

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA**
Departamento Acadêmico da Construção Civil
Curso Técnico em Agrimensura

TOPOLOGIA

**SÉRIE: TOPOGRAFIA E AGRIMENSURA PARA
CURSOS TÉCNICOS**

Prof. Arthur Peixoto Berbert Lima
Prof. Rovane Marcos de França



Florianópolis-SC
2018

Curso Técnico em Agrimensura:

Av. Mauro Ramos, 950, Centro, Florianópolis - Santa Catarina
CEP: 88020-300
Telefone: (48) 3321-6061
sites.florianopolis.ifsc.edu.br/agrimensura

Reitoria:

Rua 14 de Julho, 150, Coqueiros, Florianópolis - Santa Catarina
CEP: 88075-010
Telefone: (48) 3877-9000 / Fax: (48) 3877-9060
www.ifsc.edu.br

Reprodução total ou parcial dessa obra autorizada pelos autores e pela
instituição para fins educativos e não comerciais.

Catálogo na fonte pelo Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia de Santa Catarina - IFSC
Reitoria

L732t

Lima, Arthur Peixoto Berbert

Topologia: topografia e agrimensura para cursos técnicos
[recurso eletrônico] / Arthur Peixoto Berbert Lima, Rovane
Marcos de França – Florianópolis: IFSC, 2018.

1 Livro digital.

36 p.: il.

Inclui referências.

ISBN 97885XXXXXXX

1. Altimetria. 2. Topografia. 3. Nivelamento. I. França,
Rovane Marcos de. II. Título

CDD 526.98

Sistema de Bibliotecas Integradas do IFSC
Biblioteca Dr. Hercílio Luz – Câmpus Florianópolis
Catalogado por: Edinei Antonio Moreno CRB 14/1065



Sumário

1. Perfil Longitudinal	1
1.1. Conceitos	1
2. Seção Transversal	2
2.1. Conceitos	2
3. Levantamentos Planialtimétricos	4
3.1. Curvas de nível	4
3.1.1. Conceito	4
3.1.2. Propriedades	5
3.2. Métodos para a Interpolação e Traçado das Curvas de Nível	5
3.2.1. Interpolação Gráfica	6
3.2.2. Interpolação Numérica	6
3.3. Topologia	7
3.4. Modelagem Digital de Terrenos (MDT)	8
3.4.1. Geração da Malha Triangular	10
3.4.2. Linhas de Quebra, Ruptura ou Breaklines	11
3.4.3. Edição de MDT no Datageosis	12
3.4.4. Exemplo I: Modelagem de Terreno	13
3.4.4.1. Criando um Modelo Digital de Terreno no Datageosis	13
3.4.4.2. Editando um Modelo Digital de Terreno no Datageosis	14
4. Manutenção de instrumentos	15
4.1. Limpeza	15
4.1.1. Limpeza geral	15
4.1.2. Umidade	15
4.1.3. Objetiva, lente e prisma:	15
4.1.4. Prismas embaçados	15
4.1.5. Cabos e plugs	15
4.2. Transporte e manipulação dos instrumentos	15
4.3. Temperatura dos instrumentos	16
4.4. Verificação e Ajustes	16
4.4.1. Informações importantes sobre verificações e pequenos ajustes	17
4.4.2. Conceitos Básicos	17
4.4.3. Nível Tubular da Alidade	18
4.4.4. Nível Circular da Base Nivelante	19
4.4.5. Prumo Óptico / Laser	19
4.4.6. Nível do Bastão	20
4.4.7. Erros Angulares	21
4.4.8. Erros Lineares	23



4.4.8.1.	Verificação do erro ótico do distanciômetro	23
4.4.8.2.	Verificação do eixo ótico do Ponto Laser	23
4.4.8.3.	Erro de constante linear	24
5.	Levantamentos topográficos especiais	25
5.1.	Levantamentos Expeditos	25
5.2.	Levantamentos Subterrâneos	25
5.3.	Levantamentos Batimétricos	28
BIBLIOGRAFIA		30

Lista de Figuras

Figura 1:	Apresentação de um perfil longitudinal.	1
Figura 2:	Apresentação de perfil longitudinal	2
Figura 3:	Seção Transversal do terreno em na estaca 7	2
Figura 4:	Exemplo de uma Seção-tipo para um projeto de vias	3
Figura 5:	Apresentação de Seção transversal com o terreno e o projeto	3
Figura 6:	Relevo representado através de vista panorâmica e em planta através de curvas de nível.	4
Figura 7:	Planos horizontais de interseção e equidistância vertical	4
Figura 8:	Curvas de nível de terreno plano.	5
Figura 9:	Curvas de nível de relevo acidentado.	5
Figura 10:	Curvas de nível jamais devem se cruzar	5
Figura 11:	Curvas de nível não podem convergir para formar uma curva única	5
Figura 12:	Interpolação da cota de um ponto.	6
Figura 13:	Exemplo de interpolação numérica.	6
Figura 14:	Resultado da interpolação numérica para o segmento AB.	7
Figura 15:	Representação das curvas de nível em CAD.	8
Figura 16:	Representação das curvas de nível.	8
Figura 17:	Representação tridimensional de uma área gerada a partir de um MDT.	9
Figura 18:	Pontos levantados para a geração do MDT.	10
Figura 19:	Primeira geração da malha triangular – ressalta-se o erro na triangulação.	10
Figura 20:	Representação errada da superfície por meio de curvas de nível.	11
Figura 21:	Segunda geração da malha triangular com as linhas de quebra.	11
Figura 22:	Representação da superfície por meio de curvas de nível.	12
Figura 23:	Datageosis - nova modelagem (1)	13
Figura 24:	Datageosis - nova modelagem (2)	13
Figura 25:	Datageosis - nova modelagem (3)	13
Figura 26:	Datageosis - nova modelagem (4)	13
Figura 27:	Comando Apagar Arestas (1)	14
Figura 28:	Comando Apagar Arestas (2)	14
Figura 29:	Comando Apagar Arestas (3)	14



Figura 30: Comando Trocar lados dos Triangulos (1).....	14
Figura 31: Comando Trocar lados dos Triangulos (2).....	14
Figura 32: Comando Trocar lados dos Triangulos (3).....	14
Figura 33: Comando Apagar pontos (1)	14
Figura 34: Comando Apagar pontos (2)	14
Figura 35: Comando Apagar pontos (3)	14
Figura 36: Deixe o estojo secar em caso de umidade.....	16
Figura 37: Efetue a limpeza das lentes com materiais apropriados.....	16
Figura 38: Ajuste da temperatura ambiente.....	16
Figura 39: Eixos Cartesianos Tridimensionais	17
Figura 40: Esquema básico de um teodolito.....	17
Figura 41: Eixos e partes de uma Estação Total.....	18
Figura 42: Com o display paralelo, nivele a bolha	18
Figura 43: Com o display perpendicular, nivele a bolha	18
Figura 44: Corrigir metade do erro	19
Figura 45: Ex. I do parafuso de ajuste	19
Figura 46: Ex. II do parafuso de ajuste.....	19
Figura 47: Ex. de local dos parafusos de ajuste da bolha circular na base nivelante	19
Figura 48: Ex. de ajuste da bolha circular na base nivelante.....	19
Figura 49: Esquema para ajuste do prumo	20
Figura 50: Movimento do prumo.....	20
Figura 51: Ajuste do prumo.....	20
Figura 52: Ajuste da bolha do bastão	21
Figura 53: Principais erros angulares em estações totais.....	22
Figura 54: Processo de verificação do eixo ótico horizontal do distanciômetro.	23
Figura 55: Processo de verificação do eixo ótico vertical do distanciômetro.	23
Figura 56: Processo de verificação do eixo ótico do ponto laser	24
Figura 57: Dificuldades enfrentadas em topografa subterranea	26
Figura 58: Exemplo de Topografa subterranea (1).....	26
Figura 59: Exemplo de Topografa subterranea (2).....	26
Figura 60: Exemplo de Topografa subterranea (3).....	26
Figura 61: Exemplo de materialização de pontos na parede	27
Figura 62 Exemplo de materialização de pontos no teto	27
Figura 63 Exemplo de materialização de pontos na parede	27
Figura 64: exemplos de centralização dos instrumentos em pontos de teto	27
Figura 65: Sistema Tridimensional dos levantamentos subterraneos.....	27
Figura 66: batimetria feita com estação total.....	28
Figura 67: detalhe do porta prisma na batimetria.	28
Figura 68: Batimetria apoiada com estação total robótica.....	28
Figura 69: Batimetria feita com estação total(2)	29
Figura 70 Batimetria feita com estação total e bote.	29
Figura 71: : Representação da batimetria mono-feixe	29



Figura 72: Representação da batimetria multi-feixe.....	29
Figura 73: Levantamento Batimétrico com pequeno bote.....	29
Figura 74: Mapa Ipsométrico da batimetria realizada.	29

Lista de tabelas

Tabela 1: Escala e equidistância para Curvas de Nível	4
---	---



1. Perfil Longitudinal

1.1. Conceitos

O perfil de um terreno é representado por uma linha irregular resultante da interseção deste terreno com um plano vertical e sua representação é feita em um sistema de eixos cartesianos. Inicialmente, o eixo longitudinal é definido e os pontos em intervalos regulares são marcados por estaqueamento, ao longo de um eixo (alinhamento) determinado sobre o terreno e espaçadas (normalmente) com um ponto a cada 20m em retas e 10m em curvas e determinando-se as cotas dos pontos estaqueados através de nivelamento. Quando existirem pontos intermediários às estacas que determinem elementos topográficos de destaque, os mesmos deverão ser considerados e nivelados também.

Sendo assim, ao gerarmos o gráfico do perfil, no eixo horizontal são marcadas as distâncias horizontais e no eixo vertical são marcadas as cotas ou altitudes. A Figura 1: Apresentação de um perfil Figura 1 ilustra um gráfico de perfil longitudinal.

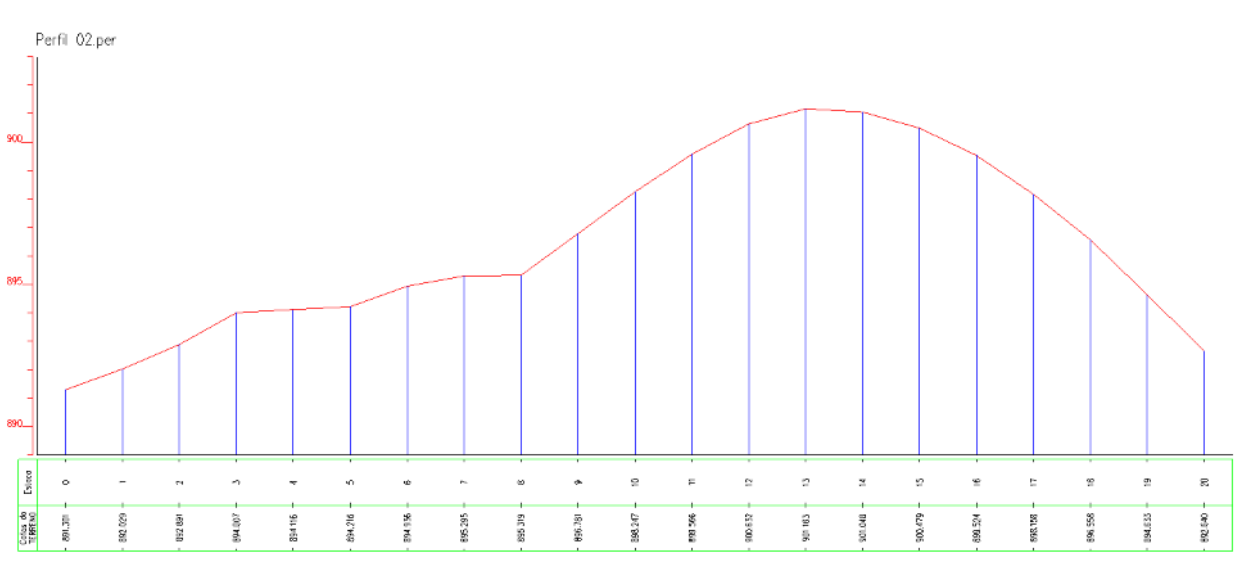


Figura 1: Apresentação de um perfil longitudinal.

