

APOSTILA – TOPOGRAFIA PRÁTICA

1. INTRODUÇÃO A TOPOGRAFIA

O verdadeiro nascimento da topografia veio da necessidade de o homem ter conhecimento do meio em que vive. Este desenvolvimento ocorreu desde os primeiros mapas elaborados por civilizações antigas, que tinham o intuito de representar o local onde deveriam caçar ou para onde se deslocar e mais adiante com a navegação, as guerras, ou seja, próprio instinto de sobrevivência do ser humano o levou a expansão da topografia.

1.1. O que é Topografia?

A definição de Topografia parte da própria palavra, a qual é derivada de duas palavras gregas, sendo elas “*topos*” que significa lugar e “*graphen*” que denota descrição, ou seja, a descrição de um lugar.

“A Topografia tem por finalidade determinar o contorno, dimensão e posição relativa de uma porção limitada da superfície terrestre, sem levar em conta a curvatura resultante da esfericidade terrestre.” ESPARTEL (1987).

1.2. Mas para que serve a Topografia?

Basicamente, além de ser considerada uma ciência (quando aliada a Geodésia), a topografia tem sua finalidade e aplicabilidade em diversas áreas de estudo como, por exemplo, estudos e levantamentos desenvolvidos por geólogos, geofísicos, engenheiros, arquitetos, agrônomos e etc. Isso em virtude de que tudo o que executamos em superfície esta vinculado a como se encontra a superfície e dessa forma como devemos representá-la em nossos trabalhos e projetos.

1.3. Diferença entre Geodésia e Topografia:

Ambos utilizam quase que os mesmos métodos de mapeamento e também os equipamentos, daí a facilidade de confundirmos as mesmas. Podemos dizer que a topografia é mais restrita quando nos referimos a dimensão da área a ser mapeada, pois esta tem por finalidade levantamentos realizados em áreas de raio com até 30 km. Já a geodésia tem como objetivo o mapeamento áreas maiores dessa mesma superfície e a diferença esta ai, pois

quando os levantamentos estão relacionados a grandes porções de terra passa a influenciar as deformações do planeta como um todo.

1.4. Como se desenvolve a topografia?

A topografia é a descrição mais próxima do real que podemos fazer de uma área, sendo assim um levantamento topográfico consiste basicamente da obtenção de dados no campo, levantamento topográfico, e posteriormente do serviço de escritório, tratamento dos dados e desenvolvimento da planta topográfica, que vem a ser a projeção dos dados coletados em papel.

1.5. Divisão dos levantamentos topográficos:

1.5.1. Levantamento PLANIMÉTRICO – é aquele em que são adquiridos em campo, leituras de ângulos e distâncias, afim de que possamos determinar pontos e feições do terreno que serão projetados sobre um plano horizontal de referência através de suas coordenadas X e Y (representação bidimensional), e,

1.5.2. Levantamento ALTIMÉTRICO – desenvolvido a partir da tomada de ângulos e/ou distâncias com o objetivo de determinar as feições morfométricas do terreno em questão, estando relacionados a um plano de referência vertical ou de nível através de suas coordenadas Z vinculadas às X e Y (representação tridimensional), como em um perfil topográfico por exemplo.

1.5.3. Quando nos referimos ao conjunto de métodos e sendo assim o conjugado de dados adquiridos (planimétricos e altimétricos), abrangemos as duas espécies de levantamentos citados anteriormente (planimetria e altimetria) e a este é dado o nome de TOPOMETRIA, comumente citada como PLANIALTIMETRIA.

Com os dados de um levantamento planialtimétrico se faz possível o desenvolvimento de outra área de estudo, sendo ela a TOPOLOGIA, que se dedica ao aprendizado e descrição morfológica das formas de superfície terrestre (se a superfície estudada é fluvial, lacustre ou marinha, passa-se a utilizar a topobatimetria).

1.6. Quando se utilizar cada um dos métodos de levantamentos?

O tipo de trabalho a ser desenvolvido é o que baliza qual a forma de levantamento que será utilizado, por exemplo, em situações onde é necessária apenas uma delimitação de área de um local, só é necessário o desenvolvimento de um levantamento planimétrico, mas em

situações onde se precisa conhecer o desnível do terreno, por exemplo, já se emprega a planialtimetria.

1. SISTEMAS DE COORDENADAS

O posicionamento de um ponto relacionado à determinado referencial nada mais é do que determinar coordenadas àquele ponto. Em topografia são utilizados basicamente dois tipos de sistemas que permitem se atribuir coordenadas que não apresentam tanta disponibilidade para equívocos quanto a isto. São eles o Sistema de Coordenadas Cartesianas ou Retangulares e o Sistema de Coordenadas Geográficas.

