da Repetição

Segundo ESPARTEL (1977) e DOMINGUES (1979) este método consiste em visar, sucessivamente, os alinhamentos a vante e a ré de um determinado ponto ou estação, fixando o ângulo horizontal lido e tomando-o como partida para a medida seguinte.

Assim como indicado na figura a seguir:

- A luneta do aparelho é apontada para o ponto a vante (pontaria fina) e o círculo horizontal do mesmo é zerado;
- Em seguida, o aparelho é liberado e a luneta é apontada (pontaria fina) para o ponto a ré;
- O ângulo horizontal resultante é anotado ou registrado;
- O aparelho é liberado e a luneta é novamente apontada para o ponto a vante;
- O ângulo de partida utilizado neste momento para a segunda medida do ângulo horizontal não é mais zero, e sim, o ângulo anotado ou registrado anteriormente;
- Libera-se novamente o aparelho e aponta-se para o ponto a ré;
- Um novo ângulo horizontal é anotado ou registrado;
- O processo se repete um certo número n de vezes.

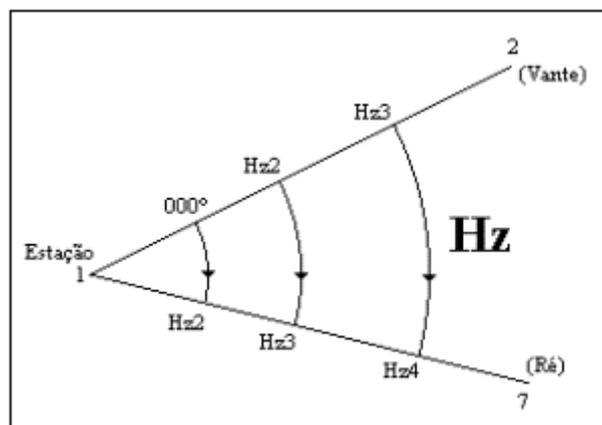


Figura 5: Método da repetição.

A este processo de medir sucessivamente várias vezes o mesmo ângulo horizontal denomina-se série de leituras.

As séries são compostas, normalmente, de 3 a 8 leituras, dependendo da precisão exigida para o levantamento.

O valor final do ângulo horizontal, para os alinhamentos medidos, é dado pela seguinte relação:

$$Hz = \frac{Hz_n - Hz_1}{(n - 1)}$$

Onde:

- **Hz_n**: é a última leitura do ângulo horizontal (na ré).
- **Hz₁**: é a leitura do primeiro ângulo de partida utilizado (na vante).
- **n**: número de leituras efetuadas.

Método da Reiteração

Ainda segundo ESPARTEL (1977) e DOMINGUES (1979) este método consiste em visar, sucessivamente, os alinhamentos a vante e a ré de um determinado ponto ou estação, tomando como partida para a medida dos ângulos horizontais intervalos regulares do círculo.

Assim como indicado na figura a seguir:

- A luneta do aparelho é apontada para o ponto a vante (pontaria fina) e o círculo horizontal do mesmo é zerado;
- Em seguida, o aparelho é liberado e a luneta é apontada (pontaria fina) para o ponto a ré;
- O ângulo horizontal resultante é anotado ou registrado;
- O aparelho é liberado e a luneta é novamente apontada para o ponto a vante;
- O ângulo de partida utilizado neste momento para a segunda medida do ângulo horizontal deve ser diferente de zero e inteiro. (ex.: 090°00'00", 180°00'00", 270°00'00");
- Libera-se novamente o aparelho e aponta-se para o ponto a ré;
- Um novo ângulo horizontal é anotado ou registrado.

O processo se repete um certo número *n* de vezes, até que o ângulo tenha sido medido em todos os quadrantes do círculo.

O valor final do ângulo horizontal, para os alinhamentos medidos, é dado pela seguinte relação:

$$Hz = \frac{\Sigma(Hz_2 - Hz_1)}{n}$$

Onde:

- **Hz₂**: é a leitura do ângulo horizontal (na ré).
- **Hz₁**: é o ângulo horizontal de partida utilizado (na vante).
- **n**: número de leituras efetuadas na vante.

Ângulos Verticais

Como descrito anteriormente, a medida dos ângulos verticais, em alguns aparelhos, poderá ser feita da seguinte maneira:

Com Origem no Horizonte

Quando recebe o nome de ângulo vertical ou inclinação, variando de 0° a 90° em direção ascendente (acima do horizonte) ou (abaixo do horizonte).

Com Origem no Zênite ou no Nadir

Quando recebe o nome de ângulo zenital ou nadiral, variando de 0° a 360° .

As relações entre o ângulo zenital e o vertical são as seguintes:

Ângulo Zenital	Inclinação	Direção
$000^\circ < V \leq 090^\circ$	$a = 90^\circ - V$	Ascendente
$090^\circ < V \leq 180^\circ$	$a = V - 90^\circ$	Descendente
$180^\circ < V \leq 270^\circ$	$a = 270^\circ - V$	Descendente
$270^\circ < V \leq 360^\circ$	$a = V - 270^\circ$	Ascendente

Figura 6: Tabela mostrando as relações entre o ângulo zenital e o vertical.

Ângulos de Orientação

Como já explicitado anteriormente, a linha que une o polo Norte ao polo Sul da Terra (aqueles representados nos mapas) é denominada linha dos polos ou eixo de rotação. Estes polos são denominados geográficos ou verdadeiros e, em função disso, a linha que os une, também é tida como verdadeira.

No entanto, sabe-se que a Terra, devido ao seu movimento de rotação, gera um campo magnético fazendo com que se comporte como um grande ímã. Assim, uma bússola estacionada sobre a superfície terrestre, tem sua agulha atraída pelos polos deste ímã. Neste caso, porém, os polos que atraem a agulha da bússola são denominados magnéticos.

O grande problema da Topografia no que diz respeito aos ângulos de orientação, está justamente na não coincidência dos polos magnéticos com os geográficos e na variação da distância que os separa com o passar tempo.

Em função destas características, é necessário que se compreenda bem que, ao se orientar um alinhamento no campo em relação à direção Norte ou Sul, deve-se saber qual dos sistemas (verdadeiro ou magnético) está sendo utilizado como referência.

Para tanto, é importante saber que:

Meridiano Geográfico ou Verdadeiro: é a seção elíptica contida no plano definido pela linha dos polos verdadeira e a vertical do lugar (observador).

Meridiano Magnético: é a seção elíptica contida no plano definido pela linha dos polos magnética e a vertical do lugar (observador).

Declinação Magnética: é o ângulo formado entre o meridiano verdadeiro (norte/sul verdadeiro) e o meridiano magnético (norte/sul magnético) de um lugar. Este ângulo varia de lugar para lugar e também varia num mesmo lugar com o passar do tempo. Estas variações denominam-se seculares. Atualmente, para a determinação das variações seculares e da própria declinação magnética, utilizam-se fórmulas específicas (disponíveis em programas de computador específicos para Cartografia).

Segundo normas cartográficas, as cartas e mapas comercializados no país apresentam, em suas legendas, os valores da declinação magnética e da variação secular para o centro da região neles representada.

Os ângulos de orientação utilizados em Topografia são:

Azimute Geográfico ou Verdadeiro

Definido como o ângulo horizontal que a direção de um alinhamento faz com o meridiano geográfico. Este ângulo pode ser determinado através de métodos astronômicos (observação ao sol, observação a estrelas, etc.) e, atualmente, através do uso de receptores GPS de precisão.

Azimute Magnético

Definido como o ângulo horizontal que a direção de um alinhamento faz com o meridiano magnético. Este ângulo é obtido através de uma bússola.

Os azimutes (verdadeiros ou magnéticos) são contados a partir da direção norte (**N**) ou sul (**S**) do meridiano, no sentido horário - azimutes à direita, ou, no sentido anti-horário - azimutes à esquerda, variando sempre de 0° a 360° .

Rumo Verdadeiro

É obtido em função do azimute verdadeiro através de relações matemáticas simples.

Rumo Magnético

É o menor ângulo horizontal que um alinhamento forma com a direção norte/sul definida pela agulha de uma bússola (meridiano magnético).

Os rumos (verdadeiros ou magnéticos) são contados a partir da direção norte (**N**) ou sul (**S**) do meridiano, no sentido horário ou anti-horário, variando de 0° a 90° e sempre acompanhados da direção ou quadrante em que se encontram (**NE, SE, SO, NO**).

A figura a seguir ilustra as orientações de quatro alinhamentos definidos sobre o terreno através de Azimutes à Direita, ou seja, dos ângulos contados a partir da direção norte do meridiano no sentido horário.

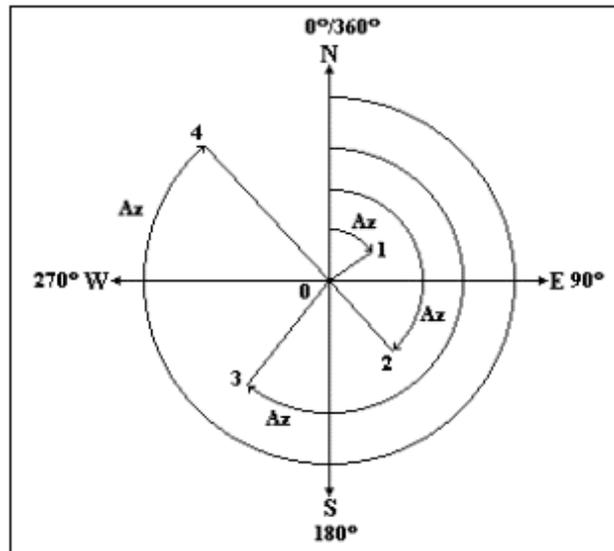


Figura 7: Ilustração das orientações de quatro alinhamentos definidos sobre o terreno através de Azimutes à Direita.

A figura a seguir ilustra as orientações de quatro alinhamentos definidos sobre o terreno através de Rumos, ou seja, dos ângulos contados a partir da direção norte ou sul do meridiano (aquele que for menor), no sentido horário ou anti-horário.

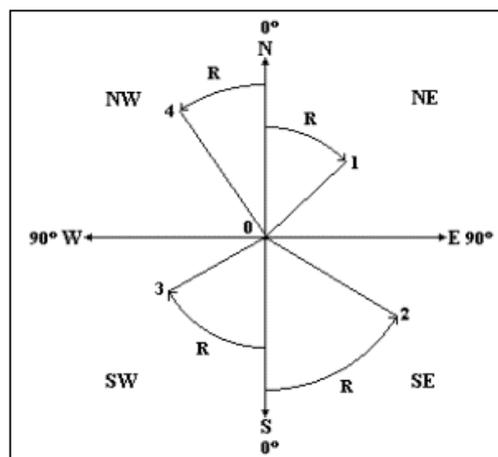


Figura 8: Ilustração das orientações de quatro alinhamentos definidos sobre o terreno através de Rumos.