Fonte: os Autores

O levantamento de um perfil pode ser realizado em campo realizando o nivelamento dos pontos do estaqueamento e pontos notáveis do terreno. Com o desenvolvimento da tecnologia, atualmente é mais comum o levantamento ser feito através de um Modelo Digital de Terreno e o gráfico de perfil gerado computacionalmente.

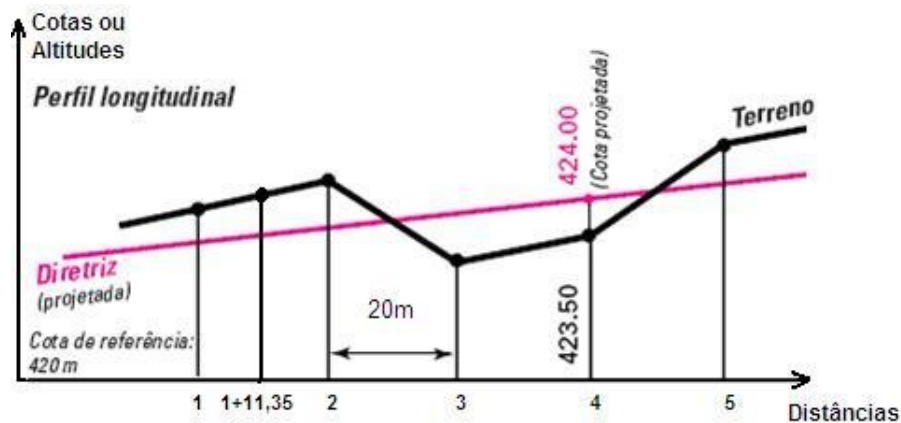
Geralmente, ao representar um perfil longitudinal graficamente, as cotas dos pontos do estaqueamento, consideradas a partir de uma cota de referência, são expressas em uma escala superior às distâncias longitudinais existentes entre eles (ex.: 10 vezes maior). Assim sendo, a escala do eixo vertical (cotas ou altitudes) é 10 vezes maior que a escala do eixo horizontal (distâncias). Chama-se esse perfil longitudinal de **realçado** ou **ampliado**. O **perfil longitudinal** é considerado **natural** quando a escala do eixo horizontal é igual à do eixo vertical.

O planejamento e a locação detalhada de estradas de rodagem, ferrovias, canais, linhas de redes, utilizam perfis longitudinais, pois o mesmo auxilia no cálculo de terraplenagem e na definição do melhor projeto das vias em função da topografia.



A

Figura 2 apresenta um perfil que define uma linha projetada em cor magenta (configuração futura do terreno, conforme um dado projeto) e apresenta a configuração atual do mesmo terreno (linha projetada em cor preta) a partir da leitura dos pontos marcados (1 a 5). O ponto 1+11,35 indica um provável ponto fora do intervalo definido, mas de relevância no terreno.

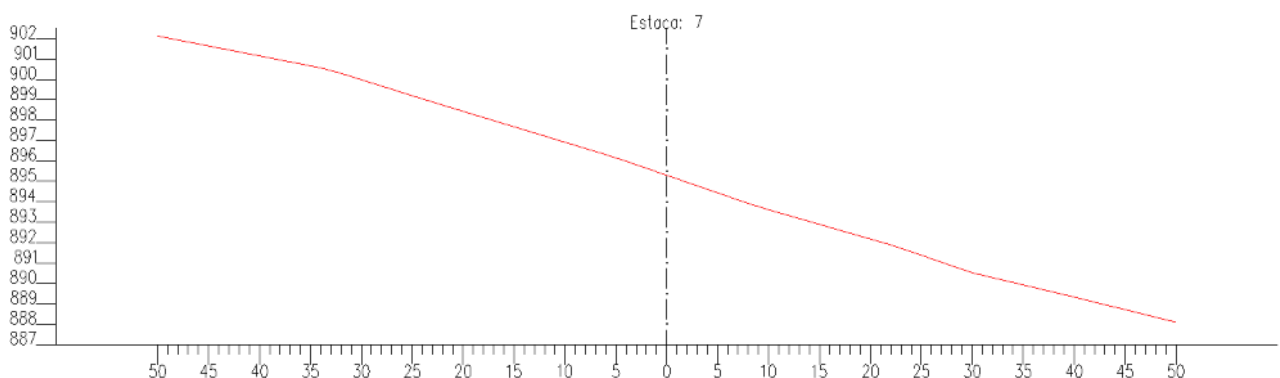


2. Seção Transversal

2.1. Conceitos

Perfis transversais são a interseção de um plano vertical com o terreno, transversalmente ao longo de uma determinada linha longitudinal (estaqueamento) e são de grande utilidade em engenharia, principalmente no estudo do traçado de estradas.

Obtém-se as seções transversais efetuando sobre os pontos do estaqueamento e sobre os pontos que determinam os elementos topográficos de destaque, o nivelamento linhas perpendiculares ao sentido do estaqueamento (seções transversais). As distâncias entre o ponto do instrumento até os pontos da seção transversal podem ser determinadas com uma trena ou por estadimetria, o espaçamento é costumeiramente de 5 em 5 metros a partir deste ponto estaqueado (de cota conhecida) e são levantados pontos fora do intervalo se estes forem pontos característicos da seção. A Figura 3 ilustra uma seção transversal somente do terreno.





Entretanto as seções transversais utilizadas em projetos representam não somente o terreno, mas o projeto também, para que desta forma seja visualmente possível compreender as alterações a serem efetuadas no terreno. Nos projetos são definidas algumas seções transversais padrão para o projeto, denominadas seção-tipo. A depender da complexidade do projeto várias seção-tipo podem ser definidas para um mesmo projeto. A Figura 4 Ilustra a seção-tipo para um projeto de vias.

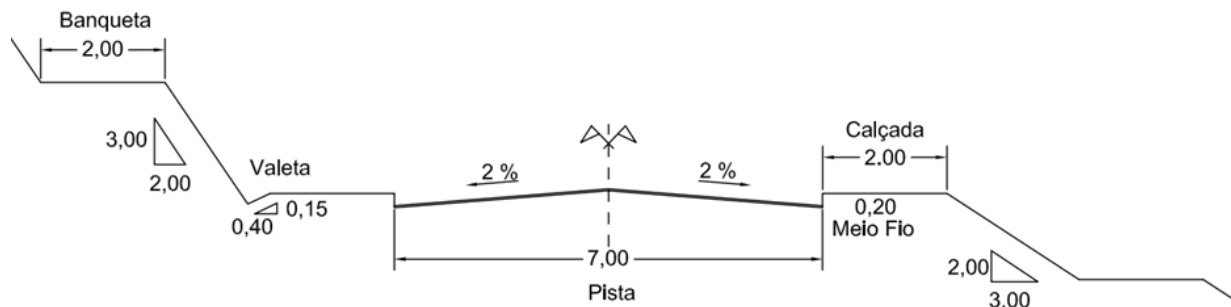


Figura 4: Exemplo de uma Seção-tipo para um projeto de vias

Visto isto, as seções transversais são rotineiramente a junção do projeto com o terreno, sendo que a Figura 5 apresenta uma seção transversal com o terreno e o projeto.

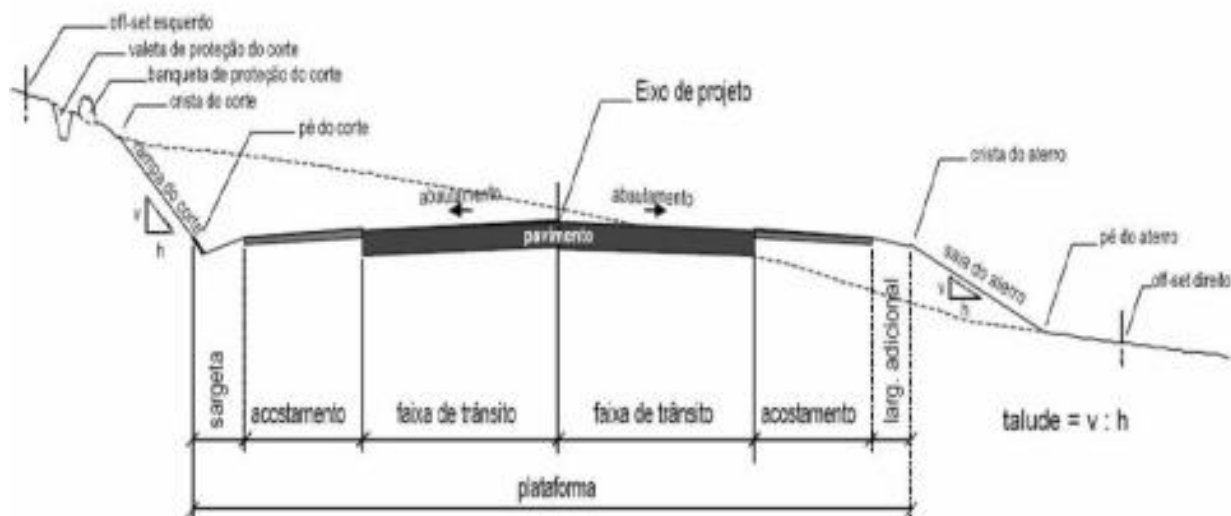


Figura 5: Apresentação de Seção transversal com o terreno e o projeto

3. Levantamentos Planialtimétricos

3.1. Curvas de nível

3.1.1. Conceito

São linhas que ligam pontos, na superfície do terreno, que têm a mesma cota (mesma altitude). É uma forma de representação gráfica de extrema importância, pois a planimetria possui representação gráfica perfeita de uma área plana: a planta (projeção horizontal).

A altimetria, representada graficamente através de curvas de nível, proporciona uma visão panorâmica do relevo contido no interior da área, o que permite ao usuário uma visão geral da sinuosidade do terreno. Qualquer profissional habilitado ao observar uma planta com curvas de nível, deve ser capaz de visualizar vales, grotas, espigões, divisores de água pluviais, terrenos com maior ou menor declividade, terrenos mais ondulados (acidentados), elevações, etc. Esta visualização é importantíssima para que o projetista possa imaginar projetos conscientes e adaptados ao terreno em que serão implantados. A Figura 6 ilustra este processo.

Os planos horizontais de interseção que contêm as curvas de nível são sempre paralelos e equidistantes e a equidistância entre um plano e outro chama-se equidistância vertical conforme ilustrado na Figura 7, e é obtida em função da escala da carta, tipo do terreno e precisão das medidas altimétricas. Alguns exemplos são apresentados na Tabela 3.

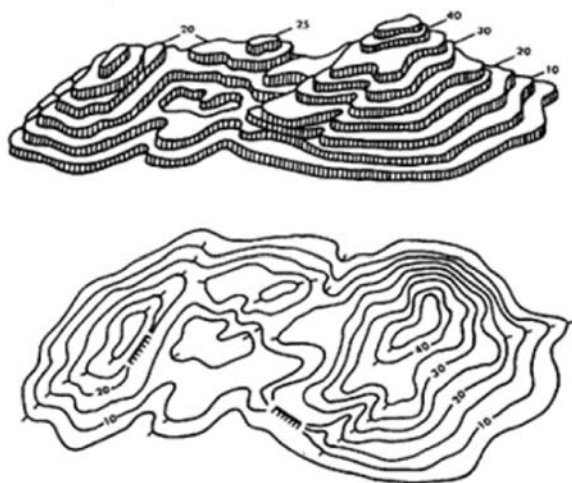


Figura 6: Relevo representado através de vista panorâmica e em planta através de curvas de nível.

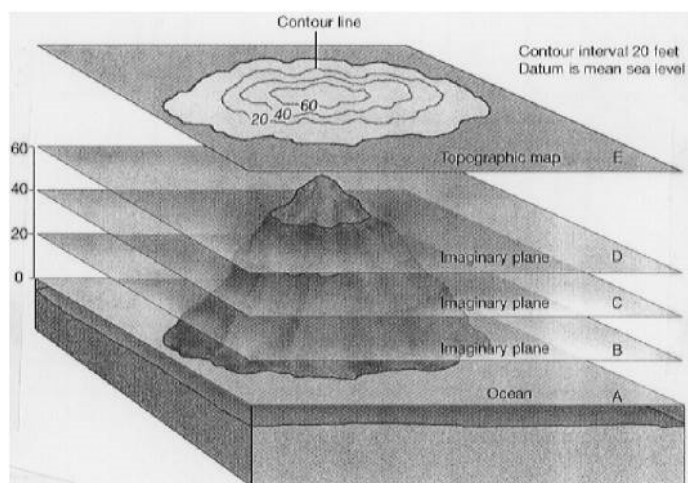


Figura 7: Planos horizontais de interseção e equidistância vertical

Tabela 1: Escala e equidistância para Curvas de Nível

Escala	Equidistância
1:500	0,25 a 0,50m
1:1.000	1,00 m
1:2.000	2,00 m
1:5.000	5,00 m
1:10.000	10,00 m



Segundo a NBR 13133/1994 temos que:

5.23.8 As curvas de nível devem ser traçadas a partir dos pontos notáveis definidores do relevo, passando pelas interpolações controladas nas altitudes ou cotas entre pontos de detalhe. As curvas-mestras, espaçadas de cinco em cinco curvas, devem ser reforçadas e cotadas. No caso de haver poucas curvas-mestras, as intermediárias também devem ser cotadas.