2.1. Coordenadas Cartesianas: Podem representar pontos no espaço de maneira bidimensional ou tridimensional.

2.1.1. Quando bidimensional, o sistema se dá de forma que é constituído por dois eixos, o X e o Y, ortogonais em um plano, de forma que o par coordenado (x,y) permite saber onde se encontra o objeto ou localidade de determinado ponto.

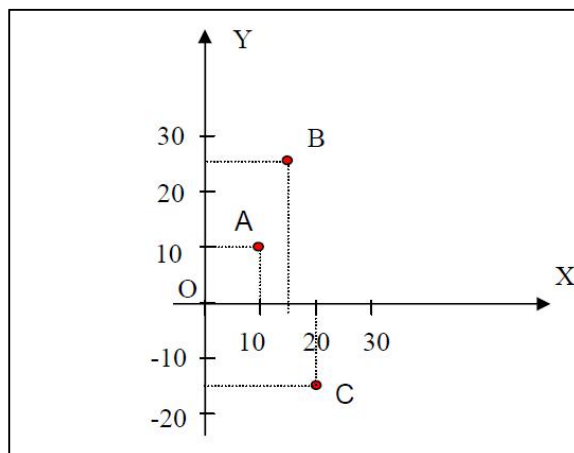


Figura 2. 1 - Representação de pontos no sistema cartesiano bidimensional. Extraído de VEIGA, LUIS A.K.; ZANETTI, MARIA A.Z.; FAGGION, PEDRO L. – FUNDAMENTOS DE TOPOGRAFIA, 2007.

2.1.2. Já para o sistema tridimensional, além das coordenadas X e Y ainda acrescenta-se a Z, formando um conjunto de três eixos todos perpendiculares entre si. A posição agora é definida pelas coordenadas retangulares (x,y,z).

Ainda os sistemas de coordenadas podem ser classificados como dextrogiro ou levogiro, sendo estes definidos em função do observador. Esses sistemas são entendidos e visualizados da seguinte forma; o observador se posiciona no eixo Z e olha para o eixo X, se ao girar 90° para a esquerda o observador encontrar o eixo Y é dextrogiro, se ao girar 90° para a direita o observador encontrar o eixo Y é levogiro, de acordo com a figura a seguir (Figura 2.2).

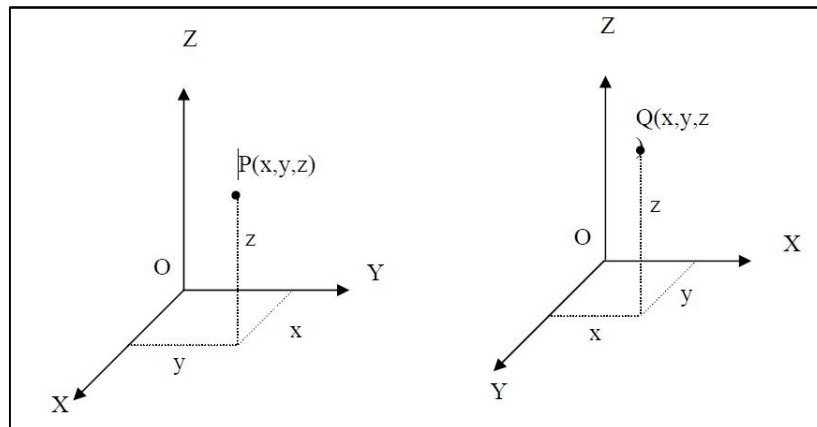


Figura 2. 2 - Sistemas de coordenadas cartesianas dextrogiro e levogiro. Extraído de VEIGA, LUIS A.K.; ZANETTI, MARIA A.Z.; FAGGION, PEDRO L. – FUNDAMENTOS DE TOPOGRAFIA, 2007.

2.1.3. Coordenadas UTM: baseada em um tipo de projeção cilíndrica, a qual é conhecida por UTM (*Universal Transversa de Mercator*). A projeção de pontos ao redor da Terra se dá quando o ponto requerido é projetado sobre um cilindro o qual circunda o globo tangenciando-o na linha do Equador. Divide a projeção em 60 arcos de 6° ($60 \times 6^\circ = 360^\circ$), representando cada um dos 60 arcos um fuso, o qual é representado a seguir (Figura 2.3).

Essas coordenadas assumem valores que partindo do equador vão de 10.000 km (10.000.000 m) a 0 no polo, para norte e para sul.

Para leste e oeste possuem variações dentro de cada fuso, partindo do meridiano central de cada um 500 km (500.000 m) no centro variando para leste até mais ou menos 700 km (700.000 m) e para oeste mais ou menos 100 km (100.000 m), quando tomado de forma global.