Observando as figuras acima (figuras 7 e 8), pode-se deduzir as relações entre Azimutes à Direita e Rumos:

Quadrante	Azimute ® Rumo	Rumo ® Azimute
1º	$R = Az$ (NE)	$Az = R$
2º	$R = 180^\circ - Az$ (SE)	$Az = 180^\circ - R$
3º	$R = Az - 180^\circ$ (SO)	$Az = R + 180^\circ$
4º	$R = 360^\circ - Az$ (NO)	$Az = 360^\circ - R$

Figura 9: Tabela mostrando as relações entre os ângulos Azimute e Rumos.

Aviventação de Rumos e Azimutes Magnéticos

É o nome dado ao processo de restabelecimento dos alinhamentos e ângulos magnéticos marcados para uma poligonal, na época (dia, mês, ano) de sua medição, para os dias atuais. Este trabalho é necessário, uma vez que a posição dos polos norte e sul magnéticos (que servem de referência para a medição dos rumos e azimutes magnéticos) varia com o passar tempo. Assim, para achar a posição correta de uma poligonal levantada em determinada época, é necessário que os valores resultantes deste levantamento sejam reconstituídos para a época atual. O mesmo processo é utilizado para locação, em campo, de linhas projetadas sobre plantas ou cartas (estradas, linhas de transmissão, gasodutos, oleodutos, etc.)

	<p>SE LIGA NA CHARADA!</p> <p><u>PERGUNTA:</u> Qual o animal que já não vale mais nada?</p> <p><u>RESPOSTA:</u> O javali.</p>
---	--

DIVISÃO DA TOPOGRAFIA

A topografia divide-se, basicamente, nas seguintes partes:

Topometria

Trata da medição de distâncias e ângulos de modo que permita reproduzir as feições do terreno o mais fielmente possível, dentro das exigências da função a que se

destina o levantamento topográfico produzido com essas informações. Ela subdivide-se, em planimetria e altimetria. Na primeira, são medidos os ângulos e distâncias no plano horizontal, como se a área estudada fosse vista do alto. Na segunda, são medidos os ângulos e distâncias verticais, ou seja, as diferenças de nível e os ângulos zenitais. Nesse caso, os levantamentos elaborados são representados sobre um plano vertical, como um corte do terreno.

Topologia

É a parte que trata da interpretação dos dados colhidos através da topometria. Essa interpretação visa facilitar a execução do levantamento e do desenho topográfico, através de leis naturais do relevo terrestre que, quando conhecidas, permitem um certo controle sobre possíveis erros, além de um número menor de pontos de apoio sobre o terreno.

Taqueometria

A divisão que trata do levantamento de pontos de um terreno, *in loco*, de forma a se obter rapidamente plantas com curvas de nível, que permitem representar no plano horizontal as diferenças de níveis. Essas plantas são conhecidas como planialtimétricas.

Fotogrametria

É a ciência que permite conhecer o relevo de uma região através de fotografias. Inicialmente as imagens eram tomadas do solo, mas, atualmente elas são produzidas principalmente a partir de aviões e satélites. Nesses casos de sensoriamento remoto (detecção remota), são usados os conhecimentos da estereoscopia, de modo que seja possível perceber o relevo da região fotografada ou representada em alguma imagem e medir as diferenças de nível, para se produzir as plantas e cartas.

Instrumentos utilizados

Estes são alguns dos instrumentos normalmente utilizados em levantamentos topográficos:

- **Fio de prumo** – instrumento suspenso por um fio, destinado a verificar a verticalidade de qualquer objeto e, de forma geral, a direção da vertical do lugar.
- **Teodolito** - equipamento onde se faz leituras angulares verticais e horizontais com precisão.

- **Nível topográfico ou nível ótico** - equipamento instalado entre pontos a nivelar e usado para a leitura de alturas sobre uma mira posicionada verticalmente sobre os pontos.
- **Mira** - régua graduada de 0 a 4 m usada em nivelamento geométrico e que deve ser posicionada verticalmente sobre o ponto visado para leitura da altura entre o chão e o plano horizontal formado pela visada de nível ótico.
- **Estação total** - instrumento eletrônico que faz leituras angulares e de distâncias e as armazena internamente.
- **GNSS** - sistemas de medição de distância a partir de sinais de satélites de uma ou dupla frequência das órbitas: GPS, GLONASS ou Galileo.
- **Estadia** - equipamento para medir a distância entre dois pontos em taqueometria.
- **Baliza topográfica** - bastão utilizado juntamente como uma bolha de nivelamento para a verticalização da mesma. Usada para alinhamentos.
- **Estaca** - vértice materializado em campo para futuras identificações e/ou identificação de um eixo de um projeto, com distâncias equidistantes normalmente de 20 em 20 metros.
- **Laser scanner** - equipamento faz uma varredura dos pontos a seu redor obtendo uma grande quantidade de pontos tridimensionais.

LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO OU TOPOMETRIA

O levantamento topográfico deve representar as características da superfície de um terreno bem como as dimensões dos lotes fornecendo dados confiáveis para que, depois de interpretados e manipulados, possam contribuir nos projetos arquitetônico e de implantação. Os **levantamentos topográficos** geralmente são apresentados através de desenhos de curvas de nível e de perfis.

Os levantamentos topográficos podem ser divididos em:

- Levantamentos planimétricos;
- Levantamentos altimétricos.

Levantamento Planimétrico

Planimetria ou Placometria é a determinação das projeções horizontais dos pontos do terreno. São determinadas as medidas corretas do terreno pois nem sempre as medidas indicadas na escritura conferem com as medidas reais.

Levantamento Altimétrico

Altimetria ou Hipsometria é a determinação das alturas no relevo do solo. Estuda os procedimentos, métodos e instrumentos de distâncias verticais ou diferenças de nível e ângulos verticais (nivelamento).

Topologia

Estuda as formas do relevo. Representa, através de curvas de nível e pontos cotados, o relevo do terreno em planta.

Conceitos importantes

Escala

Uma planta topográfica nunca é feita em verdadeira grandeza. Imagine um desenho topográfico de uma cidade sendo feito em folhas no tamanho real. Gastaríamos milhões de folhas. Portanto, é adotada uma redução gráfica que chamamos de **escala**.

A escala é a relação entre a representação gráfica de um objeto e sua dimensão no terreno, dada na forma de fração.

$$E = d / D$$

Onde:

- d : Dimensão gráfica
- D: Dimensão real

Quanto maior o denominador, ou seja, quanto maior a dimensão real, menor será a escala e o desenho conseqüentemente será menor. Portanto, o número de detalhes no desenho será menor.

Quanto menor o denominador, maior será a escala, ocasionando em um maior detalhamento dos elementos na planta topográfica.

Exemplo:

$$10 \text{ cm no desenho feito na escala } 1: 1.000 \rightarrow E = d / D$$

$$1 / 1.000 = 10 \text{ cm} / D \rightarrow D = 1.000 \times 10 \text{ cm} \rightarrow D = 10.000 \text{ cm} \rightarrow D = 100 \text{ metros}$$

A escala pode ser classificada em **escala gráfica** e **escala numérica**.

Escala gráfica

Escala gráfica é uma régua desenhada na mesma escala da planta topográfica que representa a escala numérica empregada. Geralmente são utilizadas em desenhos cartográficos onde o denominador é um número elevado.

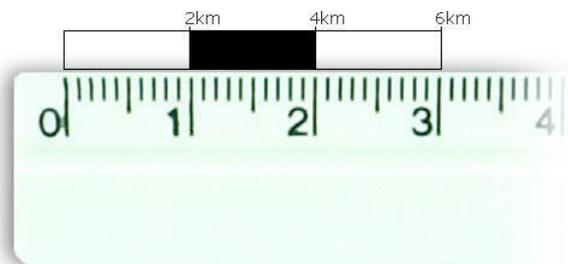


Figura 10: Escala Gráfica.

Escala numérica

A escala numérica é o valor numérico da escala da planta topográfica em forma de fração de número unitário.

- Escalas típicas para plantas de pequenos lotes urbanos: 1:100 e 1:200;
- Escalas de detalhes de terrenos urbanos: 1:50;
- Escala de planta de arruamentos e loteamentos urbanos: 1:500 e 1:1000;
- Escalas típicas para plantas de propriedades rurais: 1:1.000, 1:2.000 e 1:5.000;
- Planta cadastral de cidades e grandes propriedades rurais ou industriais: 1:5.000, 1:10.000 e 1:25.000;
- Cartas de municípios: 1:50.000 e 1:100.000;
- Mapas de estados, países, continentes e etc.: 1:200.000 a 1:10.000.000.



PAUSA PARA REFLETIR...

Nunca conheci um homem tão ignorante que não pudesse aprender algo com ele.

Galileu Galilei.

POLIGONAL E SENTIDO POLIGONAL

Definição

Poligonal é um conjunto de segmentos de retas consecutivas e não pertencentes a mesma reta.

Classificação

Aberta, fechada ou entrelaçada.

Se a extremidade do último segmento coincide com a origem do primeiro.

Poligonal Aberta

Se a extremidade do último segmento não coincide com a origem do primeiro.

Poligonal Entrelaçada

Se ao menos um segmento intercepta outro segmento num ponto diferente do vértice.

Uma poligonal consiste em uma série de linhas consecutivas onde são conhecidos os comprimentos e direções, obtidos através de medições em campo.

Os vértices e os lados da poligonal são utilizados para o levantamento dos detalhes que existam em suas imediações e sejam de interesse.

Poligonação

A poligonação é um dos métodos mais empregados para a determinação de coordenadas de pontos em Topografia.

É o método que oferece maior confiabilidade aos resultados e podem ser classificadas em abertas ou fechadas.

PLANIMETRIA E ALTIMETRIA

Definição

A Planimetria é a parte da Topografia que estuda os métodos e procedimentos que serão utilizados na representação do terreno. Adotando-se uma escala adequada, todos os pontos de interesse são projetados ortogonalmente sobre um plano (plano horizontal de referência), sem a preocupação com o relevo.

A Altimetria é parte da Topografia que estuda os métodos e procedimentos que levam a representação do relevo. Para tal, é necessário medir apropriadamente o terreno, calcular as alturas (cotas ou altitudes) dos pontos de interesse e representá-los em planta mediante uma convenção altimétrica adequada.

Representações

Representação do terreno

Existem vários procedimentos para se representar o terreno em planta; não mencionaremos aqui aqueles destinados à representação planimétrica. Neste momento o

interesse está centrado na representação altimétrica do terreno que, usualmente pode ser levada a efeito usando-se dois procedimentos consagrados: através dos pontos cotados e das curvas de nível.

Representação por pontos cotados

Este é o procedimento mais simples; após o cálculo das alturas de todos os pontos de interesse do terreno, os mesmos são lançados em planta através de suas coordenadas topográficas (X;Y) ou UTM (N;E) registrando-se ao lado do ponto, o número correspondente a sua altura relativa (cota) ou absoluta (altitude).