Para o traçado das curvas de nível os pontos notáveis do terreno (aqueles que melhor caracterizam o relevo) devem ser levantados planialtimetricamente. Será a partir da interpolação gráfica ou numérica destes pontos que se definirão as curvas.

3.1.2. Propriedades

Quanto ao traçado, as curvas de nível têm de obedecer a regras na sua determinação. Algumas propriedades são características, a citar:

- ✓ As curvas de nível são "lisas", ou seja, não apresentam cantos;
- ✓ Curvas de nível muito afastadas apresentam terreno plano;
- ✓ Curvas de nível muito próximas apresentam relevo acidentado;
- ✓ Duas curvas de nível jamais devem se cruzar;
- ✓ Duas ou mais curvas de nível não podem convergir para formar uma curva única;

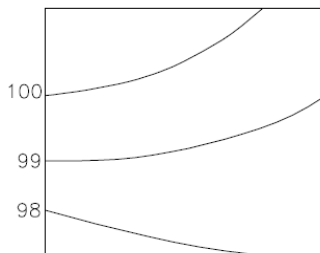


Figura 8: Curvas de nível de terreno plano.

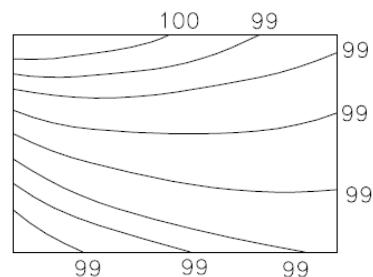


Figura 9: Curvas de nível de relevo acidentado.

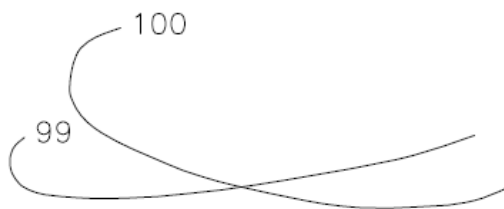


Figura 10: Curvas de nível jamais devem se cruzar

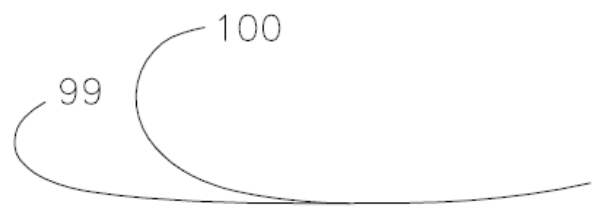


Figura 11: Curvas de nível não podem convergir para formar uma curva única

3.2. Métodos para a Interpolação e Traçado das Curvas de Nível

Com o levantamento topográfico altimétrico são obtidos diversos pontos com cotas/altitudes conhecidas. A partir destes é que as curvas serão desenhadas. Cabe salientar a necessidade das coordenadas planas dos pontos para plotá-los sobre a carta. O número de pontos e sua posição no terreno influenciarão no desenho final das curvas de nível.



O que se faz na prática é, a partir de dois pontos com cotas conhecidas, interpolar a posição referente a um ponto com cota igual a cota da curva de nível que será representada. A curva de nível será representada a partir destes pontos.

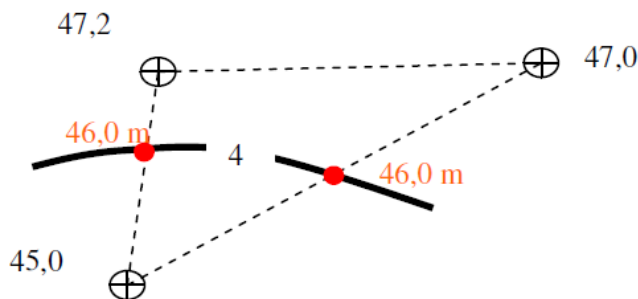


Figura 12: Interpolação da cota de um ponto.

Fonte: Apostila UFPR

Entre os métodos de interpolação mais importantes destacam-se:

3.2.1. Interpolação Gráfica

A interpolação das curvas baseia-se em diagramas de paralelas e divisão de segmentos. São processos lentos e atualmente pouco aplicados. Portanto esses métodos não serão discutidos neste material.

3.2.2. Interpolação Numérica

O método consiste em determinar os pontos de cota inteira e múltiplos da equidistância vertical por semelhança de triângulos:

Utiliza-se uma regra de três para a interpolação das curvas de nível. Devem ser conhecidas as cotas dos pontos, a distância entre eles e a equidistância das curvas de nível.

Tomando-se como exemplo os dados apresentados na Figura 13, sabe-se que a distância entre os pontos A e B no desenho é de 7,5 cm e que o desnível entre eles é de 12,9 m. Deseja-se interpolar a posição por onde passaria a curva com cota 75 m.

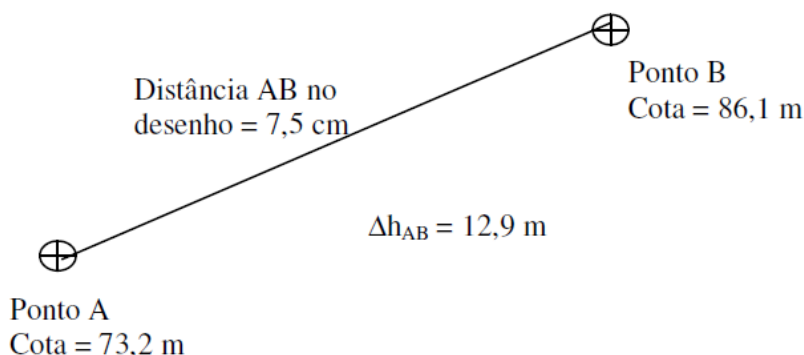


Figura 13: Exemplo de interpolação numérica.

Fonte: Apostila UFPR

É possível calcular o desnível entre o ponto A e a curva de nível com cota 75 m ($75 \text{ m} - 73,2 = 1,8 \text{ m}$). Sabendo-se que em 7,5 cm o desnível entre os pontos é de 12,9 m, em "x" metros este desnível será de 1,8 m.



$$\begin{array}{lcl} 7,5\text{cm} & \rightarrow & 12,9\text{m} \\ x & \rightarrow & (75\text{m} - 73,2\text{m}) = 1,8\text{m} \end{array}$$

$$x = \frac{7,5 \cdot 1,8}{12,9}$$

$x = 1,05 \text{ cm}$, arredondando para 1cm.

Neste caso, a curva de nível com cota 75 m estará passando a 1,05 cm do ponto A. Da mesma forma, é possível calcular os valores para as curvas 80 e 85 m (respectivamente 3,9 e 6,9 cm). Figura 14 apresenta estes resultados.

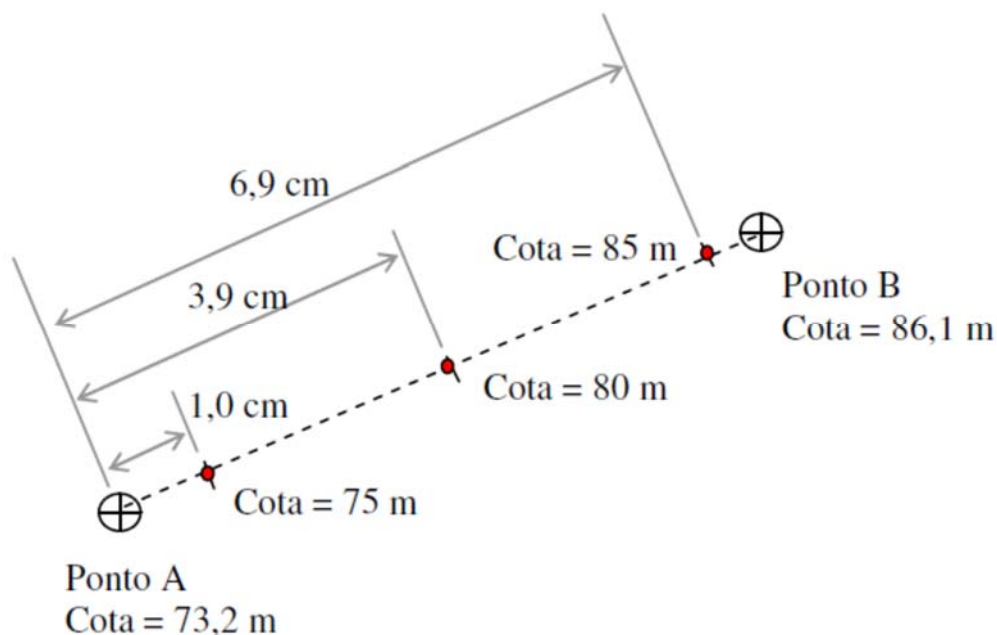


Figura 14: Resultado da interpolação numérica para o segmento AB.

Fonte: Apostila UFPR

3.3. Topologia

A topologia tem por objetivo o estudo das formas da superfície terrestre e das leis que regem o seu modelado. Para representar o relevo matematicamente, o primeiro passo é levantar os dados em campo, e em seguida, trabalhá-los para representar esta superfície a partir das curvas de nível em projetos e plantas. Comumente se utilizam softwares de desenho (CAD) para realização desta etapa. A Figura 15 apresenta a visualização das curvas de nível no ambiente virtual do software de desenho - processo já concluído. A Figura 16 ilustra como seria a impressão deste trabalho.

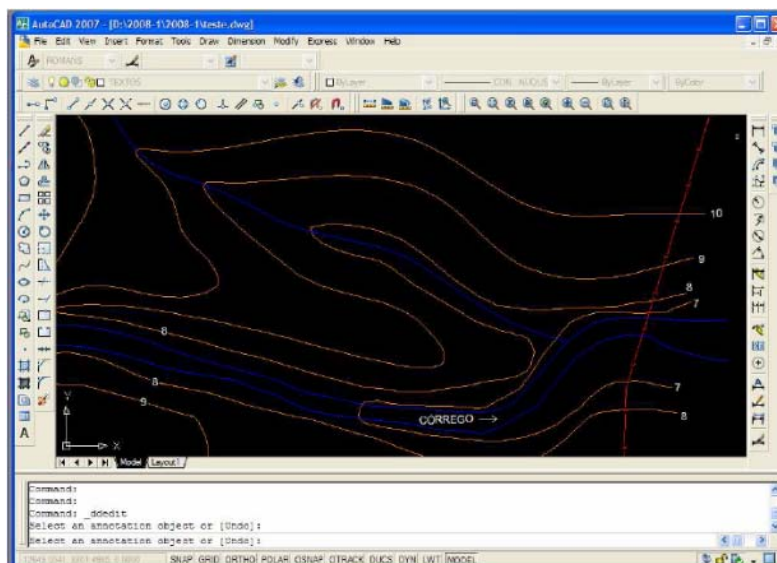


Figura 15: Representação das curvas de nível em CAD

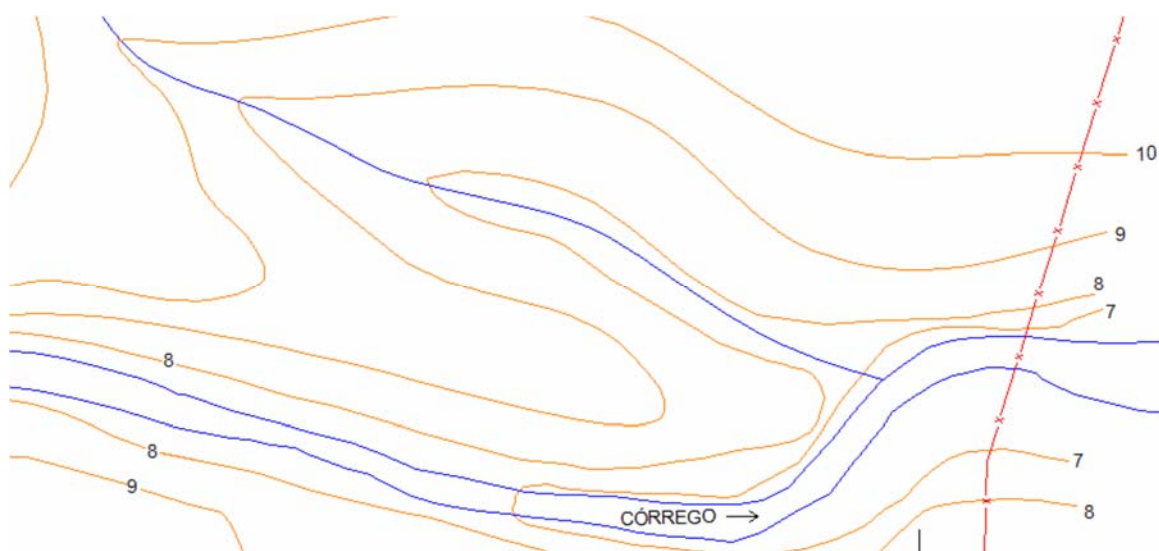


Figura 16: Representação das curvas de nível.