Assim como cada faixa longitudinal possui um número (1 a 60) as faixas de latitudes possuem letras para que se possa diferenciá-las, sendo que estas vão de C a X, do polo sul para o polo norte respectivamente, sendo representadas estas divisões na figura de número 2.4, a seguir.

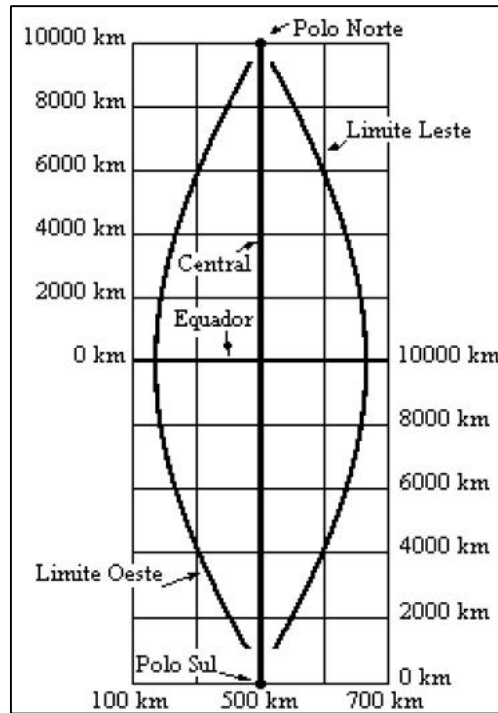


Figura 2. 3 – Representação de um fuso com as distâncias médias. Extraído de BRANDALIZE, M.C.B. 2008.

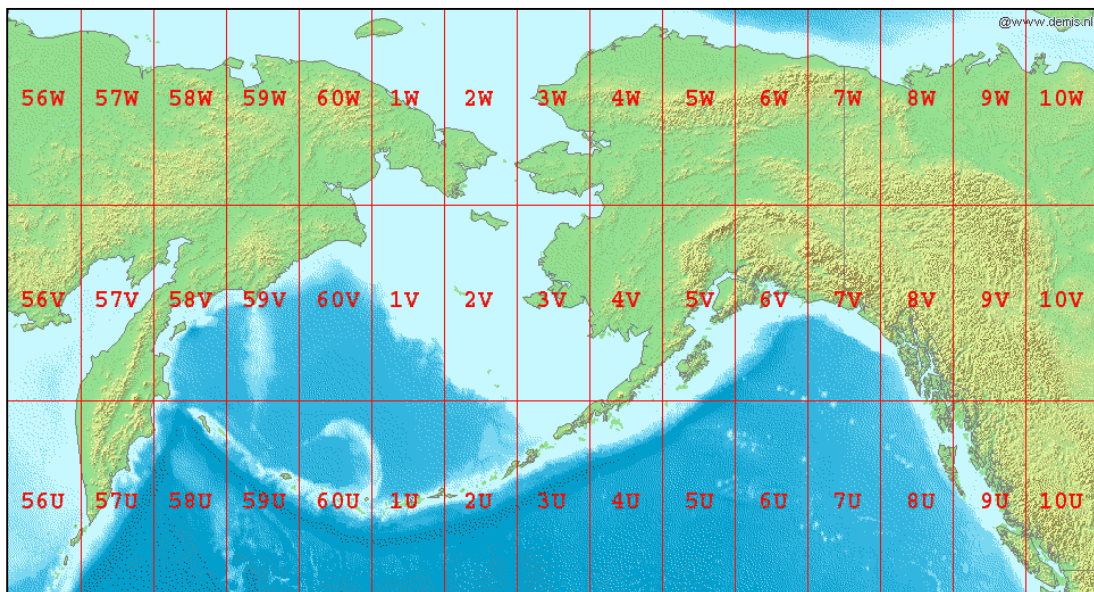


Figura 2. 4 – Imagem representativa do mar de Bering com as zonas representadas. Fonte: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:LA2-Bering-Sea-UTM-zones.png>

2.2. Coordenadas Geográficas: Aquelas divididas em latitude e longitude.

2.2.1. A latitude, representada pela letra (φ), corresponde ao ângulo que se forma entre a linha do equador e os polos, admitindo valores que vão de 0° a 90° , sendo estes positivos no hemisfério norte e negativos no hemisfério sul, dessa forma abrangendo um intervalo que parte de -90° até $+90^\circ$.

2.2.2. Para longitude, a qual se representa pela letra (λ), corresponde ao ângulo que é descrito entre o meridiano de referência (observatório de Greenwich) e o do lugar pretendido, admitindo valores que giram de -180° até $+180^\circ$, sendo esta variação positiva para leste e negativa para oeste.