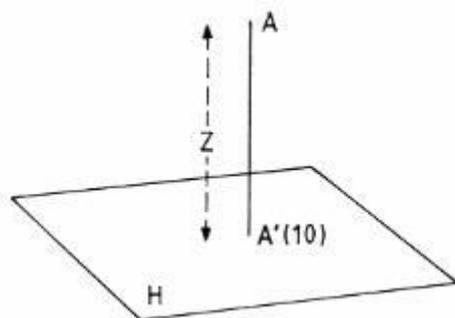


Figura 11: Ponto cotado.

No sistema de pontos cotados, os diversos pontos do terreno são projetados ortogonalmente sobre um plano de referência (cotas) ou sobre a superfície de referência (altitudes). O conjunto de pontos projetados constitui a projeção horizontal que, reduzida a uma escala adequada, se distribuem sobre o papel, substituindo a situação 3D (espaço) por uma 2D (projeção).

A representação deverá ser reversível, ou seja, que da projeção possamos deduzir novamente a situação real do terreno (3D). Para isso, é necessário conhecer a distância A' (Figura 1); esta distância é a cota ou altitude do ponto.

Na representação altimétrica do terreno, a escolha do plano de referência (cotas) deve ser tal que evite a ocorrência valores negativos. No caso das altitudes esta preocupação não procede, tendo em vista que o referencial adotado é oficial em todo o país. Todos os pontos de igual altura (cota ou altitude) estão sobre um mesmo plano, que é paralelo ao de comparação. Este é o princípio fundamental do sistema de pontos cotados.

No plano cotado, todos os pontos relativos ao perímetro, bem como os que caracterizam os acidentes internos da propriedade levantada, deverão ser devidamente cotados; daí o nome do processo. Embora não representando a forma do terreno, este

processo se constitui no elemento básico para o traçado das curvas de nível por interpolação, principalmente quando se trata de levantamento de área relativamente extensa.

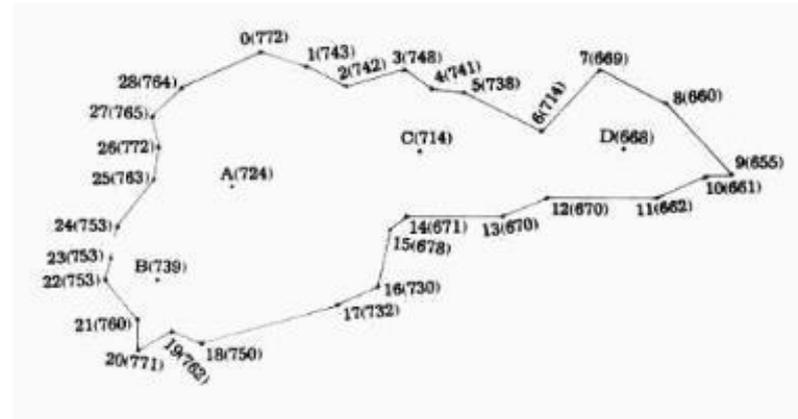


Figura 12: Planta de pontos cotados.

A figura 12 ilustra um exemplo de desenho por pontos cotados, com os elementos representativos da altimetria do terreno.

Em Topografia, as alturas dos pontos são expressas em metros; assim, um número 10 junto à projeção do ponto indica que este está a 10 metros sobre o plano de comparação adotado.

Um plano cotado apresenta o inconveniente de oferecer uma ideia não muito clara do relevo do terreno que representa. A representação ficará mais visível usando-se o procedimento das curvas de nível.

Representação por curvas de nível

Curvas de nível são curvas planas que unem pontos de igual altura; portanto, as curvas de nível são resultantes da intersecção da superfície física considerada com planos paralelos ao plano de comparação. A figura 13 ilustra conceitualmente a geração das curvas de nível através da intersecção do terreno por planos horizontais equidistantes.

A distância vertical que separa duas seções horizontais consecutivas deve ser constante e denomina-se equidistância numérica ou simplesmente equidistância entre curvas de nível.

Ao empregar as curvas de nível na representação do relevo, deve-se ter em mente algumas propriedades essenciais:

- a) Toda curva de nível fecha-se sobre si mesma, dentro ou fora dos limites do papel;
- b) Duas curvas de nível jamais se cruzarão;

- c) Várias curvas de nível podem chegar a ser tangentes entre si; trata-se do caso do terreno em rocha viva;
- d) Uma curva de nível não pode bifurcar-se;
- e) Terrenos planos apresentam curvas de nível mais espaçadas; em terrenos acidentados as curvas de nível encontram-se mais próximas uma das outras.

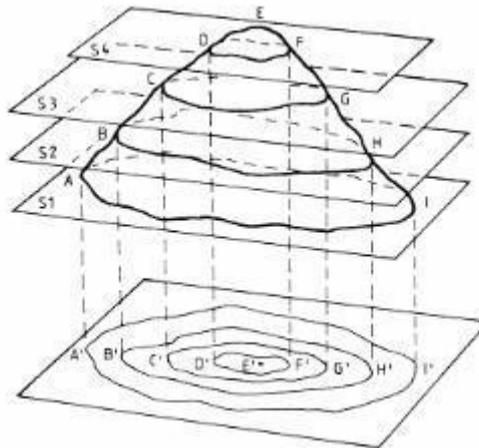


Figura 13: Curvas de nível.

Alguns acidentes do terreno e sua representação

A representação do terreno mediante o emprego das curvas de nível, deve ser um reflexo fiel do mesmo. Para tal é necessário observar-se algumas regras relacionadas aos acidentes elementares do terreno, ou formas fundamentais, a saber: divisor de águas e *thalweg*.

Para uma melhor compreensão destas regras, é conveniente realizar um ligeiro estudo de como se processa a modificação da crosta terrestre ao longo do tempo pela ação contínua de agentes externos através da erosão, do transporte de materiais e da sedimentação dos mesmos. São os fatores climáticos e biológicos que intervêm diretamente na erosão.

Entre os fatores climáticos se destacam as correntes de água (superficiais e subterrâneas), o mar, o frio intenso em algumas regiões do planeta, o vento que transporta as partículas arenosas, etc. Entre os fatores biológicos, que modificam o aspecto da superfície terrestre, observa-se fundamentalmente a ação do homem, assim como as plantas e animais. De todos, os cursos d'água são o principal agente externo modificador. Por isso, o interesse em estudar a forma com que este processo vem ocorrendo.

Elevação e depressão do terreno: uma elevação do terreno, como mostra a figura 14, de pequena altitude e com forma aproximadamente cônica em sua parte superior, denomina-

se morrote ou morro. As superfícies laterais deste tipo de elevação recebem o nome de ladeira ou vertente. Se estas ladeiras ou vertentes são aproximadamente verticais (caso das serras), recebem o nome de escarpas.

A representação desta forma de terreno teria o aspecto mostrado na figura 14. Observe que a representação é formada por uma série de curvas de nível concêntricas, de forma que as curvas de menor altitude envolvem completamente as de maior altitude.

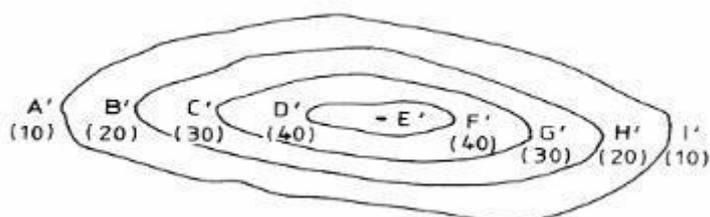


Figura 14: Curvas de nível: elevação do terreno.

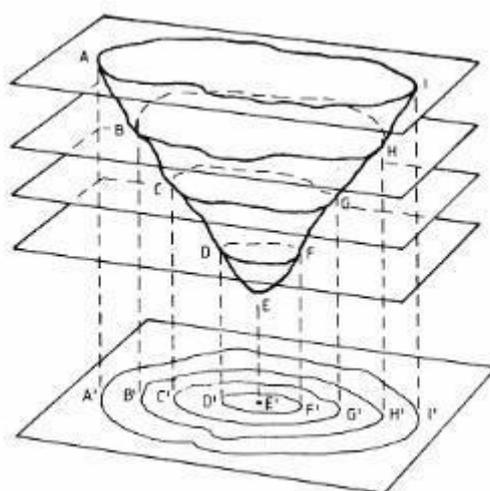


Figura 15: Curvas de nível: depressão do terreno.

O contrário de morro (elevação) é a depressão. Em sua representação, figura 15, de maneira análoga observa-se que neste caso as curvas de maior altitude envolvem as de menor altitude. Este tipo de topografia é raramente encontrado, uma vez que formações deste tipo geralmente de grande dimensão e contendo água permanente, são conhecidas como lagoas.

FASES E MÉTODOS DE LEVANTAMENTOS

Processos e operações para obtenção de medidas no terreno (ângulos e distâncias) que define um trecho da superfície terrestre.

Objetivo

Representar uma porção da superfície terrestre medida, em planta.

ABNT

Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT - (1994) – Fases do levantamento topográfico:

- Planejamento e seleção de métodos e aparelhagem;
- Apoio topográfico;
- Levantamento de detalhes;
- Cálculos e ajustes;
- Original topográfica;
- Desenho topográfico final;
- Relatório técnico;
- Métodos de levantamento topográfico;
- Memorial descritivo – Cartório de Registro de Imóveis (identificação dominial do imóvel);
- Nome da propriedade e do proprietário;
- Perímetro limítrofe, descrevendo os ângulos horizontais e as distâncias que definem a área;
- Endereço e nome dos confrontantes;
- Área, perímetro, nome do profissional, registro de classe.

Métodos principais

Implantação de pontos de apoio para levantamentos, solicitando maior rigidez e controle.

Mais usados em campo:

- Poligonação (caminhamento);
- Interseção (ângulos e distâncias);
- Métodos de levantamento topográfico;
- Triangulação – Baseado em série de interseções sucessivas ou encadeadas, medindo uma única distância (base) e todos os ângulos dos triângulos formados.

Materiais de uso topográfico são inúmeros e se não houver cuidados específicos como uma boa aferição destes, aumenta-se a chance de ter-se um grande número de erros que

podem ser sistemático, grosseiro ou acidental. Este problema implica em uma maior preocupação por parte do profissional e a consequência observada é a aplicação de planejamentos elaborados.

É somente com etapas de planejamento, execução e análise de dados, que hoje pode-se ver trabalhos de campo com pontos do terreno, definidos pela medição de ângulos e alinhamentos, que passam a constituírem os elementos básicos para a representação geométrica da área. No escritório, são feitos os cálculos necessários dos dados (ângulos e distâncias) numericamente determinados no campo, executa-se o desenho em papel, representando a projeção horizontal da área levantada. É uma acessibilidade ganha com o passar do tempo.

Segundo Comastri & Junior (1998), de conformidade com as circunstâncias em que se opera no terreno e com o seu objetivo, o levantamento pode ser classificado em:

- **Expedito** – uso de instrumentos de escassa precisão e portáteis. Sua execução é fácil e rápida;
- **Comum** – uso de recurso instrumental mais aprimorado e de métodos de medições mais rigorosos;
- **De precisão** – uso de instrumentos de alta precisão, propiciando maior aperfeiçoamento nas medições das distâncias e dos ângulos, elementos básicos para a determinação.