3.4. Modelagem Digital de Terrenos (MDT)

O Modelo Digital do Terreno, ou simplesmente MDT (também pode ser chamado de Modelo Numérico do Terreno – MNT), é uma representação matemática da distribuição espacial da característica de um fenômeno vinculada a uma superfície real. A superfície é em geral contínua e o fenômeno que representa pode ser variado.

Em topografia, o MDT visa representar a superfície do terreno levantada, de forma a obter um conjunto de informações necessárias aos cálculos de áreas superficiais, curvas de nível, mapas de declividades, perfil, áreas de inundação e visualização em 3D, ou seja, é o ponto base para todos os trabalhos de planialtimétricos e volumetria.

A representação do terreno se fará em função de equações $z = f(x,y)$, de modo que após a cálculo de MDT, será possível obter a cota em qualquer posição da área levantada.



Figura 17: Representação tridimensional de uma área gerada a partir de um MDT.

Para a criação do MDT de levantamentos topográficos, existem diversos programas computacionais disponíveis no mercado, entre eles, pode-se destacar: Topograph, Posição e DataGeosis. Cada qual possui rotinas distintas para este fim, mas de uma maneira geral, o itinerário de todos obrigatoriamente passará pelos seguintes passos:

- a) Aquisição dos dados em campo, pelos métodos topográficos de posicionamento planialtimétrico. Processamento destas informações e geração de coordenadas X, Y e Z;
- b) Identificação ou importação das linhas de quebra ou ruptura ou breaklines;
- c) Interpolação dos pontos, criação da malha irregular triangular;
- d) Análise, edição e correção de pontos incoerentes, com cotas erradas ou que não devam ser utilizados na geração do MDT (ex. topo de edificações, fundo de bueiros – pois não compõem a superfície do terreno);
- e) Edição e correção de triangulações incoerentes ou que gerem informações equivocadas;
- f) Criação e arquivamento da superfície final, geração dos produtos representando as informações obtidas (curvas de nível, perfis, seção transversal, cálculos volumétricos, mapa hipsométrico).

Na aquisição destes dados, realizada por levantamentos planialtimétricos de campo, o método de aquisição de dados deve ser por pontos amostrados com espaçamento irregular e/ou regular. O cuidado na escolha dos pontos e a quantidade de dados amostrados estão diretamente relacionados com a qualidade do produto final de uma aplicação sobre o modelo.

Para aplicações onde se requer um grau de realismo maior, a quantidade de pontos amostrados, bem como o cuidado na escolha desses pontos, ou seja, a qualidade dos dados, é decisiva. Quanto maior a quantidade de pontos representantes da superfície real, maior será o esforço computacional para que estes sejam armazenados, recuperados, processados, até que se alcance o produto final da aplicação.



Figura 18: Pontos levantados para a geração do MDT.

3.4.1. Geração da Malha Triangular

Ao gerar a malha triangular por um software, este não tem como “saber” como é o terreno e suas declividades. Portanto, os softwares utilizam um algoritmo que interpola pontos que são mais próximos, pois teoricamente tem mais chances de serem interpolados.

Em topografia, a aquisição de linhas de inflexão ou mudanças bruscas de declividade do terreno é indispensável para a criação de um modelo que represente fielmente o terreno. Se a triangulação for feita com os dados da forma que estão, o software irá gerar a malha triangular de forma errada, ilustrada na Figura 19, resultando numa representação da superfície também errada e assim gerando produtos equivocados, como as curvas de nível da Figura 20.



Figura 19: Primeira geração da malha triangular – ressalta-se o erro na triangulação.

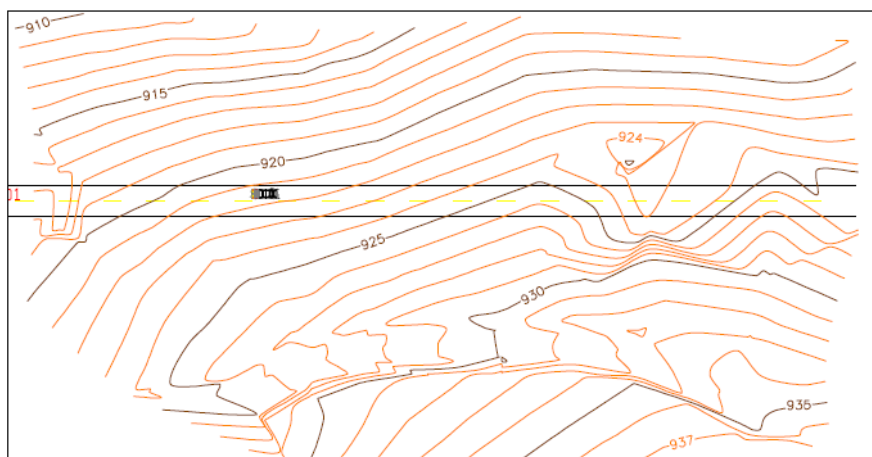


Figura 20: Representação errada da superfície por meio de curvas de nível

3.4.2. Linhas de Quebra, Ruptura ou Breaklines

As linhas de quebra, ruptura ou breaklines são as que definem descontinuidades na superfície para os dois diferentes lados de uma linha de triangulação, como linhas de fundo de vale ou de cristas de morros. Um rio, por exemplo, pode ser editado como uma linha de quebra, pois ao longo de suas margens, há uma descontinuidade do relevo.

Estas linhas de quebra podem ser ou não consideradas na geração de uma grade triangular. Outros exemplos de linhas de quebra: fundos de vale; margens de rios, cristas de aterro e corte, pés de aterro e corte, muros de contenção de terreno, limites de lâminas d'água (rios, lagos, mar); bordas e eixos de estradas, entre outros.

Linhas de quebra também devem ser levantadas em campo, porem no caso apresentado, o pé do talude é linear e com declividade constante, portanto não há necessidade de levantar mais pontos, basta geramos uma linha entre os pontos do que formam o pé do talude, informarmos ao software que esta é uma linha de quebra e novamente gerar a malha triangular.



Figura 21: Segunda geração da malha triangular com as linhas de quebra.

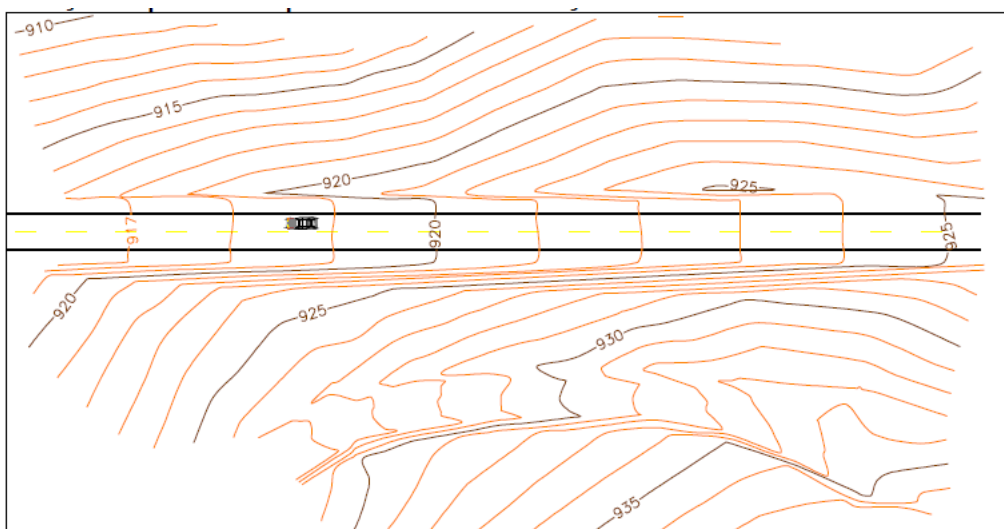


Figura 22: Representação da superfície por meio de curvas de nível.

Não só a criação de curvas de nível é feita a partir de MDT's. Perfis longitudinais e transversais, cálculo de volumes, projetos de terraplenagem, maquetes eletrônicas entre outros, são exemplos de produtos que podem ser gerados a partir destes modelos digitais.

3.4.3. Edição de MDT no Datageosis

Após gerarmos o MDT com as linhas de quebra, podemos ter que realizar algumas alterações no modelo antes de gerarmos a superfície 3D. Estas edições servem para melhor adequar o modelo à realidade do terreno e dependem muito do conhecimento do profissional sobre o terreno. Nesta hora fotografias, croquis e outras informações são muito importantes para corrigirmos alguns detalhes do modelo que estão destoantes do terreno levantado.

A ferramenta “Apagar Arestas” permite apagar lados das triangulações que não interessam ao cálculo do modelo. Deve ser utilizada em casos em que a triangulação esteja excedendo os limites desejados ou ainda quando se deseja eliminar triângulos que estejam dentro de polígonos nos quais não se deseja o modelo numérico (p.ex. edificações).

A ferramenta “Trocar Lados do Triângulos” permite alterar lados da triangulação que não estejam coerentes com as condições reais do terreno. Ao clicar sobre o lado a ser alterado, automaticamente ele será alterado para outra posição possível. Recomenda-se realizar este procedimento em partes, sempre salvando as correções anteriores, visto que não é possível desfazer algumas alterações. Neste procedimento é comum haver várias tentativas até obter-se êxito.

A ferramenta “Remover Ponto” permite remover pontos da triangulação. Os pontos que são removidos da triangulação são mantidos no desenho. É recomendável que esta seleção seja feita através das camadas, sendo os pontos não relevantes para a modelagem armazenados em uma camada que não utilizada para a modelagem. Entretanto alguns pontos residuais podem ficar em modelagem com grande numero de pontos e facilmente retirados com esta ferramenta.

Após as todas as correções do modelo serem feitas, para uma melhor representação 3D é possível que seja utilizada a ferramenta de suavização do modelo. Essa ferramenta executa a subdivisão da triangulação, tornando-as mais densa. Deve-se atentar que ao suavizarmos a triangulação podemos alterar o modelo de forma que o mesmo passe não mais a representar fielmente o terreno.