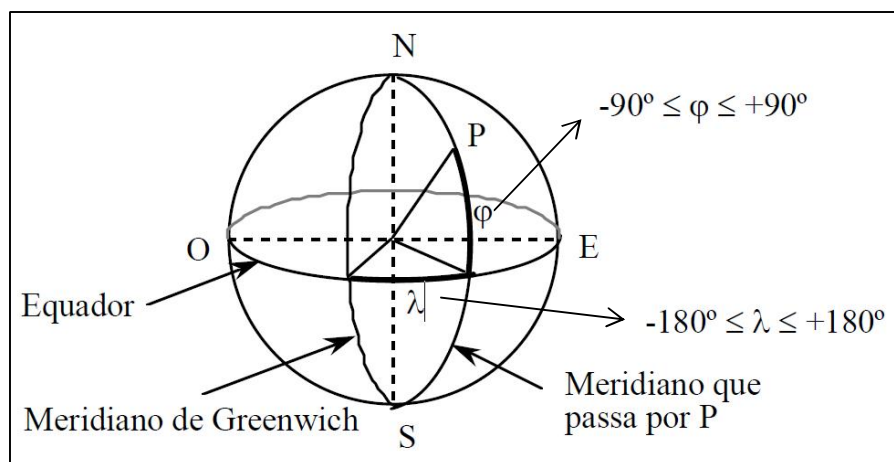


Figura 2. 5 – Representação esquemática das coordenadas geográficas de um ponto P. Extraído e adaptado de FONTE, CIDÁLIA COSTA – Textos de apoio de Topografia, Engenharia Civil – Departamento de Matemática, FCTUC, Universidade de Coimbra;

2.3. Coordenadas Esféricas:

2.3.1. Representa qualquer ponto no espaço tridimensional a partir de relações entre a distância r , e os ângulos α e β . A letra r representa a distância entre a origem e o ponto de interesse, o ângulo α a abertura angular contida no plano (x,y) e o ângulo β é aquele formado entre a reta que liga a origem ao ponto e sua projeção no plano (x,y) . Ficando dessa forma as coordenadas esféricas do ponto determinadas por (r,α,β) , assim como representado na ilustração a seguir (Figura 2.6).

Ainda VEIGA, L.A.K.; ZANETTI, M.A.Z.; FAGGION, P.L. em 2007, citam (TORGE, 1980, p.16), de forma que se supõe o sistema de coordenadas esféricas aplicado

sobre um de coordenadas cartesianas. Ficando um ponto R que quando determinado de forma cartesiana possui coordenadas (x,y,z) , sendo representado por coordenadas esféricas (r,α,β) , e ao se relacionar dois sistemas obtidos pelo vetor direcional têm-se em (2.1):

$$\begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} = r \begin{bmatrix} \cos \beta \cos \alpha \\ \cos \beta \sin \alpha \\ \sin \beta \end{bmatrix} \quad (2.1)$$

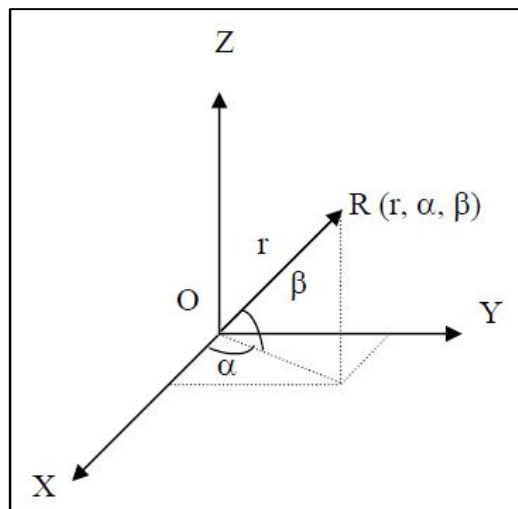


Figura 2. 6 – Sistema de coordenadas esféricas sobre sistema cartesiano, com a representação do ponto R.
Adaptado de VEIGA, LUIS A.K.; ZANETTI, MARIA A.Z.; FAGGION, PEDRO L. – FUNDAMENTOS DE TOPOGRAFIA, 2007.

3. MODELOS TERRESTRES

Os trabalhos e estudos desenvolvidos com relação a morfometria terrestre estão todos baseados em modelos preexistentes do nosso planeta, sendo que cada um desses modelos aborda e descreve a Terra de uma forma diferente. Esses modelos são baseados em características e pontos diferentes, o que fez com que cada um tivesse sua peculiaridade e aplicabilidade. Os modelos encontrados hoje são em número de quatro, sendo eles, os modelos Esférico, Elipsoidal, Geoidal e o Real, descritos a seguir.