Uma invenção de imprescindível valor foi o GPS (Sistema de Posicionamento Geográfico). Ele foi projetado de forma que em qualquer lugar do mundo e a qualquer instante existam pelo menos quatro satélites GPS acima do horizonte do observador.

Sendo uma área de conhecimento a Topografia exerce um papel de influência no mundo e deve ser exercida de forma clara, sucinta e segura, sabendo disso e de demais atividades, no caso, do ramo agropecuário foi criado a NR 31 – segurança e saúde no trabalho na agricultura, pecuária silvicultura, exploração florestal e aquicultura (Publicação. Portaria GM n.º 86, de 03 de março de 2005), que visa estabelecer normas para que as condições de trabalho passem a ser adequadas, em nível de conforto e segurança.

Levantamentos topográficos

Uma das faces mais visíveis da topografia são os levantamentos topográficos, que consistem em todo o trabalho de campo e gabinete que permite a recolha e tratamento da

informação necessária à produção de uma planta ou carta representativa do terreno em estudo.

Existem dois grandes métodos reconhecidos para a realização dos levantamentos topográficos, cada um dos quais direcionados para diferentes situações:

- O método clássico, que consiste na recolha da informação diretamente no terreno, a partir de instrumentos simples de medição como é o caso dos teodolitos, estações totais e níveis ópticos. Este método, pelo baixo custo que representa, mas pela maior morosidade na recolha da informação, está mais indicado para trabalhos de escala elevada relativos a pequenas superfícies territoriais.
- O método fotogramétrico, onde o grosso da informação é recolhido através da análise de fotogramas do terreno, obtidos através de fotografia aérea ou de imagens enviadas por satélites artificiais. Este método é normalmente utilizado em levantamentos de superfícies mais extensas e escalas inferiores dada a dificuldade de obter informação minuciosa e também porque os custos fixos são maiores do que os do método anterior.

Os levantamentos topográficos podem ser efetuados com ou sem ligação à rede geodésica nacional.

A Rede Geodésica Nacional é a infraestrutura básica onde se apoia toda a cartografia do país, permitindo referenciar geograficamente qualquer projeto. É composta por um conjunto de vértices geodésicos, materializados por sinais estáveis e visíveis, com coordenadas conhecidas, cuja determinação pertence à Geodesia. Trata-se de uma rede complexa dividida em diferentes ordens (primeira, segunda e terceira) sendo a de terceira ordem, por ser a mais densa, a mais utilizada em Topografia.

A importância de ligar os levantamentos topográficos à rede geodésica nacional reside no fato de que, e caso seja necessário, se poder proceder, posteriormente, as alterações desses levantamentos sem maiores dificuldades, uma vez que os marcos geodésicos são referências fixas e não susceptíveis de desaparecer.

Planejamento de levantamentos topográficos

Hoje em dia temos ao nosso dispor um número variado de equipamentos com os quais pode ser feito um levantamento topográfico dependendo, obviamente, do rigor e do prazo exigidos. Estes aspectos podem condicionar, caso tenhamos vários recursos ao dispor, uma boa ou má decisão ao nível do planejamento. Contudo, os fatores de localização geográfica do trabalho, como seja, distância à sede da empresa, tipo de terreno e sua

cobertura, tipo de apoio geodésico existente, etc., podem de igual modo acrescentar condicionantes ao planejamento. Com tudo isto, não pode-se pensar que planejar um levantamento topográfico seja à partida uma tarefa fácil. Poderá ser fácil a operação em si, mas não conciliá-la com as exigências e expectativas do cliente e as especificidades do produto final.

Como componentes principais do planejamento de levantamentos topográficos, podemos considerar as seguintes: rigor técnico; fator econômico; prazo de execução; e recursos. Sem querer distinguir, em termos de importância, qualquer destes componentes de planejamento, torna-se imperativo encontrar um compromisso entre elas, por forma a obter-se uma solução que garanta a qualidade a baixo custo.

Um levantamento topográfico é um conjunto de operações com a finalidade de determinar a posição relativa de pontos na superfície terrestre.

As determinações dão-se por meio de medições lineares e angulares, ligando os pontos descritores dos objetos a serem representados com posterior processamento em modelo matemático adequado.

Partindo-se do conceito de que Topografia é um caso particular da Geodésia, pode-se afirmar que os métodos planimétricos, com fins de levantamento, implantação ou posicionamento, devem ser encarados sumariamente como aplicações da geometria plana.

Classificação de métodos

Quando fala-se sobre métodos, pode-se classificá-los em dois grupos distintos:

Envolve os métodos cuja solução se verifica por meio de uma transformação de coordenadas polares em cartesianas:

- Irradiação;
- Poligonal.

Envolve os métodos baseados na solução de triângulos:

- Intersecção Direta;
- Intersecção Inversa;
- Triangulação;
- Trilateração.

Principais: triangulação e método da poligonal para a planimetria e nivelamento geométrico para a altimetria.

Secundários: irradiação, coordenadas retangulares, decomposição em triângulos, para a planimetria e nivelamento trigonométrico para a altimetria. A taqueometria é um método secundário de levantamento planialtimétrico.

Para a topografia regular deve-se utilizar métodos principais como base e métodos secundários para os detalhes. Os métodos principais permitem avaliar e corrigir os erros de medição (ajustamento de erros) através de recursos da geometria. Os métodos secundários não permitem avaliar os erros. Para levantamento topográfico expedito, pode-se usar apenas métodos secundários.

A diferença entre os levantamentos geodésicos e topográficos deve ser vista como uma extensão dos conceitos de Geodésia e Topografia e, portanto, restringe-se ao modelo matemático associado à formas da Terra.

Se por um lado, em grandes extensões é necessária a consideração de curvatura, em porções limitadas esta pode ser desprezada. Neste caso, o levantamento é dito topográfico e tem as seguintes consequências:

- A linha de nível é considerada uma linha reta;
- A linha de prumo possui a mesma direção em todos os pontos da região e também é considerada como linha reta;
- Todos os ângulos são considerados planos;
- Todos os acidentes do terreno são representados pelas suas projeções ortogonais sobre o plano horizontal adaptado como referência (datum).

Etapas de um levantamento

Planejamento

- 1) Estabelecimento de especificações de precisão e controle;
- 2) Análise sobre documentos cartográficos preexistentes;
- 3) Visita preliminar de inspeção;
- 4) Seleção de métodos e instrumentos;
- 5) Seleção dos métodos de cálculo (compensações);
- 6) Seleção da forma de representação e apresentação.

Execução

- 1) Implantação dos pontos necessários;
- 2) Medições de campo com registro das observações;

- 3) Poderá, eventualmente, haver adaptações do projeto, em função de particularidades não detectadas na fase de planejamento.

Cálculos/Conclusões/Relatórios

- 1) Execução final dos cálculos e preparação dos dados para desenho;
- 2) Redação de relatório descrevendo todos os passos seguidos no projeto, bem como resultados obtidos.

Tipos de levantamentos topográficos em função do grau de precisão

Expedito - rápido, pouco preciso; só utilizando trena e bússola; medição só de distâncias ou de distâncias e todos os azimutes ou rumos.

Regular - maior precisão; no mínimo com trena e teodolito; medição de distâncias e ângulos (o primeiro de orientação e os demais goniométricos).

Precisão - levantamentos topográficos para fins especiais com mais exigências quanto aos equipamentos e procedimentos utilizados.

Tipos de levantamentos topográficos em função dos dados levantados

- 1) Planimétricos: forma e dimensões planas.
- 2) Altimétricos: relevo.
- 3) Planialtimétricos: forma e dimensões planas e relevo em um mesmo levantamento.

Apresentação dos métodos tradicionais

Método da Poligonal Fechada

Método principal de levantamento planimétrico regular.

Usa como estrutura de apoio uma poligonal fechada. A partir dos vértices da poligonal, medem-se os ângulos internos e as distâncias dos alinhamentos. Pode ser usado na topografia regular (com teodolito e trena no mínimo e processamento analítico dos dados com ajustamento dos erros de medição) como também na topografia expedita (bússola e trena e processamento gráfico dos dados).

Esse método permite a avaliação e correção dos erros angulares e lineares cometidos nas medições de campo. Em levantamentos regulares, esses erros devem ser tratados de forma analítica.

Métodos secundários para levantamentos planimétricos

Utilizam-se associado ao método principal.

- No caso de utilizar teodolito, o método secundário mais utilizado é o método da irradiação \Rightarrow (ou coordenada polar). A partir de um ponto e uma direção (Az) ou uma base conhecida (d), determina-se a posição de um ponto medindo um ângulo e uma distância.
- Para só usar trena, o método da justaposição de triângulos é um dos indicados \Rightarrow Determina-se a posição de um ponto medindo as duas distâncias entre esse ponto e as extremidades de uma base conhecida (d).

Nivelamento Geométrico

Método principal de levantamento altimétrico.

Altimetria é a parte da topografia que tem por objetivo a determinação das alturas dos pontos do terreno em relação a uma superfície horizontal de referência.

O Nivelamento Geométrico (simples ou composto) é o principal e mais preciso método de levantamento altimétrico, pois permite o ajustamento dos erros. Utiliza-se de um nível e mira para a determinação das alturas dos pontos. A localização dos pontos é feita previamente, através do levantamento planimétrico. O método do nivelamento geométrico apresenta limitações para uso em terrenos acidentados.

O nivelamento geométrico de pontos topográficos altimétricos, baseia-se na visada horizontal, através de um nível de luneta, sobre miras, colocadas verticalmente sobre os pontos. Pode ser um nivelamento geométrico simples, quando só uma estação permite visar todos os pontos a nivelar; ou nivelamento geométrico composto, quando necessita mais estações para levantar todos os pontos altimétricos de um levantamento topográfico.

Levantamento Taqueométrico

Método secundário de levantamento topográfico, usado de forma complementar, principalmente para densificar pontos altimétricos.

A Taqueometria é um método de levantamento planialtimétrico no qual as medições de distâncias horizontais e de diferenças de nível são realizadas de forma indireta, utilizando-se os princípios da trigonometria. São utilizados em campo o teodolito e a mira.

Não é possível avaliar os erros cometidos nas medições em campo, por isso é um método secundário que vem complementar os métodos principais. As vantagens desse método é sua rapidez e adaptabilidade a terrenos acidentados.

Instrumentos tradicionais

Trena

Instrumento para medição direta de distâncias entre dois pontos topográficos sobre alinhamentos. Dificuldades de uso em espaços abertos (vento provoca catenária horizontal), em terrenos acidentados (necessidade de esticar a trena sobre o alinhamento a medir), e distâncias longas (trenadas até 20,00 metros, para minimizar as catenárias horizontais e verticais).

Teodolito

O teodolito é um instrumento óptico de precisão (tem luneta e microscópio); lê ângulos horizontais, do tipo goniométrico (ou qualquer) e ângulos verticais (zenital, de inclinação e nadiral); permitindo fazer levantamentos planimétricos e taqueometria (luneta com 3 fios paralelos e equidistantes = estadimetria).