3.4.4. Exemplo I: Modelagem de Terreno

3.4.4.1. Criando um Modelo Digital de Terreno no Datageosis

- No Datageosis crie um novo projeto
- Importe o Arquivo Levantamento.cad
- Crie uma nova modelagem; (Figura 23)
- Denomine como “Modelo1” e utilize todas as camadas disponíveis;(Figura 24)
- Configure a distância máxima em 50 metros e a mínima em 15 centímetros;(Figura 25)
- Utilize a camada TOP-Estrada como linhas de quebra; (Figura 26)
- Observe o modelo apresentado e encontre as imperfeições mais visíveis

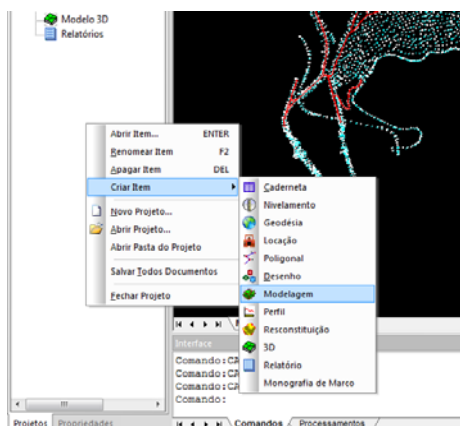


Figura 23: Datageosis - nova modelagem (1)

Fonte o autor

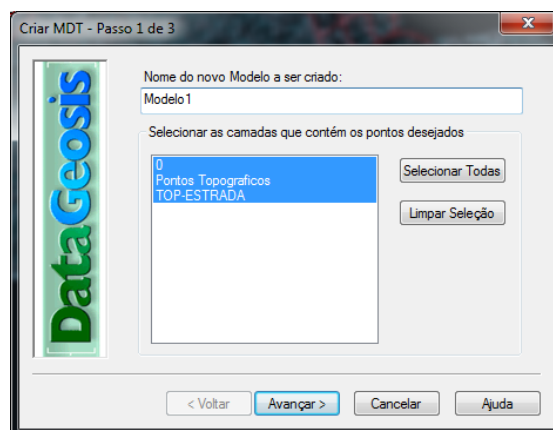


Figura 24: Datageosis - nova modelagem (2)

Fonte o autor

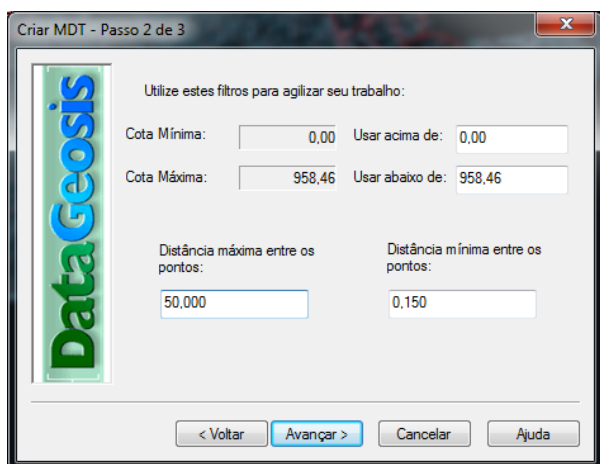


Figura 25: Datageosis - nova modelagem (3)

Fonte o autor

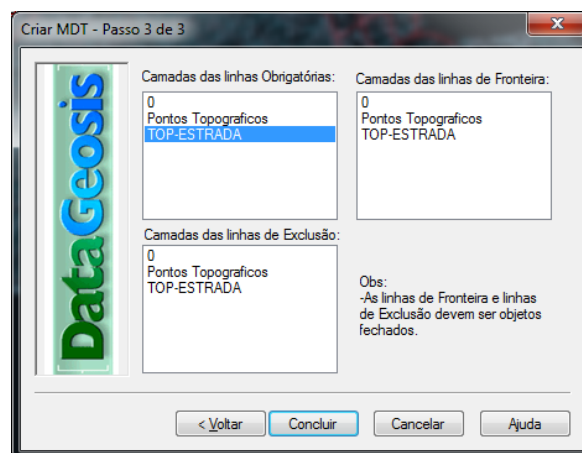


Figura 26: Datageosis - nova modelagem (4)

Fonte o autor

3.4.4.2. Editando um Modelo Digital de Terreno no Datageosis

- Para eliminar arestas que não são úteis a modelagem execute o comando “Apagar Arestas”(Figura 27), depois crie linhas que atravessem as arestas ao qual desejamos eliminar (Figura 28) e veja o resultados (Figura 29). Cuidado neste comando não é possível desfazer.
- Para realizar a mudança na interpolação utilize o comando “Trocar Lados do Triângulos” (Figura 30), e depois clique na aresta que deseja alterar (Figura 31), se for possível, o software irá alterar a interpolação e apresentará o resultado(Figura 32).
- Para eliminar pontos que não são úteis a modelagem execute o comando “Remover Ponto” (Figura 28/Figura 33), depois clique nos pontos qual desejamos eliminar (Figura 34) e veja o resultados (Figura 35).

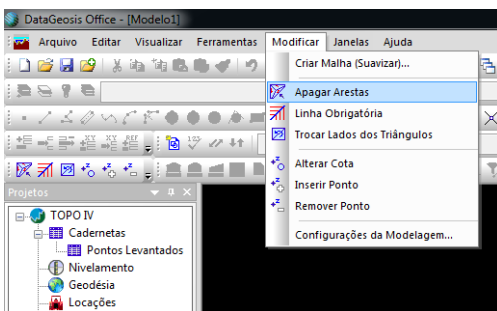


Figura 27: Comando Apagar Arestas (1)

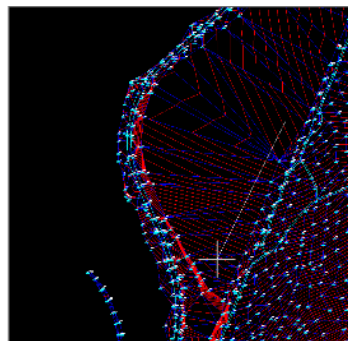


Figura 28: Comando Apagar Arestas (2)

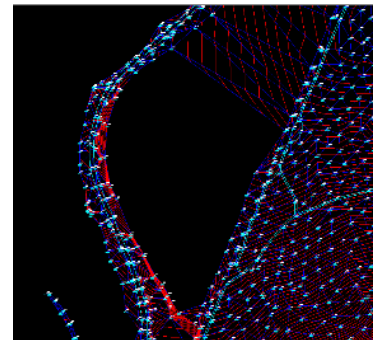


Figura 29: Comando Apagar Arestas (3)

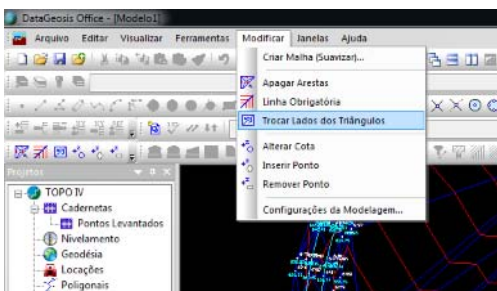


Figura 30: Comando Trocar lados dos Triângulos (1)

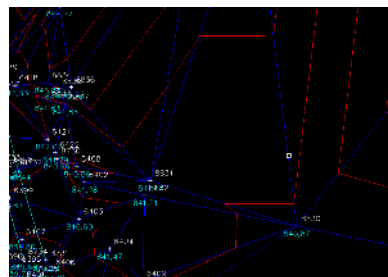


Figura 31: Comando Trocar lados dos Triângulos (2)

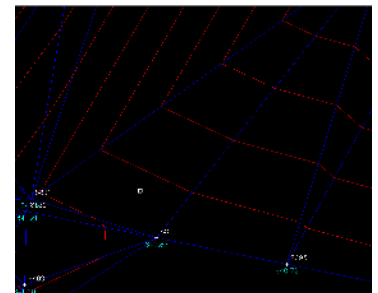


Figura 32: Comando Trocar lados dos Triângulos (3)

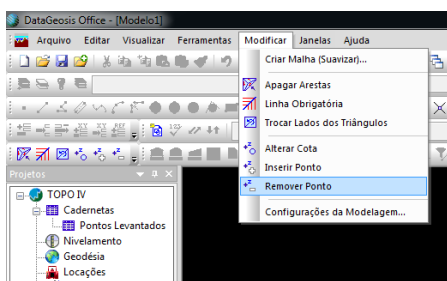


Figura 33: Comando Apagar pontos (1)

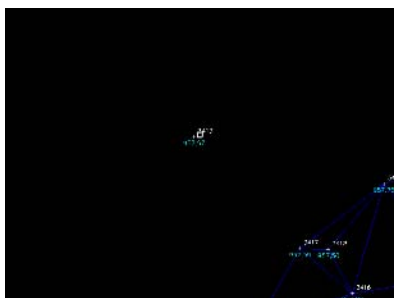


Figura 34: Comando Apagar pontos (2)

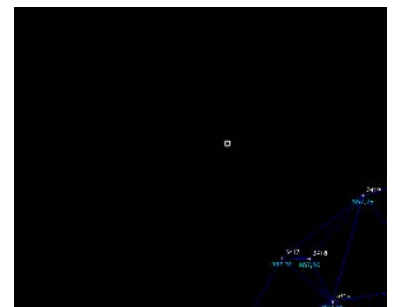


Figura 35: Comando Apagar pontos (3)



4. Manutenção de instrumentos

Tal como todos os instrumentos de precisão, a Estação Total necessita de cuidados e manutenção, além de todos os cuidados no manuseio e transporte já expostos na Unidade Curricular de Topografia I, estes procedimentos abaixo apresentados também são importantíssimos para garantir a integridade dos dados levantados e menores custos de manutenção e depreciação.

4.1. Limpeza

Observando diversos manuais dos fabricantes podemos observar pequenas variações nos requisitos para a limpeza do instrumento, entretanto há muitos pontos em comum, podemos citá-los:

4.1.1. Limpeza geral

Nunca utilize detergentes fortes, como benzina ou diluentes, no instrumento ou na caixa do instrumento, pois eles podem atacar os componentes do instrumento. Use somente panos limpos e macios para a limpeza e detergente neutro.

4.1.2. Umidade

Se o instrumento ou o estojo estiverem úmidos, mantenha o instrumento fora do estojo.

Passe um pano suavemente para limpar e tirar o excesso de umidade do instrumento. Se necessário utilize um desumidificador no ambiente ao qual o instrumento será armazenado. Nunca utilize ar quente para secar o instrumento. Coloque o instrumento no estojo somente quando ele estiver completamente seco. Ao utilizar o instrumento no campo, não esqueça de manter o estojo fechado. (Figura 36)

4.1.3. Objetiva, lente e prisma:

Nunca toque no vidro com os dedos.

Havendo a possibilidade, o ideal é que a poeira das lentes e dos prismas seja retirada com jatos de ar. Evite soprar, pois gotículas de saliva podem atingir as lentes.

Se necessário, use papel antiestático para limpeza de lentes, algodão ou uma escova específica para lentes. Faça movimentos suaves e jamais pressione as lentes. Se necessário, umedeça com álcool isopropílico e faça os movimentos circulares, esfregando suavemente, de dentro para fora. (Figura 37)

4.1.4. Prismas embaçados

Os prismas refletores que estejam em temperaturas inferiores às do ambiente, tendem a embaçar. Nesse caso, não é suficiente apenas limpá-los com um pano. Mantenha-os durante algum tempo dentro do seu casaco ou no interior do seu carro, a fim de que eles se ajustem a temperatura ambiente.

4.1.5. Cabos e plugs

Mantenha os plugs limpos e secos. Limpe toda a sujeira dos plugs dos cabos com muita cautela para não danificar ou obstruir conectores.

4.2. Transporte e manipulação dos instrumentos

O instrumento sempre deve ser transportado no estojo original. Mesmo em trajetos pequenos, pois sempre estamos sujeitos a pequenas quedas e ou batidas. Para transporte da caixa até o tripé, segure pela alça e

nunca segure pela barra de lentes, isso pode afetar a precisão do instrumento. Para os outros transportes, coloque-o em um lugar seguro para evitar choques repentinos ou vibração.

Sempre abra o estojo na posição correta, sempre verifique qual é a forma correta de abrir o estojo do modelo utilizado. Para guardar o instrumento no estojo, certifique-se de coincidir os componentes do instrumento com o molde do estojo. Caso seja guardado erroneamente este molde pode ser danificado e fazer com o que o instrumento chacoalhe dentro do estojo. Preste muita atenção na posição certa de colocar a ocular, força-la contra o molde danifica o instrumento.

Nunca tente desmontar ou lubrificar o instrumento. Sempre consulte a assistência técnica.

4.3. Temperatura dos instrumentos

A temperatura ambiente é um fator muito importante para a manutenção da qualidade das medidas do seu instrumento topográfico. Vejamos algumas considerações a este respeito:

- Nunca exponha a luneta do instrumento diretamente à luz solar. Isso pode acarretar danos internos no instrumento e queimadura nos olhos. Se necessário observações nestas condições sempre use filtro específico.
- Nunca deixe o instrumento sem proteção em dias com altas temperaturas. A temperatura interna do instrumento pode facilmente alcançar mais de 70°C, podendo reduzir a vida útil do instrumento e alterar a precisão do instrumento. Providencie uma proteção para o instrumento e o tripé (guarda sol).
- O instrumento deve ser guardado numa sala com temperaturas entre – 30°C e +60°C.
- Qualquer mudança repentina de temperatura do instrumento ou no prisma pode prejudicar o alcance na medição de distâncias e ângulos. Ex.: após de retirar de dentro de um veículo aquecido. (Figura 38)

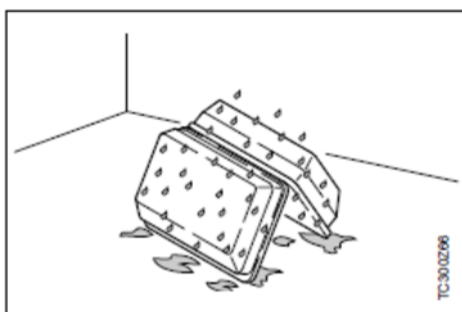


Figura 36: Deixe o estojo secar em caso de umidade.