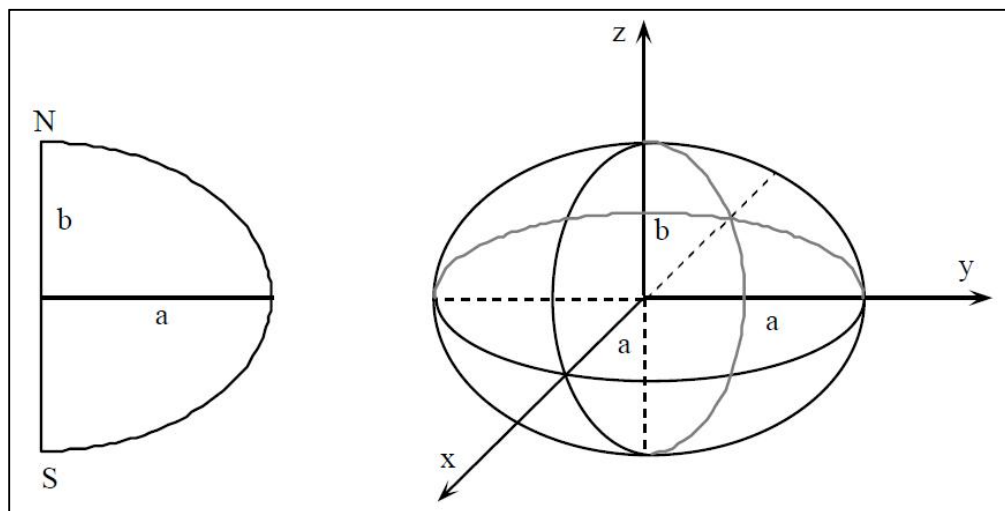
Modelo Esférico: é o mais simples de todos e representa a Terra como uma esfera. Sem representar as feições de forma realista, é o mais deformado de todos os modelos.

Modelo Elipsoidal: é o mais frequentemente utilizado e representa a Terra através de um elipsoide de revolução acrescido de deformações para melhor representação.

São diversos os elipsoides existentes e dentre eles estão o de Bessel (1841), Clarke (1858), Hayford (1909), o Internacional 67 (1967) e o WGS-84, sendo que as cartas que eram desenvolvidas no Brasil no período que abrange os anos de 1920 até 1980 baseavam-se no elipsoide de Hayford. A partir daí, passaram a ser desenvolvidas cartas baseadas nos parâmetros desenvolvidos pelo GRS 67 (Geodetic Reference System – 1967) ou o Internacional 67, o qual traz conceitos como DATUM, a , b , e f .

De forma que DATUM é um sistema de referência utilizado para que haja uma padronização dos resultados de um levantamento topográfico, sendo que existem dois tipos de DATUM o vertical e o horizontal. O vertical relacionado a uma superfície de nível utilizada para que se desenvolva a correlação entre altitudes relacionadas a determinado local na superfície terrestre. Já o horizontal, é utilizado para que se referenciem posições tomadas sobre a superfície terrestre e definidas por coordenadas geográficas. A letra “ a ” traz um valor em metros o qual representa o semi-eixo maior do elipsoide, a letra “ b ” o semi-eixo menor do elipsoide e “ f ” é a razão entre (“ a ”-“ b ”) dividido por “ a ” e dá um valor conhecido como o achatamento do elipsoide de revolução.

Dessa forma, podem-se entender os semieixos “ a ” e “ b ” mais facilmente na figura e tabela apresentadas abaixo.



ELIPSÓIDE	SEMI-EIXO MAIOR (a)	SEMI-EIXO MENOR (b)	ACHATAMENTO $\frac{a-b}{a}$
Bessel (1841)	6377397	6356079	1/299
Clarke (1866)	6378301	6356584	1/294
Hayford (1909)	6378388	6356912	1/297
Internacional 1967	6378160	6356776	1/298,25
WGS-84	6378137	6356752,31425	1/298,257223563

Modelo Geoidal: é definido basicamente como sendo a figura ou representação do campo de gravidade da superfície terrestre. Este modelo é dado por uma superfície equipotencial do campo de gravidade do planeta Terra e coincide com o nível médio dos mares, mas não encontramos somente nos mares, de forma que o mesmo se estende por porções de terra.

Como acompanha a distribuição de massas do planeta, o modelo se apresenta irregular com variações e de forma ondulada, ao passo que esta ondulação fica em torno dos 30 metros em relação ao elipsóide de referência.