Procedimentos para uso do teodolito

- Instalar o teodolito sobre um ponto topográfico ajustando de forma precisa a verticalidade e horizontalidade dos 3 eixos do aparelho (eixos horizontal, vertical e de colimação = linha de visada do fio médio da luneta do teodolito);
- Efetuar a visada (sobre a baliza ou a mira);
- Efetuar a leitura do ângulo ⇒ Passos (tanto horizontal como vertical):
 - 1) Identificar qual a janela referente ao tipo de ângulo (horizontal ou vertical) que vai ler;
 - 2) Com o parafuso do lado oposto ao limbo vertical, ajustar o marcador sobre uma das divisões (traços pretos) desta janela;
 - 3) Fazer a leitura do valor ajustado em graus e minutos;
 - 4) Completar a leitura somando, aos valores lidos na janela, os valores marcados no vernier (minutos e segundos).

Vernier - subdivisão da menor divisão de um limbo.

Limbo - marcadores de ângulos horizontal e vertical (transferidor).

- Erro no ajuste do zero da fita;
- Engano no sentido da graduação da fita;
- Erro de anotação.

Erros no uso do teodolito

Erros sistemáticos:

- Falta de perpendicularidade (desretificação do aparelho) entre os 3 eixos do aparelho (vertical, horizontal e de colimação). Erro eliminado pela média de duas leituras do ângulo - uma com a luneta normal, outra com a luneta invertida.
- Imperfeição na divisão dos círculos de leitura dos ângulos (limbos). Este erro é atenuado: pelos processos de reiteração e repetição (= várias leituras do mesmo ângulo horizontal, usando-se a média); ou pela média de leituras do ângulo vertical, com luneta normal e invertida.

Erros grosseiros:

- Má instalação do aparelho (fazer coincidir eixo vertical com ponto topográfico e nivelar corretamente o aparelho);
- Erro de visada (procurar visar o mais próximo do solo para diminuir o erro, proveniente da não verticalidade da baliza ou mira);
- Erro de leitura e erro de anotação.



SE LIGA NA CHARADA!

PERGUNTA:

Qual o animal que não custa caro?

RESPOSTA:

A barata.

USO DO TEODOLITO

Os procedimentos para a medição utilizando um teodolito podem ser resumidos em:

- Instalação do equipamento;
- Focalização e pontaria;
- Leitura da direção.

Instalação do equipamento

Diversos procedimentos de campo em Topografia são realizados com o auxílio de equipamentos como estações totais e teodolitos. Para que estes equipamentos possam ser utilizados, os mesmos devem estar corretamente “estacionados” sobre um determinado ponto.

Estacionar um equipamento significa que o mesmo deverá estar nivelado e centrado sobre o ponto topográfico. As medições somente poderão iniciar após estas condições serem verificadas. É muito comum diferentes profissionais terem a sua forma própria de estacionar

o equipamento, porém, seguindo algumas regras simples, este procedimento pode ser efetuado de forma rápida e precisa.

O exemplo a seguir demonstra os procedimentos para o estacionamento de uma estação total TC 403L da Leica, porém as etapas serão as mesmas para um teodolito eletrônico ou outros modelos de equipamentos que possuam prumos óticos ou laser.

Instalando o tripé e retirando o instrumento da caixa

Para estacionar o equipamento de medida sobre um determinado ponto topográfico, o primeiro passo é instalar o tripé sobre o ponto. Um ponto topográfico pode ser materializado de diversas maneiras, como por piquetes, pregos ou chapas metálicas, entre outros. A figura ilustra um exemplo de ponto materializado através de uma chapa metálica engastada em um marco de concreto de forma tronco de pirâmide.

Na chapa metálica será encontrada uma marca, que representa o ponto topográfico.

Teoricamente, após o equipamento estar devidamente calado e centrado sobre o ponto, o prolongamento do eixo principal do equipamento passará por esta marcação sobre a chapa.



Figura 16: Marco de concreto.

Indicação do ponto
topográfico sobre a
chapa metálica



Figura 17: Chapa metálica com a indicação do ponto topográfico.

Enquanto os equipamentos não estiverem sendo utilizados, deve-se evitar deixá-los apoiados em pé, pois estes podem cair e sofrer alguma avaria. O ideal é deixar os equipamentos sempre “deitados” no chão. Escolhido o ponto onde será estacionado o equipamento, é hora de instalar o tripé.



Figura 18: Disposição dos equipamentos enquanto não utilizados.

O tripé possui parafusos ou travas que permitem o ajuste das alturas das pernas.

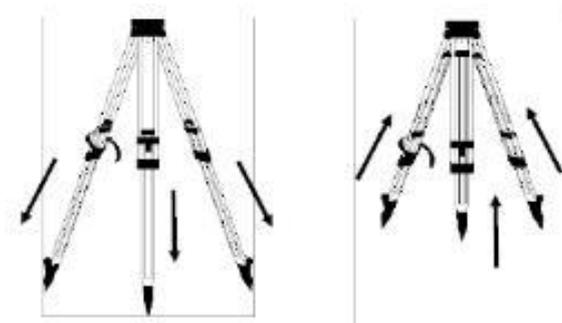


Figura 19: Movimento de extensão das pernas do tripé.

Inicialmente o tripé deve ser aberto e posicionado sobre o ponto. Deve-se procurar deixar a base do tripé numa altura que posteriormente, com a instalação do instrumento de medida, o observador fique em uma posição confortável para manuseio e leitura do equipamento. É fundamental cravar bem as pontas das pernas do tripé para evitar que o mesmo se mova posteriormente durante as medições.



Figura 20: Cravando o tripé no solo.

Dois pontos devem ser observados nesta etapa, para facilitar a posterior instalação do equipamento: o primeiro é que a base do tripé deve estar o mais horizontal possível e que através do orifício existente na base do tripé deve-se enxergar o ponto topográfico.

Terminada esta etapa o equipamento já pode ser colocado sobre o tripé. O mesmo deve ser retirado com cuidado do seu estojo. É importante deixar o estojo fechado em campo para evitar problemas com umidade e sujeira, além de dificultar a perda de acessórios que ficam guardados no estojo.

Após posicionado sobre a base do tripé, o equipamento deve ser fixo à base com o auxílio do parafuso de fixação. Enquanto o equipamento não estiver preso ao tripé, o mesmo deve sempre ser segurado com uma das mãos para evitar que caia.



Figura 21: Fixando o equipamento ao tripé.

Centragem e nivelamento

Após o equipamento estar fixo sobre o tripé é necessário realizar a centragem e o nivelamento do mesmo. Centrar um equipamento sobre um ponto significa que, uma vez nivelado, o prolongamento do seu eixo vertical (também chamado principal) está passando exatamente sobre o ponto (figura 22). Para fins práticos, este eixo é materializado pelo fio de prumo, prumo ótico ou prumo laser. Para realizar a centragem do eixo vertical do equipamento deve-se folgar o parafuso de fixação do equipamento ao tripé e, deslocando suavemente o equipamento sobre a base do tripé, fazer a coincidência do prumo ótico sobre o ponto (figura 23). Lembrar que em prumos óticos não se deve esquecer de realizar a focalização e centrar os retículos sobre o ponto.



Figura 22: Fixando o equipamento ao tripé.



Figura 23: Posicionando o prumo sobre o ponto.

Nivelar o equipamento é um dos procedimentos fundamentais antes da realização de qualquer medição. O nivelamento pode ser dividido em duas etapas, uma inicial ou grosseira, utilizando-se o nível esférico, que em alguns equipamentos está associado à base dos mesmos, e a outra de precisão ou “fina”, utilizando-se níveis tubulares, ou mais recentemente, níveis digitais (figura 24).



Figura 24: Níveis esférico, tubular e digital.

Realiza-se então o nivelamento grosseiro utilizando o movimento de extensão das pernas do tripé (figura 25). Este nivelamento é realizado utilizando o nível esférico. Observa-se o deslocamento da bolha no nível esférico e realiza-se a calagem do mesmo (figura 26).



Figura 25: Ajustando o nível da bolha.



Figura 26: Calagem da bolha do nível esférico.

O nivelamento “fino” ou de precisão é realizado com auxílio dos parafusos calantes e níveis tubulares ou digitais. Inicialmente alinha-se o nível tubular a dois dos parafusos calantes (figura 27).

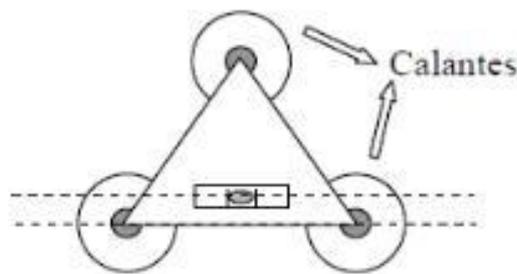


Figura 27: Nível alinhado a dois calantes.

Atuando nestes dois parafusos alinhados ao nível tubular, faz-se com que a bolha se desloque até a posição central do nível. Cabe salientar que os parafusos devem ser girados em sentidos opostos, a fim de calar a bolha do nível (figura 28).

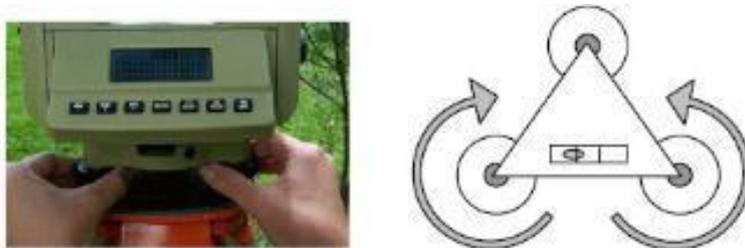


Figura 28: Movimentação dos dois calantes ao mesmo tempo, em sentidos opostos.

Após a bolha estar calada, gira-se o equipamento de 90°, de forma que o nível tubular esteja agora ortogonal à linha definida anteriormente (figura 29).

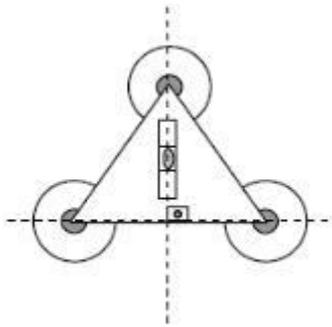


Figura 29: Alinhamento do nível ortogonalmente à linha inicial.

Atuando-se somente no parafuso que está alinhado com o nível (figura 30), realiza-se a calagem da bolha.



Figura 30: Calagem da bolha atuando no parafuso ortogonal a linha inicial.

Para equipamentos com níveis digitais não é necessário rotacionar o equipamento, basta atuar diretamente no parafuso que está ortogonal a linha definida pelos outros dois. Repete-se o procedimento até que, ao girar o equipamento, este esteja sempre calado em qualquer posição. Caso isto não ocorra, deve-se verificar a condição de verticalidade do eixo principal e se necessário, retificar o equipamento.