Fonte: Manual LEICA TPS300

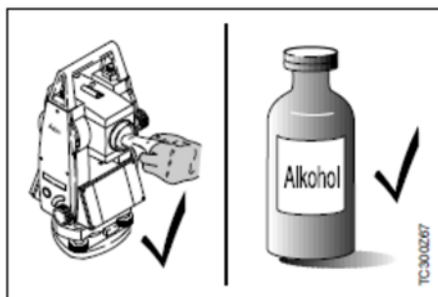


Figura 37: Efetue a limpeza das lentes com materiais apropriados.

Fonte: Manual LEICA TPS30

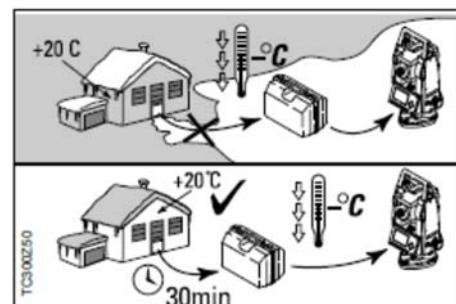


Figura 38: Ajuste da temperatura ambiente.

Fonte: Manual LEICA TPS300

4.4. Verificação e Ajustes

Nesta apostila é adotado o termo ajuste para alterações no equipamento e o termo verificação para a indicação de possíveis erros no instrumento. Esta adoção se dá pelo fato de diferentes autores utilizarem definições diferentes para os termos calibração, aferição, retificação, verificação, inspeção e ajuste. Vale ressaltar que este material visa dar noções básicas sobre a manutenção de equipamento, visando auxiliar o operador do instrumento a manter o equipamento em perfeito estado de operação e identificação de possíveis erros.

Os processos de ajustes que envolvem a atuação em parafusos são delicados e devem ser feitos com extrema cautela, paciência e movimentos pequenos e suaves. É comum que um ajuste envolva mais de um parafuso, fazendo com que o ajuste seja mais delicado.

4.4.1. Informações importantes sobre verificações e pequenos ajustes

- Antes de qualquer verificação ajuste a ocular do telescópio. Lembre-se que um foco perfeito elimina a paralaxe.
- Complete os ajustes em ordem numérica, uma vez que os ajustes são dependentes uns dos outros.
- Sempre conclua os ajustes apertando os parafusos de segurança (mas não aperte demais, pois poderá espanar os parafusos ou quebrar a cabeça do parafuso ou ainda colocar pressão indevida em uma de suas partes).
- Além disso, sempre aperte dando voltas na direção da tensão de fixação. Os parafusos de ajuste também devem estar firmemente apertados para que os ajustes sejam completos.
- Verifique as partes móveis do tripé depois de estendê-lo. Caso tenham folgas os trabalhos de medição serão prejudicados.
- Sempre repita as operações de verificação após o ajuste para confirmar os resultados.

4.4.2. Conceitos Básicos

Uma Estação Total é a unificação de um teodolito, um distanciômetro eletrônico e um computador. Um teodolito é basicamente um instrumento que materializa um sistema cartesiano tridimensional coordenado (Figura 39) e é capaz de realizar rotações e leituras destas rotações em dois eixos. Os três eixos cartesianos tridimensionais, no instrumento recebem a nomenclatura de Eixo Vertical, Eixo Horizontal e Eixo de Visada. (Figura 40)

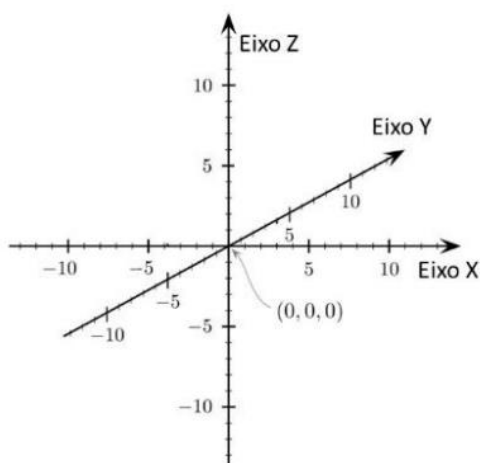
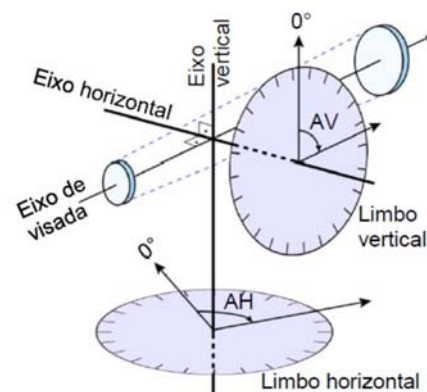


Figura 39: Eixos Cartesianos Tridimensionais



Esquema básico de um teodolito
Fonte: adaptado de Fred the Oyster

Figura 40: Esquema básico de um teodolito

A Figura 41, destaca as nomenclaturas principais utilizadas para descrever uma Estação Total.



Eixo Vertical (Principal)

Eixo de rotação vertical da luneta

Eixo Horizontal (Secundário)

Eixo de rotação horizontal da luneta.
Também pode ser chamado de eixo do munhão.

Eixo de Visada (Colimação)

Eixo da luneta, formado pelo alinhamento entre o retículo e o centro da objetiva.

Alidade

Parte que permite o movimento de rotação em torno dos eixos.

Base Nivelante

Parte que permite a fixação e nivelamento do instrumento

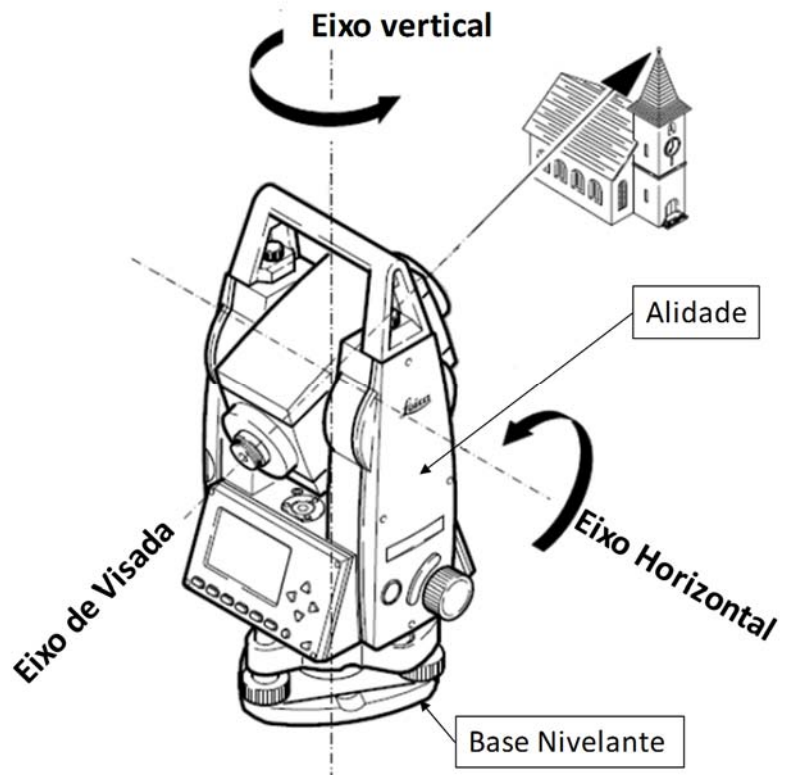


Figura 41: Eixos e partes de uma Estação Total.

Fonte: adaptado de Geomax Zoom30

O primeiro processo a ser realizado na verificação de uma Estação Total é a conferência da correta definição do eixo vertical. Este processo se dá através da correção das bolhas analógicas ou digitais.

4.4.3. Nível Tubular da Alidade

Nos instrumentos, a bolha analógica principal é a bolha presa à alidade do instrumento. Há variações entre os fabricantes na utilização de bolhas tubulares ou circulares na alidade, sendo estas últimas quase sempre associadas a bolhas eletrônicas. Nestes casos o ajuste deve ser feito pela assistência técnica especializada.

Para a verificação de instrumentos com bolha tubular temos os seguintes passos:

- I. Coloque o instrumento com o display paralelo a dois parafusos calantes, e com estes, de forma sincronizada, e nivele o instrumento. (Figura 42)
- II. Gire 90° e termine o ajuste com o terceiro calante de forma independente. (Figura 43)

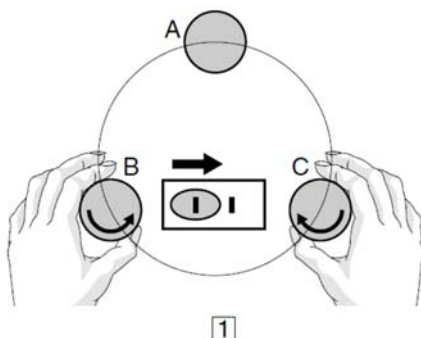


Figura 42: Com o display paralelo, nivele a bolha

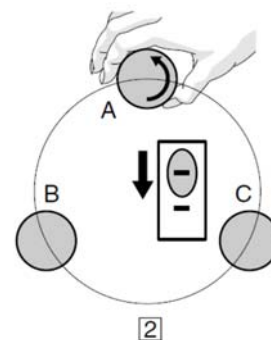


Figura 43: Com o display perpendicular, nivele a bolha

Fonte: Manual Nikon DTM 322

- III. Gire mais 90° ficando a 180° da posição inicial e verifique se o nível tubular ainda está dentro das linhas maiores, ou seja, nivelado.
- IV. Se estiver nivelado, verifique em uma nova posição aleatória, caso a bolha permaneça nivelada a bolha está ajustada e a verificação está concluída.
- V. Se não estiver nivelado, corrija metade do erro com o auxílio dos parafusos calantes. (Figura 44)
- VI. Corrija a outra metade do erro utilizando a chave de ajuste, atuando no parafuso ao lado do nível tubular. (Figura 45 e Figura 46)

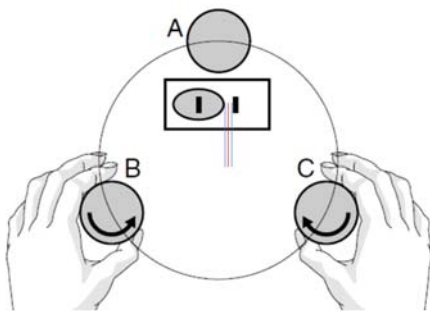


Figura 44: Corrigir metade do erro
Fonte: Adaptado de Nikon322

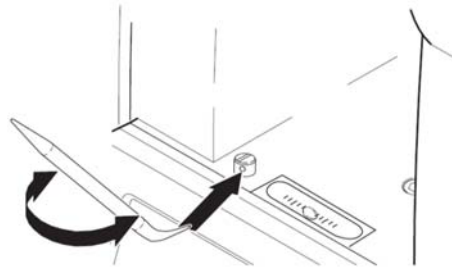


Figura 45: Ex. I do parafuso de ajuste
Fonte Geomax Zipp10pro



Figura 46: Ex. II do parafuso de ajuste
Fonte: Nikon 322

4.4.4. Nível Circular da Base Nivelante

Após a conferência do nível tubular, certifique-se que a estação total está bem nivelada. Caso o nível esférico da base nivelante não apresente a leitura centralizada, faz-se necessário ajustá-lo. Para efetuar este ajuste a bolha deve ter a leitura corrigida atuando nos parafusos de ajuste que normalmente estão presentes abaixo do nível esférico. Lembre-se ao afrouxar um parafuso você deve apertar os outros dois para que nunca a peça fique com folgas.