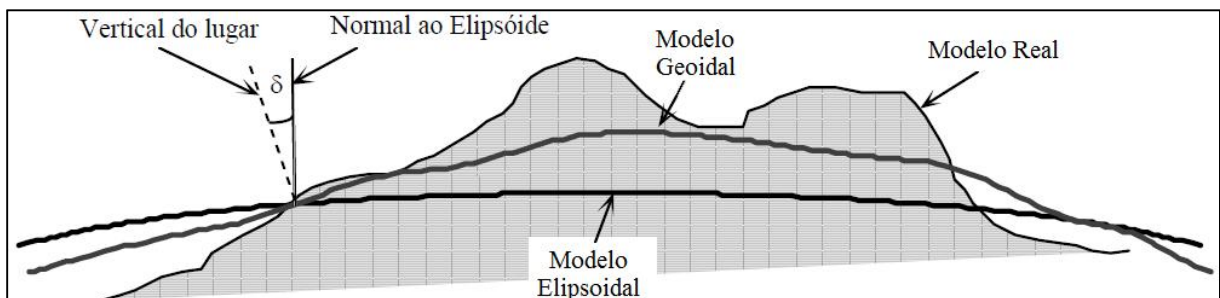


Figura 3. 1 – Representação dos modelos Elipsoidal, Geoidal e Real e do ângulo δ , o qual representa a diferenciação entre retas normais traçadas sobre os modelos apresentados.

Modelo Real: é aquele que descreveria o planeta Terra de forma precisa e sem erros. Contudo é somente teórico, uma vez que ainda não se conseguiu elaborar um modelo matemático que pudesse ser representativo a este ponto.

Isto tendo em vista que as irregularidades do planeta são muito acentuadas.

4. TRIGONOMETRIA

A trigonometria é uma importante ferramenta matemática para o entendimento da topografia. É muito antiga a história e o desenvolvimento da trigonometria que vem desde o século XV a.C. Tomando em 150 d.C. com Ptolemeios, usos para a determinação de latitudes e longitudes de cidades ou outros pontos geográficos localizados nos mapas daquela época.

Para melhor entendimento da trigonometria, vamos relembrar algumas propriedades sobre triângulos, ângulos e distâncias. Podemos citar basicamente propriedades relacionadas aos ângulos opostos por um vértice, ângulo determinados pelo corte de duas paralelas por uma transversal, e a soma dos ângulos internos de um triângulo. Ainda outros conhecidos, sendo eles o teorema de Pitágoras, definições de seno cosseno e tangente, cálculo de área de um triângulo e ainda as fórmulas (ou leis) do seno e cosseno.