Ao terminar este procedimento, verifica-se a posição do prumo. Se o mesmo não está sobre o ponto, solta-se o parafuso de fixação do equipamento e desloca-se o mesmo com cuidado até que o prumo esteja coincidindo com o ponto. Deve-se tomar o cuidado de não rotacionar o equipamento durante este procedimento, realizando somente uma translação do mesmo.

Feito isto, deve-se verificar se o instrumento está calado e caso isto não seja verificado, realiza-se novamente o nivelamento fino. Este procedimento deve ser repetido até que o equipamento esteja perfeitamente calado e centrado. Ao final desta etapa, o equipamento estará pronto para a realização das medições.

- Posicionar o tripé sobre o ponto tomando o cuidado de deixar o prato o mais horizontal possível e sendo possível enxergar o ponto topográfico através do orifício existente na base do tripé;

- Fixar o equipamento sobre o tripé;
- Ao observar pelo prumo ótico, verificar se o centro do mesmo está próximo do ponto topográfico. Se sim, fixa-se as bases do tripé. Se não, folga-se o parafuso de fixação do equipamento ao tripé e, deslocando suavemente o equipamento sobre a base do tripé, fazer a coincidência do prumo ótico sobre o ponto (figura 10);
- Com o auxílio dos parafusos calantes, posicionar o prumo sobre o ponto;
- Nivelar a bolha esférica com o auxílio do movimento de extensão das pernas do tripé;
- Realizar o nivelamento fino utilizando o nível tubular ou digital;
- Verificar se o prumo sai do ponto. Caso isto ocorra, soltar o equipamento e deslocar o mesmo até que o prumo esteja posicionado sobre o ponto;
- Repetir os dois últimos procedimentos até que o equipamento esteja perfeitamente nivelado e centrado.

De acordo com ESPARTEL (1987 p.147), “focar a luneta é a operação que tem, por fim, fazer a coincidência do plano do retículo e do plano da imagem do objeto visado com o plano focal comum a objetiva e a ocular”. O procedimento de focalização inicia-se pela focalização dos retículos e depois do objeto. Deve-se sempre checar se a luneta está bem focalizada, para evitar o problema denominado de paralaxe de observação, o qual acarretará em visadas incorretas. Para verificar se está ocorrendo este fenômeno deve-se mover a cabeça para cima e para baixo, para a direita e esquerda, sempre observando pela ocular. Quando destes movimentos, verificando-se que os fios do retículo se movem em relação a imagem, então existe uma paralaxe de observação e, neste caso, a pontaria dependerá da posição do observador.

Para evitar este problema deve-se proceder da seguinte forma:

- a) Focalização dos retículos: os retículos devem estar focalizados de forma que estejam sendo vistos com nitidez e bem definidos. Para facilitar este procedimento, pode-se observar uma superfície clara, como uma parede branca ou mesmo o céu (figura 31), tomando o cuidado de não apontar para o Sol, para evitar danos irreversíveis à visão.



Figura 31: Retículos focalizados.

- b) Focalização do objeto: feita a focalização dos retículos, faz-se a pontaria ao objeto desejado e realiza-se a focalização do mesmo (figura 32-a e 32-b). Testa-se para ver se há o problema de paralaxe (deslocamento aparente de um objeto em relação a um referencial causado pelo deslocamento do observador), caso seja verificado a ocorrência da mesma, deve-se realizar nova focalização ao objeto. Na figura 32-c, supondo um deslocamento do observador no sentido longitudinal, percebe-se que houve um deslocamento do retículo em relação à imagem, caracterizando a paralaxe de observação.

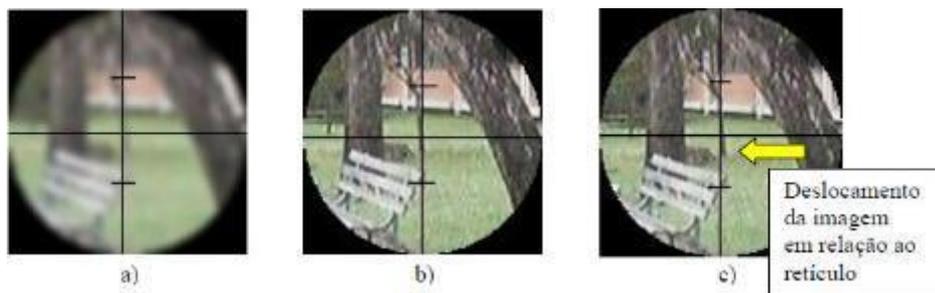


Figura 32: Focalização da imagem e paralaxe de observação.

Durante a pontaria, os fios do retículo devem estar posicionados exatamente sobre o ponto onde deseja-se realizar a pontaria.

Depois de realizada a pontaria, faz-se a leitura da direção, que em equipamentos eletrônicos é um procedimento simples, bastando ler o valor apresentado no visor do mesmo.

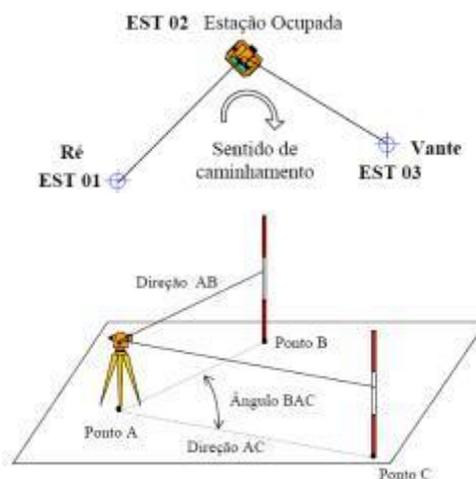


Figura 33: Exemplo de leitura de ângulos e distâncias em campo.

O teodolito é um instrumento óptico de medida utilizado para realizar medidas de ângulos verticais e horizontais. Basicamente é um telescópio com movimentos graduados na vertical e na horizontal, e montado sobre um tripé centrado (norteado) e verticalizado. Muito

utilizado em topografia, navegação e em meteorologia, segue um tutorial do uso de um teodolito mecânico da primeira metade do século XX (atualmente existem teodolitos eletrônicos e digitais, mas os conceitos e metodologia são basicamente os mesmos, sendo essa uma forma até mais didática de entender seu funcionamento).

O teodolito utilizado tem uso voltado para seguir balões de radiossondagem, devido ao disco de papel preparado para receber furos com a marcação do posicionamento do balão e o disco de inclinação só permitir medidas acima do horizonte, mas as características principais são comuns a todos os teodolitos. Funciona com um telescópio (no caso dois, cada um com um alcance diferente), fixado em um tripé, com indicadores de nível, e permite uma total liberdade de rotação horizontal ou vertical. Ambos os eixos perpendiculares de um teodolito estão equipados com círculos graduados para leitura dos valores de azimute e elevação (veja figura abaixo para entender esses conceitos).

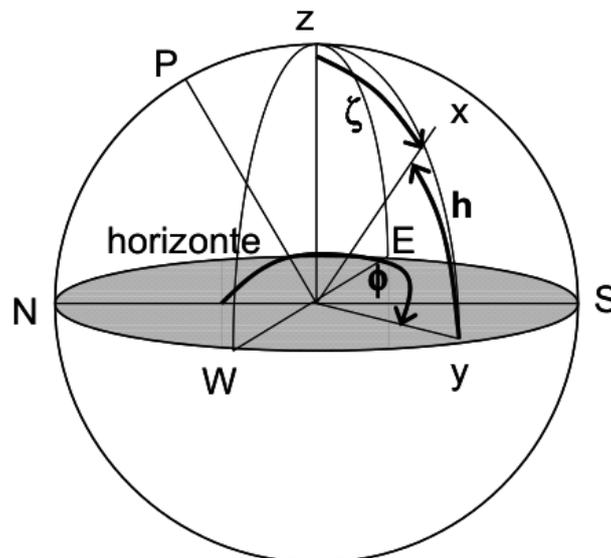


Figura 34: Representação esquemática do sistema horizontal local de coordenadas, onde φ é o azimute, contado a partir do norte verdadeiro no sentido “para leste” e h é a elevação, contado a partir do horizonte nivelado.

Deve-se fixar o teodolito, encontrar o norte verdadeiro utilizando-se uma bússola e incluindo a declinação magnética do lugar, apontar para esse norte ou para uma referência e nivelar com o horizonte. O observador faz leituras olhando através do telescópio e ajustando a mira horizontal (azimute) e vertical (elevação) para encontrar a localização do objeto em estudo, anotando os ângulos obtidos.

Um dos conceitos de trigonometria implementados na utilização de um teodolito é a triangulação. Esse tipo de estudo, baseado na medição de ângulos e distâncias, desenvolve uma série de triângulos ligados, dos quais as coordenadas do plano são derivadas.

O Teodolito é um instrumento óptico de medição de posições relativas. É utilizado em topografia, navegação, meteorologia e na agrimensura para medir ângulos horizontais e verticais; em medições de grandes obras como, barragens, hidrelétricas, pontes, medição industrial, exploração de minérios, além de ser aplicado em levantamentos topográficos e geodésicos.

Um teodolito mede distâncias manualmente através de correntes de comprimentos padronizados ou fitas métricas de metal ao longo do comprimento do ângulo desejado. Funciona como 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). Apesar de existirem teodolitos eletrônicos satisfatórios, um bom teodolito ótico-mecânico, é suficiente em aplicações onde não sejam necessárias medições com alta precisão.

OBSERVAÇÕES:

A TOPOGRAFIA é um conhecimento essencial para a construção civil, para a estratégia militar, para os estudos geográficos e tantas outras esferas da vida humana. Entretanto, parece ser na construção civil que podemos ver o seu uso mais rotineiro, afinal de contas, como construir algo sem conhecer realmente um terreno de forma precisa? Essa é a grande utilidade da Topografia.

Outro conhecimento que é confundido com a topografia é a agrimensura, que na realidade é bem antiga, remontando ao Egito Antigo, indo além da simples descrição do relevo com seus acidentes geográficos, se preocupando também com outros aspectos na demarcação de propriedades (incluindo aspectos legais).

É importante notar que a topografia está intimamente associada com a Cartografia, sendo ela que viabiliza a confecção de mapas físicos. Basta pensar que para um viajante na antiguidade não bastaria saber onde terminavam as fronteiras de cada território, mas também era necessário conhecer as montanhas, depressões e outros, sendo assim o viajante poderia traçar uma rota mais adequada para o seu destino.

Muitas das ferramentas usadas por construtores e topógrafos da antiguidade ainda são usadas até os dias atuais em construções: Corda de 81 nós, prumo, nível. Algumas não mais se tornaram necessárias, como a corda com nós equidistantes que hoje é facilmente substituída por uma trena, mas o princípio é o mesmo de qualquer outro instrumento de medida.

Entre as grandes inovações para a topografia estão o uso do GPS (*Global Positioning System* ou Sistema de Posicionamento Global), que depende de informações topográficas para ser corretamente alimentado, mas também pode facilitar bastante o trabalho dos topógrafos com os dados já acumulados ali.



VOCÊ SABIA?