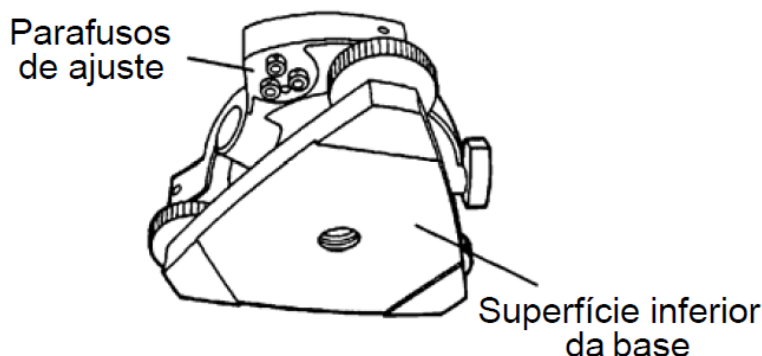


Figura 47: Ex. de local dos parafusos de ajuste da bolha circular na base nivelante
Fonte: TOPCON GTS210



Figura 48: Ex. de ajuste da bolha circular na base nivelante
Fonte: Nikon DTM322

4.4.5. Prumo Óptico / Laser

Com o instrumento firmemente instalado a aproximadamente 1,5 metros do chão, posicione um ponto demarcado no chão sob o prumo. Como o prumo óptico / Laser tem cerca de 2,5mm se o instrumento estiver instalado a 1,5m de altura, certifique-se que ao rotacionar lentamente 360° em torno do eixo principal do instrumento, o diâmetro da trajetória circular do prumo não ultrapasse 3mm.

Se estiver fora: corrija metade do erro com o auxílio dos parafusos calantes. E corrija a outra metade do erro utilizando a chave de ajuste, atuando nos parafusos.

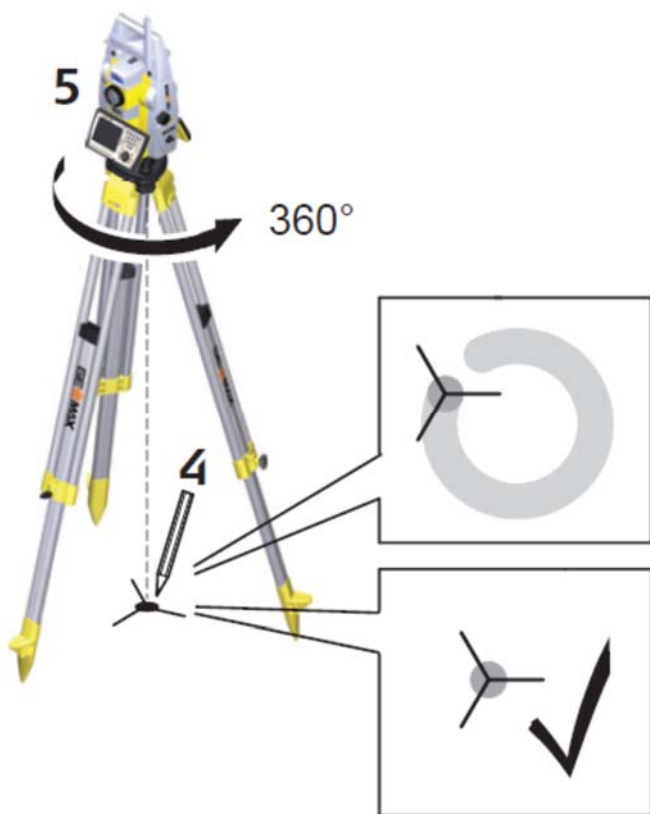


Figura 49: Esquema para ajuste do prumo
Fonte: Adaptado de Geomax Zoom90

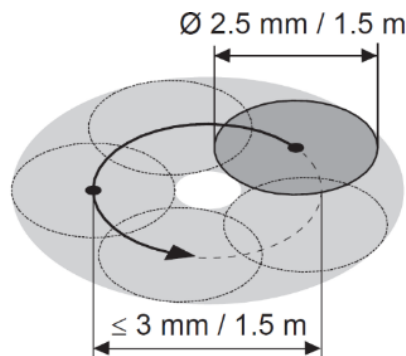


Figura 50: Movimento do prumo
Fonte: Geomax Zoom90



Figura 51: Ajuste do prumo
Fonte: Nikon DTM322

4.4.6. Nível do Bastão

Existem ao menos dois procedimentos de se fazer a verificação do nível circular do bastão. O primeiro é executado colocando um fio de prumo e, com auxílio de um tripé de bastão, nivelando o bastão paralelo ao fio de prumo. Caso não esteja nivelada, basta ajustar a bolha circular do bastão. A maior dificuldade deste método é manter o fio de prumo estável, ou seja, sem balançar. A

Figura 52 ilustra esse procedimento.

O segundo procedimento é realizado nivelando o bastão e o rotacionando em 180°. A bolha deve permanecer indicando que está nivelada. Caso contrário, corrija metade do erro com o bastão e a outra metade com os parafusos, de forma similar ao nível circular da base nivelante. Para manter o bastão estável faz-se necessário o uso de uma ponteira com rosca 5/8, para ser colocada na extremidade superior do bastão, pois desta



forma é possível fixá-la em um pequeno orifício no teto de uma edificação. A ponteira inferior do bastão pode se fixada em uma madeira que permita realizar pequenos ajustes, escorregando a madeira sobre o piso.

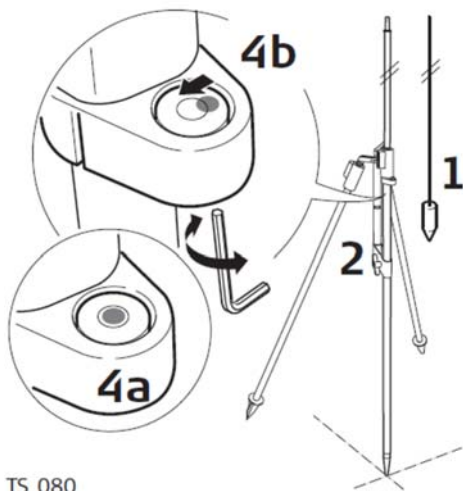


Figura 52: Ajuste da bolha do bastão

Fonte: Geomax Zoom90

4.4.7. Erros Angulares

Toda estação Estatal possui uma incerteza na medição angular. Esta incerteza, a precisão nominal angular, está referida a qualidade das medições quando o instrumento se encontra em boas condições de uso.

Na Figura 53 são descritos sucintamente os principais erros que podem afetar as medidas angulares, suas causas e como minimizar os seus efeitos.



Tipo de Erro	Causa	Minização de seu efeito
Erro devido a inclinação do eixo de colimação (ZZ)	Ocorre quando o eixo de colimação (ZZ) não é normal ao eixo horizontal (HH), propiciando assim existência do valor c que indica um erro de posição de um ponto quando a luneta é girada de 180°.	Realizando observações nas duas posições da luneta (PD e PI).
Erro devido a inclinação do eixo horizontal	Ocorre se o eixo horizontal desvia de um ângulo i do plano horizontal quando o eixo vertical está na vertical.	Realizando observações nas duas posições da luneta (PD e PI).
Erro devido a inclinação do eixo vertical	Ocorre quando este eixo não está precisamente na vertical.	Instalar novamente o equipamento sobre o ponto ou estação.
Erro de oscilação do eixo vertical	Proporciona um oscilação no eixo vertical e é detectado com auxílio de níveis precisos, ou autocolimador utilizando um espelho na parte superior do instrumento.	Realizando observações nas duas posições da luneta (PD e PI). Exceto se as pontarias forem muito inclinadas.
Erro de Excentricidade do eixo de colimação	Ocorre quando o centro da graduação do limbo não coincide com o eixo vertical, ou quando o eixo de colimação não é normal ao eixo vertical.	Realizando observações nas duas posições da luneta (PD e PI).
Excentricidade do limbo ou alidade	Este erro ocorre durante o processo de fabricação e montagem do teodolito. O ponto da rotação do limbo graduado é apenas geometricamente definido como o centro da graduação, mas não coincidem, e também são diferentes do centro de rotação do teodolito. Assim as leituras do limbo não correspondem à rotação do teodolito, e podem corresponder a um acréscimo ou decréscimo na leitura.	Realizando observações nas duas posições da luneta (PD e PI).
Erros de graduação do limbo	Produzido pela imprecisão durante o processo de gravação do limbo. Estes erros podem ser regulares ou irregulares, e também podem ser causados por grandes variações de temperatura (dilatação do limbo).	Realizando observações utilizando partes distintas do limbo e distribuídas adequadamente.

QUADRO 2.1 – ERROS QUE PODEM AFETAR AS MEDIDAS ANGULARES

FONTE: DEUMLICH (1982), KAHMEN e FAIG (1988) e MEDINA (1998).

Figura 53: Principais erros angulares em estações totais

Como podemos observar, a correta montagem do instrumento e a execução de leituras em posição direta (PD) e posição Inversa (PI), deveriam minimizar os erros angulares. As Equação 1e a Equação 2 apresentam a relação matemática entre as leituras de PD e PI e o erro instrumental. A tolerância para este teste é de 3x a PN do instrumento.

$$\varepsilon_{Ahoz} = PD + PI - 180^\circ$$

Equação 1

$$\varepsilon_{Aver} = 360^\circ - PD - PI$$

Equação 2

Somente após a verificação dos níveis da estação total podemos verificar a qualidade da medição angular da mesma. Este processo para ter valor de calibração ou aferição deve ser realizado em laboratórios apropriados, por técnicos especializados. No entanto uma verificação simples para saber se o equipamento está em boas condições se dá através do procedimento abaixo descrito:

Instale o tripé firmemente no solo, nivele rigorosamente o instrumento e ajuste o foco dos fios do retículo. Em PD vise um ponto bem definido pelo foco utilizado. Quanto mais distante estiver este ponto mais eficaz será a verificação. Anote as leituras do ângulo horizontal e do Ângulo vertical. Rotacione o instrumento e basculhe a luneta para efetuar as leituras em PI do mesmo ponto. Utilize as equações para verificar se o erro está dentro do permitido. Efetue 3 séries deste mesmo teste utilizando diferentes pontos a cada série. Se em todas as séries os valores estiverem dentro no esperado podemos dizer que a estação está em boas condições de uso.

4.4.8. Erros Lineares

4.4.8.1. Verificação do erro ótico do distanciômetro

Para verificar se os eixos do distanciômetro e do teodolito estão coincidentes, faça o seguinte procedimento: Mire no centro do prisma, e anote o ângulo horizontal. Mova o instrumento horizontalmente para esquerda até que o mesmo não consiga mais efetuar a medida da distância no prisma. Anote o ângulo horizontal neste ponto (E) e faça o mesmo procedimento para o lado direito. Para estar em bom estado o instrumento deve ter diferença igual entre o centro do prisma e o lado direito e o lado esquerdo. De forma muito semelhante devemos verificar se na vertical os resultados também são satisfatórios.



Figura 54: Processo de verificação do eixo ótico horizontal do distanciômetro.

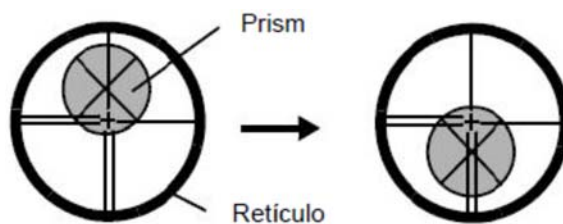


Figura 55: Processo de verificação do eixo ótico vertical do distanciômetro.

4.4.8.2. Verificação do eixo ótico do Ponto Laser

Verifique se o eixo ótico do ponto laser coincide com o eixo ótico do teodolito através dos seguintes passos: Através dos fios do retículo, colime o instrumento em um alvo previamente definido à pelo menos 10 metros de distância do instrumento. Ligue o ponto laser. Se o ponto laser não indicar a posição do eixo de colimação do telescópio com uma tolerância de 6mm em 10 metros é possível que o mesmo não esteja em boas condições de uso.

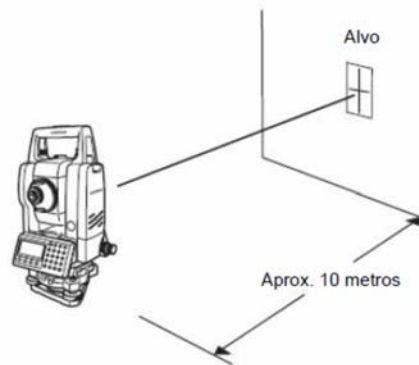


Figura 56: Processo de verificação do eixo ótico do ponto laser
Fonte TOPCON CTS3000

4.4.8.3. Erro de constante linear

Este erro tem fonte na incorreta posição do medidor eletrônico de distância MED no instrumento. Este erro é de difícil verificação, pois é facilmente confundido com outros problemas eletrônicos dos instrumentos e a incorreta utilização das correções ambientais e de projeção. Caso haja a observação de medidas incompatíveis ou não coerentes o instrumento deve ser levado a uma assistência técnica.