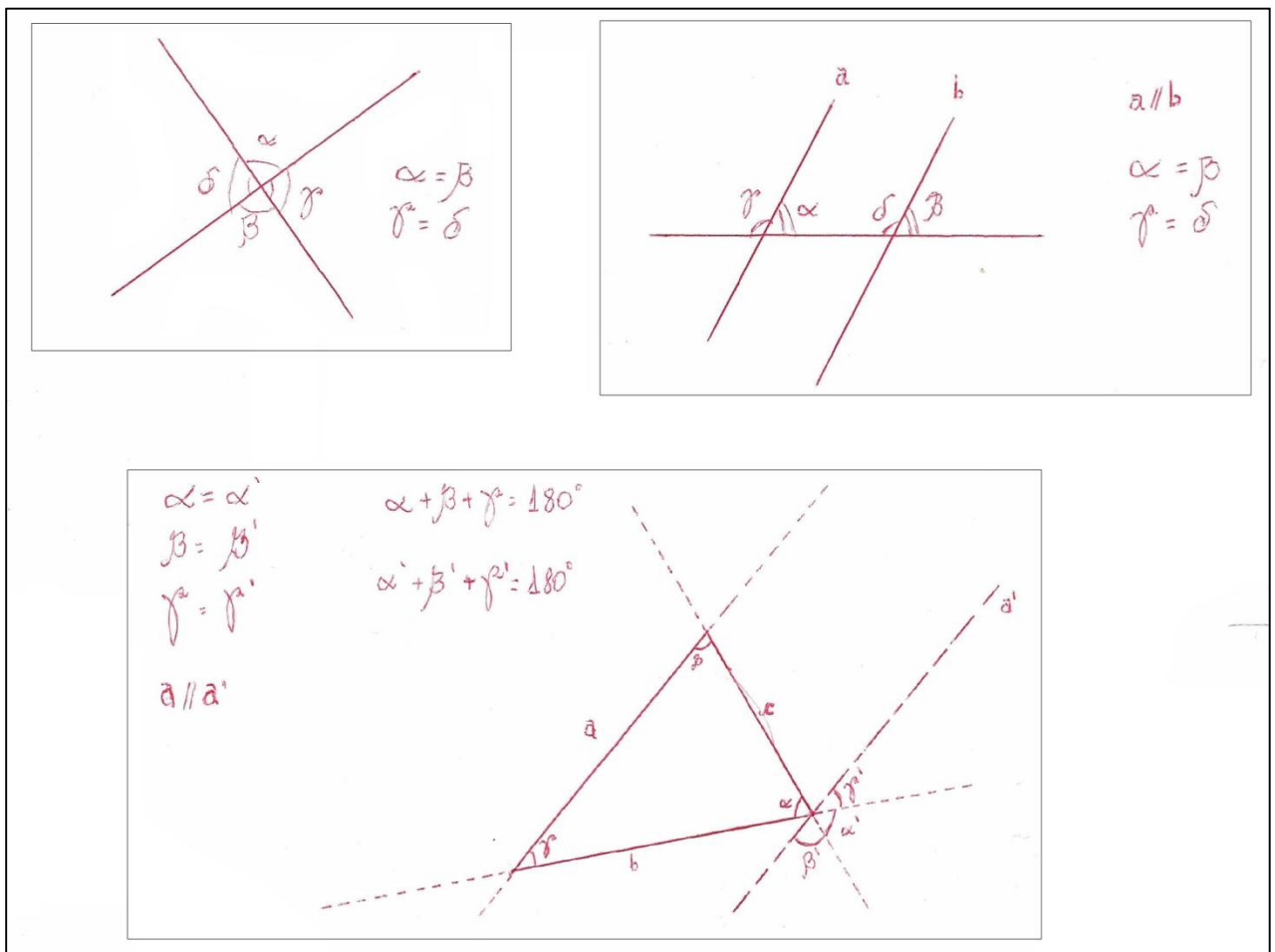


Figura 4. 1 – Relações entre ângulos, retas e somatório dos ângulos internos de um triângulo.

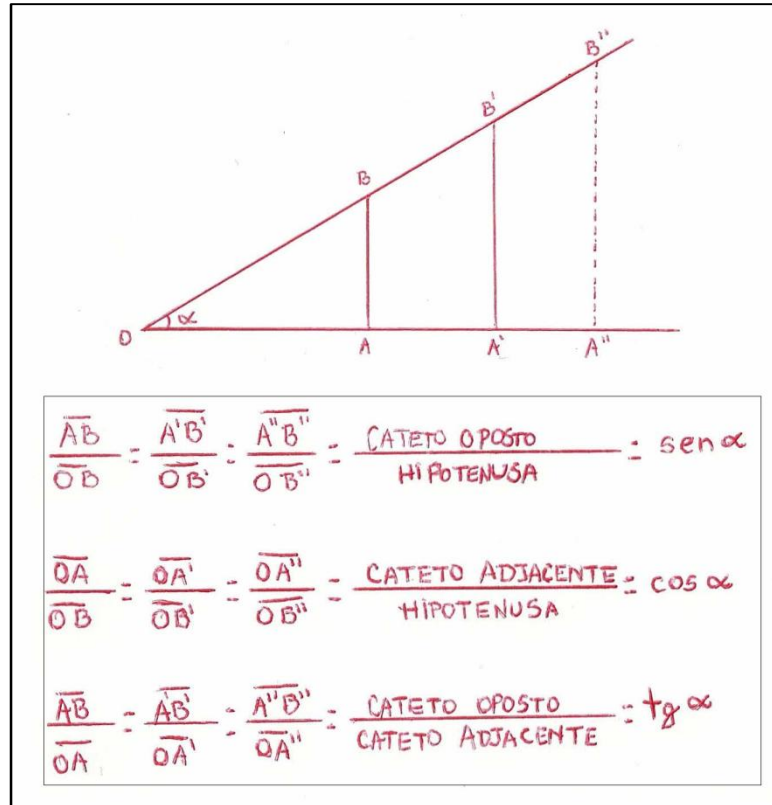


Figura 4. 2 – Definições de seno, cosseno e tangente.