A Evolução do Teodolito

A agrimensura também conhecida como ciência ou técnica matemática, surgiu no antigo Egito, onde as famosas enchentes do Rio Nilo, que fertilizavam as margens, também desmarcavam as linhas divisórias das propriedades, havendo, pois, a necessidade de nova demarcação quando as águas voltavam ao seu nível normal. Não é difícil imaginar que naquela época o instrumento utilizado era bem rudimentar, tendo os aparelhos apenas movimentos mecânicos, com quase nenhuma composição óptica. O tempo nos reverte ao período onde os Ângulos eram medidos usando métodos primitivos, porém à medida que foi requerido uma maior precisão foram desenvolvidos novos conhecimentos e tecnologias que levaram a instrumentos com uma medição mais apurada. Mencionamos a seguir em ordem cronológica alguns desses instrumentos.

Teodolito

Em 1720, Jonatha Sisson construiu o primeiro teodolito contendo quatro parafusos niveladores. Ignácio Porro, inventor de instrumentos óticos, contribuiu acoplando o telescópio, aprimorando assim o teodolito, que ao longo dos anos foi sendo aperfeiçoando agregando sistemas de mecanismos que o tornaram mais preciso em suas medições.

Teodolito Eletrônico

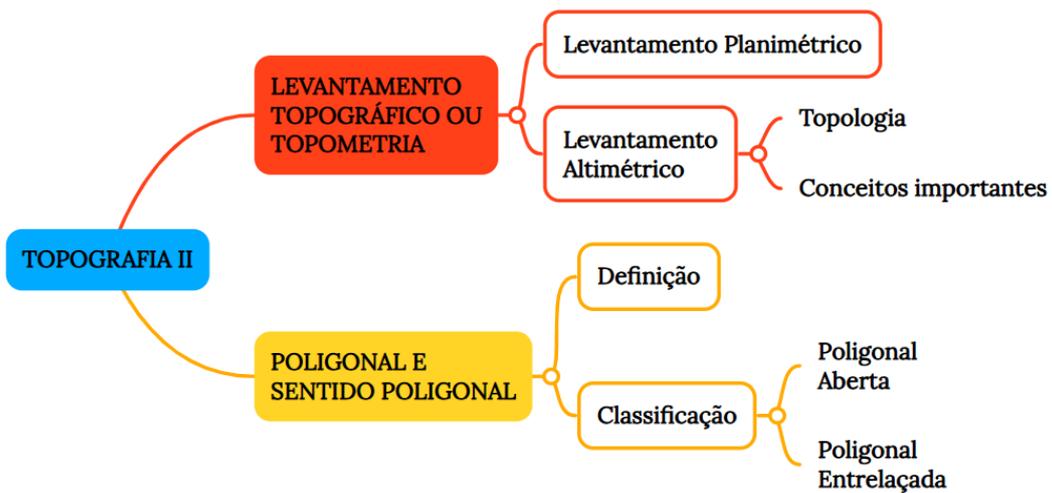
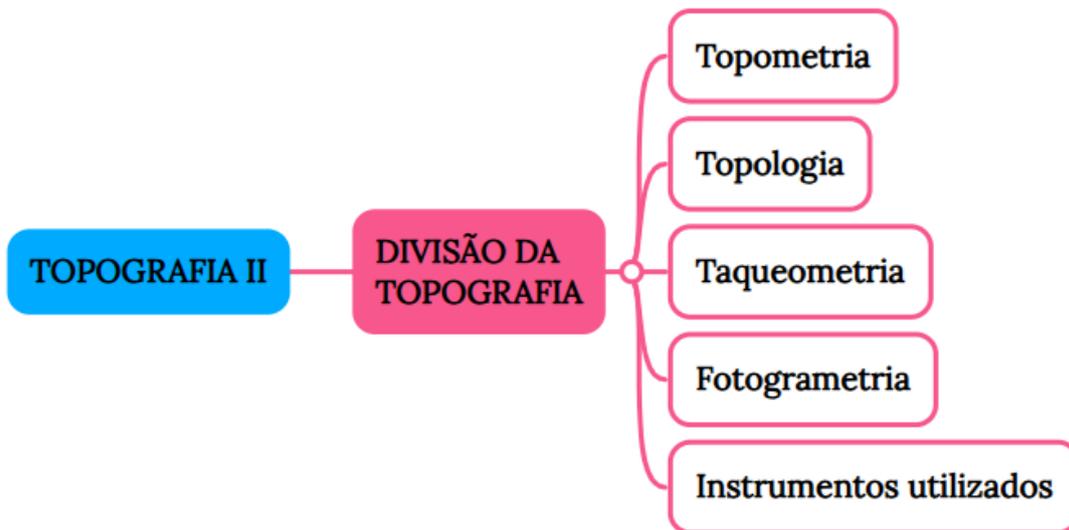
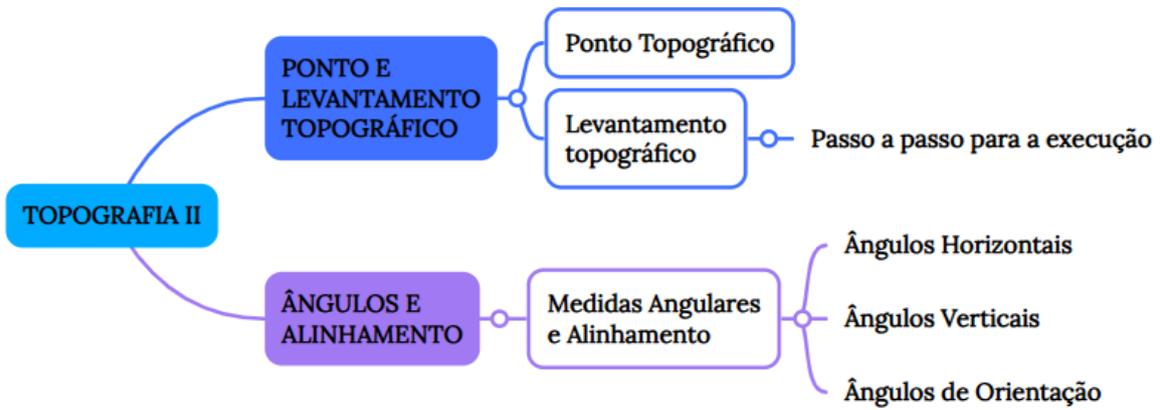
Na década de 70 surgiram os teodolitos eletrônicos. A diferença básica, em relação aos teodolitos clássicos óticos-mecânicos, consistiu na substituição do leitor ótico de um círculo graduado por um sistema de captadores eletrônicos. O teodolito eletrônico é mais leve e fácil para transportar do que os teodolitos antigos, além de ser capaz de realizar medições com maior precisão e possuir um dispositivo com ótica de alto rendimento e facilidade de utilização. Da captação eletrônica de ângulos, tanto em sua versão incremental como absoluta, passou-se, quase

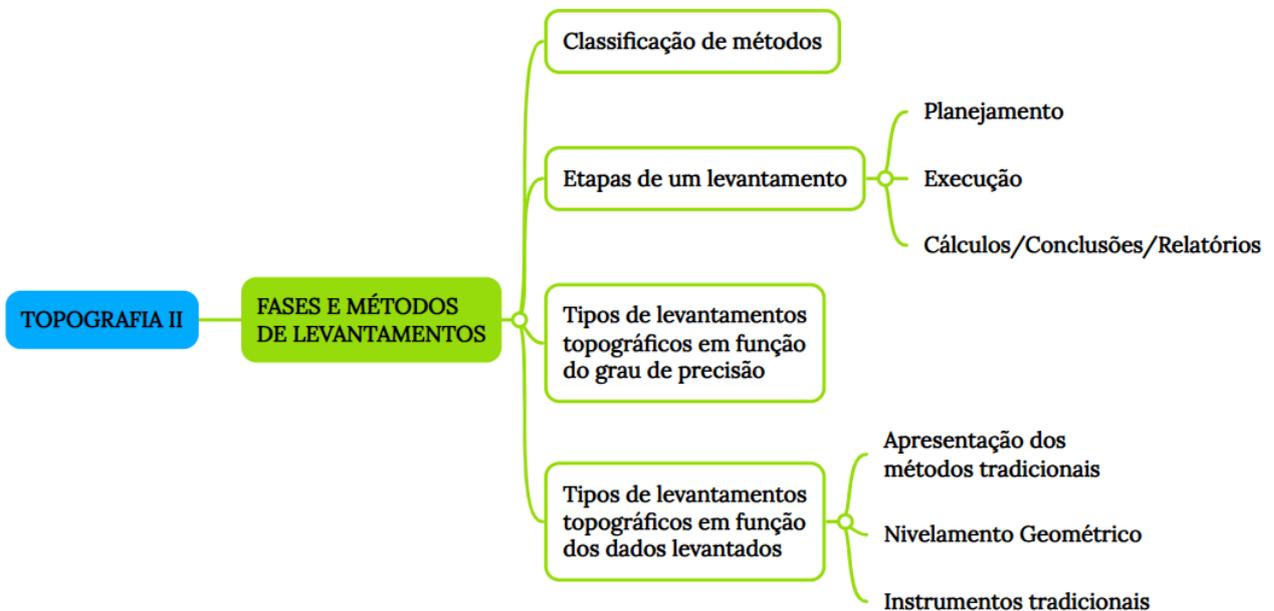
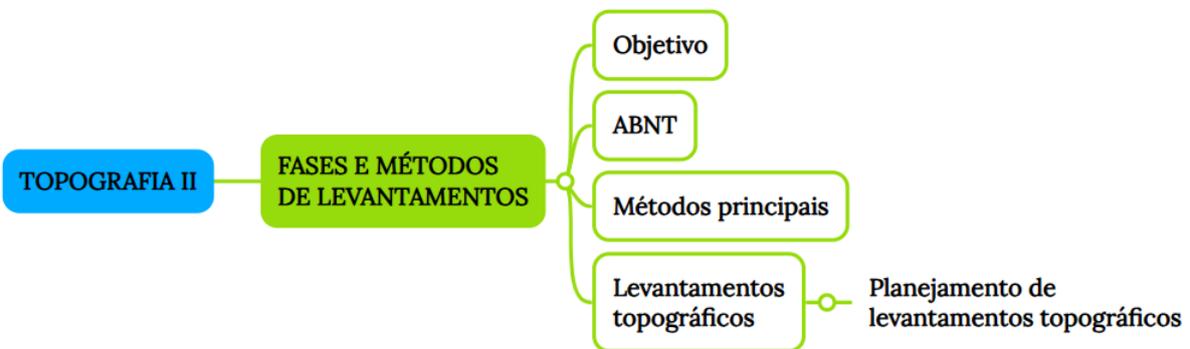
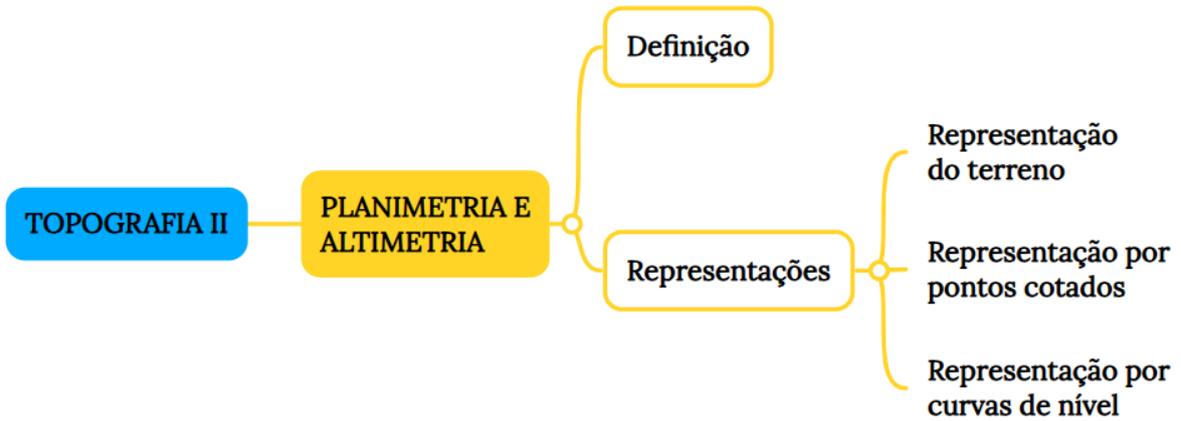
imperceptivelmente para a concepção da atual das Estações Totais Eletrônicas, que vieram para revolucionar a Topografia e simplificar os trabalhos de campo e escritório.