5. Levantamentos topográficos especiais

5.1. Levantamentos Expeditos

Segundo a NBR13.133/1994, trata-se de levantamento exploratório do terreno com a finalidade específica de seu reconhecimento, sem prevalecerem os critérios de exatidão.

O levantamento expedito, como o próprio nome sugere, consiste de operações rápidas de medida no campo; de precisão grosseira, tem apenas a finalidade de oferecer informações de caráter geral do terreno.

Um levantamento expedito utiliza instrumentos simples de medição de ângulos, como a bússola, e distâncias, as quais muitas vezes são contabilizadas a passo ou à fita.

Com estes dados iniciais é possível definir a equipe de trabalho, o equipamento a utilizar, a precisão das medidas, o método de levantamento a empregar, a duração e o custo dos trabalhos.

Em regiões extensas, o reconhecimento é feito utilizando-se aerofotos provenientes de recobrimento aerofotogramétrico

Atualmente muito realizado através do google maps.

5.2. Levantamentos Subterrâneos

Os cálculos dos levantamentos são semelhantes aos executados “em céu aberto”, porém com algumas adaptações, destacando-se o fato que em algumas vezes os pontos topográficos podem estar localizados no teto de uma galeria, por exemplo, ao contrário dos levantamentos tradicionais onde os pontos estão sempre no solo.

- Locação de poços, túneis ou galerias;
- Metrô, redes viárias;
- Controle de extração (questões de exploração fora dos limites de concessão);
- Galerias de serviços;
- Etc.

As condições de trabalho também podem ser inóspitas, com a presença de água ou poeira, ou mesmo túneis com uma altura tal que não seja possível trabalhar em pé.

O trabalho pode também ser realizado em lugares com movimentação de máquinas, vagonetes e outros equipamentos que podem atrapalhar o andamento normal de um levantamento. Em alguns casos pode não ser permitido o uso de equipamentos eletrônicos por questões de segurança (riscos de explosão, por exemplo). De fato, em determinados trabalhos há a necessidade de cuidados adicionais para não colocar vidas em risco.



Figura 57: Dificuldades enfrentadas em topografia subterranea
Fonte: Apostila UFPR



Figura 58: Exemplo de Topografia subterranea (1)
Fonte: Apostila UFPR



Figura 59: Exemplo de Topografia subterranea (2)
Fonte: Apostila UFPR



Figura 60: Exemplo de Topografia subterranea (3)
Fonte: Apostila UFPR

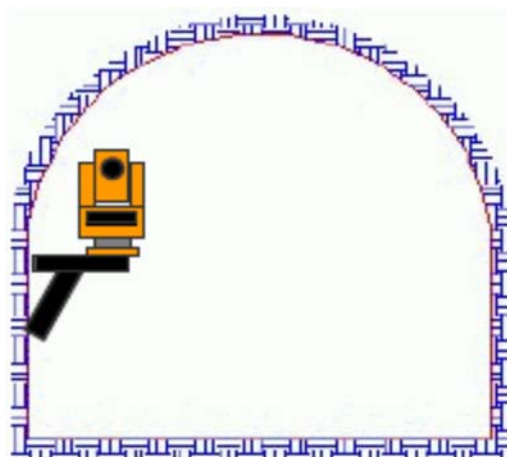


Figura 61: Exemplo de materialização de pontos na parede

Fonte: Apostila UFPR

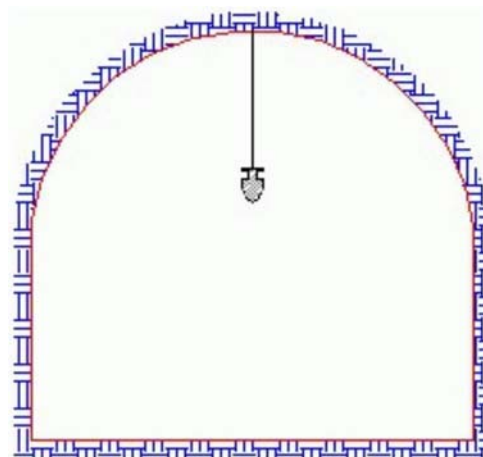


Figura 62 Exemplo de materialização de pontos no teto

Fonte: Apostila UFPR

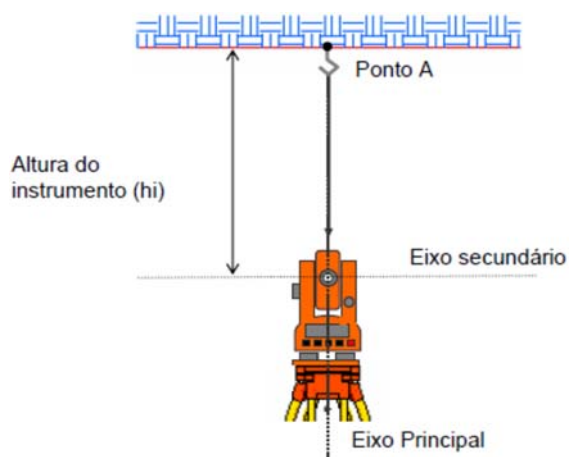


Figura 63 Exemplo de materialização de pontos na parede

Fonte: Apostila UFPR



Referência para
estacionamento do
teodolito (indicação do
eixo principal do
instrumento)

Figura 64: exemplos de centralização dos
instrumentos em pontos de teto

Fonte: Apostila UFPR

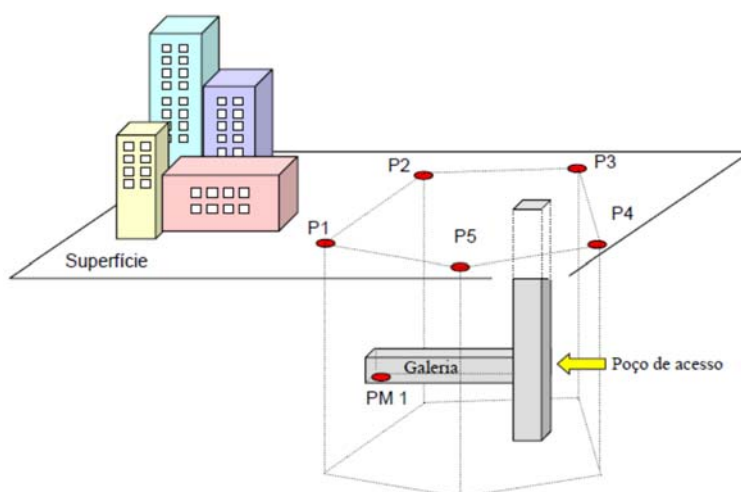


Figura 65: Sistema Tridimensional dos levantamentos subterrâneos.

Fonte: Apostila UFPR



5.3. Levantamentos Batimétricos

Tendo em vista a segurança da navegação, desenvolver a cartografia para trabalhos em áreas submersas sempre foi um desafio pelas próprias dificuldades inerentes.

No que se refere às cartas náuticas, algumas podem se tornar desatualizadas quanto às suas informações batimétricas devido à dinâmica dos sistemas hídricos, com ocorrência de processos de erosão e deposição em rios, lagos e áreas costeiras.

A integração de dados altimétricos entre a porção continental (altitudes) e oceânica (profundidades) é muito importante, sobretudo do ponto de vista cartográfico, por exemplo, na avaliação correta de riscos costeiros.



Figura 66: batimetria feita com estação total
Fonte: <http://www.wansteadpark.org.uk/news/lakes-bathymetric-survey-under-way/>



Figura 67: detalhe do porta prisma na batimetria.
Fonte: <http://www.wansteadpark.org.uk/news/lakes-bathymetric-survey-under-way/>



Figura 68: Batimetria apoiada com estação total robótica.
Fonte: <http://www.caintechltd.com/bathymetric-survey/>



Figura 69: Batimetria feita com estação total(2)

Fonte: http://www.erosionrestoration.com/before_you_call_us#.Wos2boPwbtQ



Figura 70 Batimetria feita com estação total e bote.

Fonte: http://www.erosionrestoration.com/before_you_call_us#.Wos2boPwbtQ

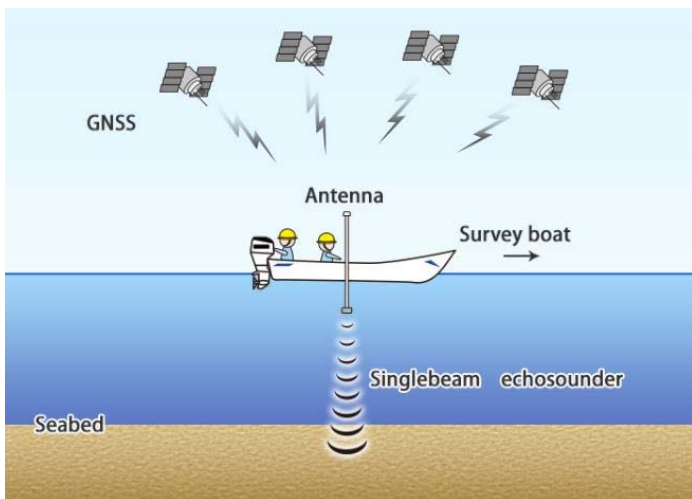


Figura 71: : Representação da batimetria mono-feixe

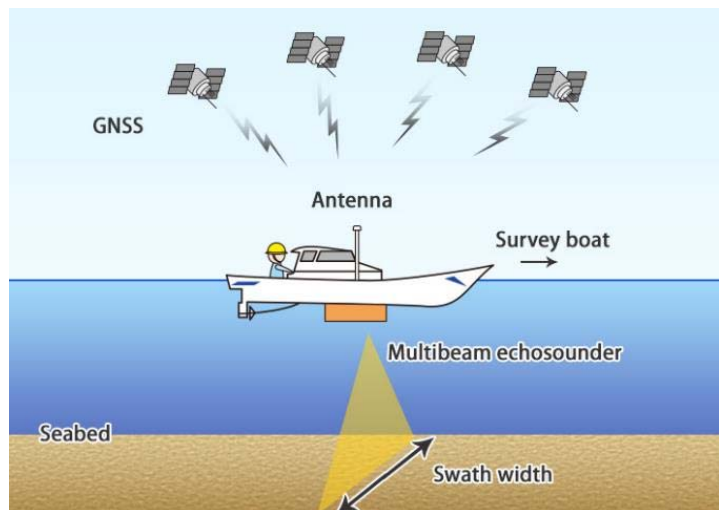


Figura 72: Representação da batimetria multi-feixe



Figura 73: Levantamento Batimétrico com pequeno bote

Fonte: <http://www.jafebust.com/batimetria.php>

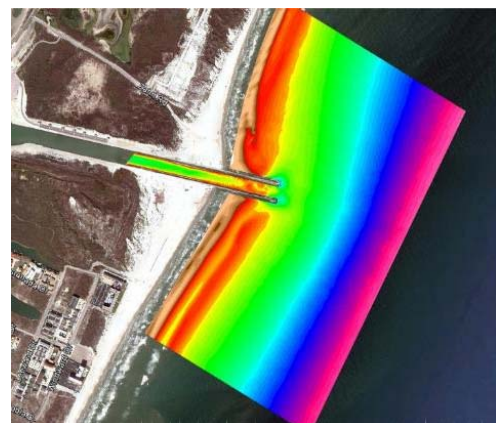


Figura 74: Mapa Ipsométrico da batimetria realizada.

Fonte: <http://www.naismithmarine.com/projects.html>



BIBLIOGRAFIA

ABNT, NBR 13133 (1994) Execução de Levantamentos Topográficos. Rio de Janeiro. **Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro, Brasil, 1994.**

VEIGA, Luis Augusto Koenig; ZANETTI, Maria Aparecida Z.; FAGGION, Pedro Luis. Fundamentos de topografia. **Universidade Federal do Paraná, 2012.**

SILVA, Irineu da; SEGANTINI, PCL. Topografia para Engenharia-Teoria e Prática de Geomática. **Rio de Janeiro, 2015.**