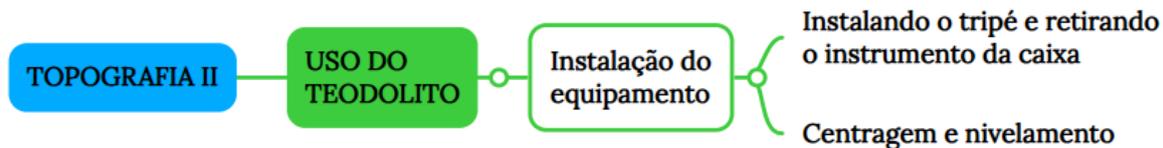
Uma Estação Total combina todas as vantagens de um teodolito eletrônico e de um medidor eletrônico de distância (MED), anteriormente apenas acoplados, com a vantagem atual da facilidade de um controle central único. Em decorrência do acentuado avanço tecnológico do instrumental, as equipes de campo sofreram redução no número de auxiliares, tornando os trabalhos topográficos menos onerosos, rápidos, mais confiáveis e precisos.

Sessões Especiais

MAPA DE ESTUDO







SÍNTESE DIRETA

1. INTRODUÇÃO

- Origem e definição da topografia.
- Importância na construção civil, estudos geográficos e engenharia.
- Relação com a geodésia.

2. PONTO E LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO

- **Ponto Topográfico:** localização geográfica materializada no terreno.
- **Levantamento Topográfico:** representação dos detalhes do relevo e elementos do terreno.
- **Execução:**
 - ✓ Determinação de pontos de referência.
 - ✓ Uso de equipamentos de medição como Estação Total.
 - ✓ Aplicações na delimitação de áreas, cadastramento imobiliário, rodovias e volumes de aterro.

3. ÂNGULOS E ALINHAMENTO

- **Ângulos Horizontais:**
 - ✓ Internos, externos e de deflexão.
 - ✓ Métodos de medição com teodolito e estação total.
- **Ângulos Verticais:**
 - ✓ Medição com origem no horizonte, no zênite ou no nadir.
- **Ângulos de Orientação:**
 - ✓ Azimutes geográficos e magnéticos.
 - ✓ Rumos e sua relação com os azimutes.

4. DIVISÃO DA TOPOGRAFIA

- **Topometria:** medições de distâncias e ângulos para representar feições do terreno.

- **Topologia:** interpretação de dados e controle de erros.
- **Taqueometria:** obtenção rápida de curvas de nível.
- **Fotogrametria:** uso de imagens aéreas e sensoriamento remoto.

5. LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO OU TOPOMETRIA

- **Tipos de levantamento:**
 - ✓ Planimétrico: projeção horizontal dos pontos.
 - ✓ Altimétrico: determinação de alturas e altitudes.
- **Escala:**
 - ✓ Numérica e gráfica.
 - ✓ Impacto da escala na precisão do desenho.

6. POLIGONAL E SENTIDO POLIGONAL

- **Definição e classificação:** Poligonal aberta, fechada e entrelaçada.
- Aplicação na determinação de coordenadas.

7. PLANIMETRIA E ALTIMETRIA

- **Representação do terreno:**
 - ✓ Por pontos cotados.
 - ✓ Por curvas de nível.
- **Características das curvas de nível:** Propriedades essenciais e relação com relevo.

8. FASES E MÉTODOS DE LEVANTAMENTO

- Objetivo e normas da ABNT.
- **Métodos principais:** Poligonação, interseção, triangulação.
- **Etapas do levantamento:** Planejamento, execução, cálculos e relatório final.

9. USO DO TEODOLITO

- **Instalação do equipamento:** Fixação no tripé e nivelamento.
- **Procedimentos de medição:** Focalização, pontaria e leitura de direções.
- de informações.

MOMENTO QUIZ

1. Com base nos seus conhecimentos, complete as lacunas com as alternativas abaixo que preenchem corretamente a definição e finalidade da topografia.

A topografia é uma ciência baseada na _____ e _____, que descreve e representa _____ e com detalhes parte da superfície terrestre sem levar em consideração a _____ da terra, com finalidade de obter o _____, _____ e posição relativa da superfície terrestre por meio de levantamento de pontos _____ e _____.

- Descrição, representação, medidas horizontais, altimetria, contorno, representação, trigonometria, nivelamentos.
- Altimetria, Planimetria, graficamente, curvatura, contorno, representação, trigonométrico, geométricos.
- Geometria, trigonometria, graficamente, curvatura, contorno, dimensão, planimétricos e altimétricos.
- Geometria, Planimetria, graficamente, curvatura, contorno, representação, trigonométrico, geométricos.
- Geometria, altimetria, graficamente, curvatura, contorno, dimensão, planimétricos e trigonométricos.

2. A definição de Geodésia pode ser melhor compreendida como sendo:

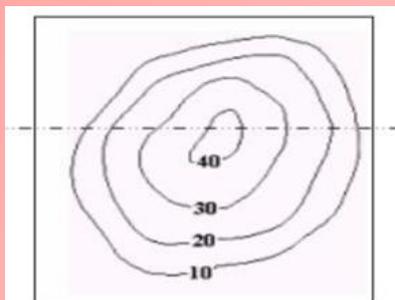
- Ciência que estuda as formas e dimensões da terra, por meio de implantação de pontos geodésicos, com finalidade de apoio a levantamento topográfico.
- Ciência baseada na geometria, trigonometria, que descreve e representa graficamente e por meio de mapas a superfície terrestre, sem levar em consideração a curvatura da terra.
- Ciência que estuda as formas e dimensões da terra, por meio de apoios geodésicos, considerando a terra um Geoide.
- Ciência que estuda as formas e dimensões da terra, por meio de apoios topográficos, sendo que os levantamentos geodésicos poderão ser executados com equipamentos topográficos, fazendo apenas sua configuração.
- Ciência que estuda as formas e dimensões da terra, por meio de pontos topográficos.

3. Em relação à forma da terra, os modelos estudados e destes o que mais se aproxima do modelo real da terra é o:

- Natural, geoidal, elipsoidal, esférico. O esférico é o que mais se aproxima da forma natural.

- f) Natural, geoidal, elipsoidal, esférico. O natural é o que mais se aproxima da forma natural.
- g) Natural, geoidal, elipsoidal, esférico. O geoidal é o que mais se aproxima da forma natural.
- h) Natural, geoidal, elipsoidal, esférico. O elipsoidal é o que mais se aproxima da forma natural.
- i) Natural, geoidal, elipsoidal, esférico. Nenhum se aproxima da forma natural, é preciso adotar um novo modelo matemático.

6. Observe o perfil da figura abaixo e responda se as assertivas são verdadeiras ou falsas:



- (V) O ponto mais alto no terreno é curva com cota 40;
- (V) O ponto mais baixo no terreno é a curva 10;
- (V) O desenho representa uma elevação, pois as curvas de nível de menor valor envolvem as de maiores;
- (F) O desenho representa um vale, pois as curvas de nível de menor valor envolvem as de maiores;

A sequência correta é:

- a) V, V, V e V.
- b) F, V, V e V.
- c) V, F, F e V.
- d) V, V, F e V.
- e) V, V, V e F.

7. Assinale V para sentenças verdadeiras e F para sentenças falsas:

- () O ponto topográfico é feito pela materialização no campo por uma marcação no terreno feita de piquete, assinalando a posição no terreno que será ocupada por uma baliza ou mira e até mesmo a montagem do teodolito ou estação total.
- () Além do piquete, é necessário um ponto no centro, assinalando o local exato da leitura, geralmente feito com um prego ou uma tachinha, ponto este onde será colocada a baliza bem no centro do piquete, que também servirá de centragem do teodolito ou estação.

() Além do piquete com prego, também deve ser colocado uma estaca do lado, chamada de estaca testemunha, de aproximadamente 30 cm a 40 cm de altura, preferencialmente pintada de branco para facilitar a escrita que servirá de identificação do ponto e também de sua localização, que ficará a uma distância aproximadamente de 50 cm a 80 cm, conserva essa distância por segurança para que o piquete não seja facilmente abalado.

() O ponto topográfico representa a referência por onde partem as origens de todas as medições, seja ela feita de forma direta ou indireta.

() A verticalidade da baliza e a centragem do instrumento em um prego fixado no piquete geram um bom posicionamento desse ponto, ao contrário, uma má colimação no centro do piquete poderá ocasionar mau fechamento nas distâncias e nas direções horizontais, provocando erros no próprio levantamento topográfico.

A sequência correta é:

- a) V, V, V, V e F.
- b) F, V, V, V e F.
- c) V, F, F e V.
- d) V, V, V, F e V.
- e) V, V, V, V e V.

Gabarito

QUESTÃO	ALTERNATIVA
1	C
2	A
3	C
4	E
5	E

Referências

SEIXAS, José Jorge de. Topografia. vol 1. UFPE, 1981.

SILVEIRA, Luiz Carlos da. Apostila Cálculo de Cadernetas. 1985.

SOARES, Major Sérgio Monteiro. Curso Teoria e Prática do GPS. Centro de Aperfeiçoamento dos Profissionais de Topografia. 1986.

BORGES, Alberto Campos. Topografia Aplicada a Engenharia Civil. São Paulo: Ed. Edgard Blücher Ltda, Vol. 1, 2008.

ERBA, D.A. (2005). Topografia para Estudantes de Arquitetura, Engenharia e Geologia. Editora Unisinos. Segunda Reimpressão.

ESPARTEL, Lélis. Curso de Topografia. Editora Globo. 1973.

RUIZ, José Eurita. Topografia – Prática para el Construtor. 1971.



OBRIGADO!
CONTINUE ESTUDANDO.



Ineprotec