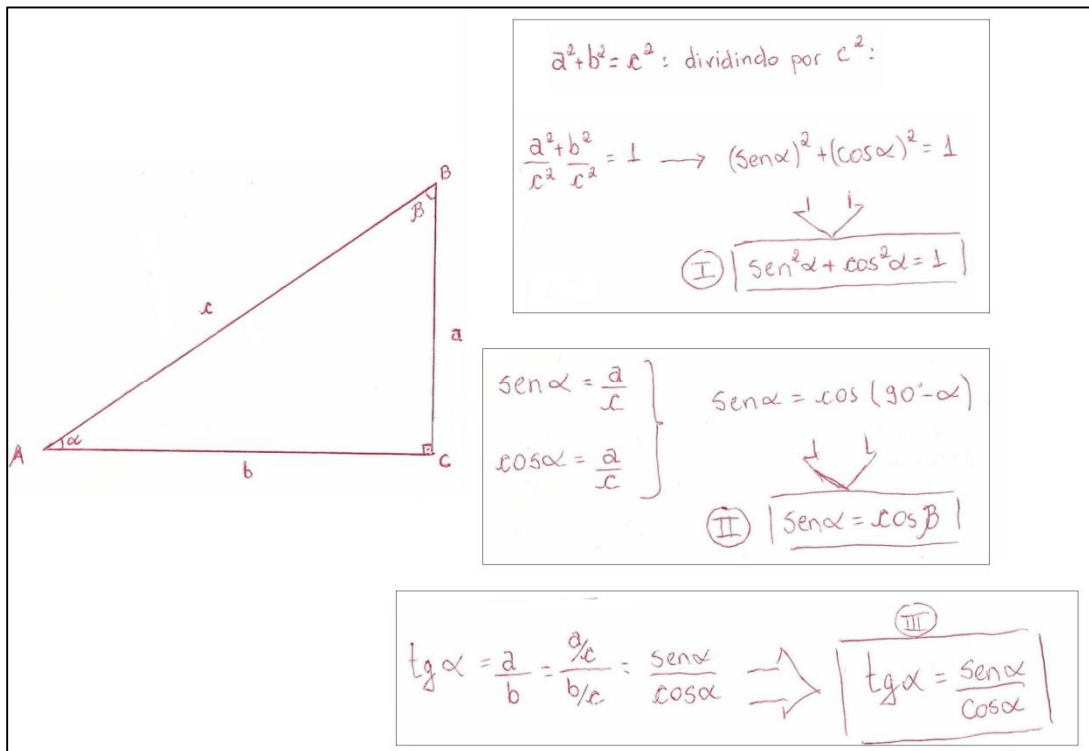


Figura 4. 3 – Relações trigonométricas elementares.

Fórmula (Lei) dos Senos

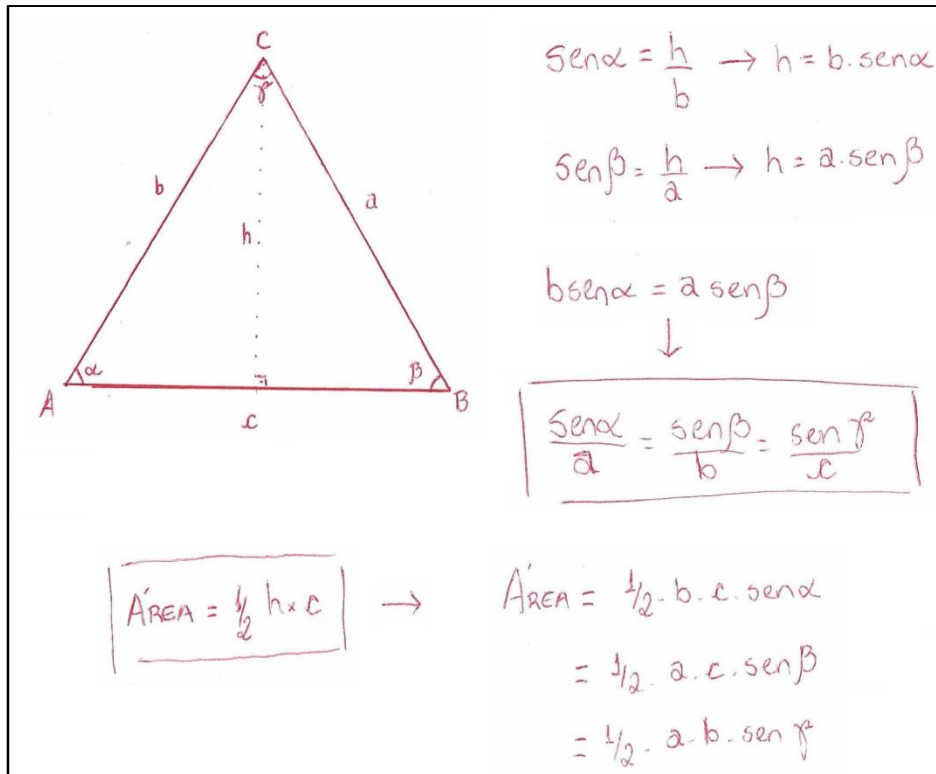


Figura 4. 4 – Fórmula (Lei) dos Senos.

Fórmula (Lei) dos Cossenos

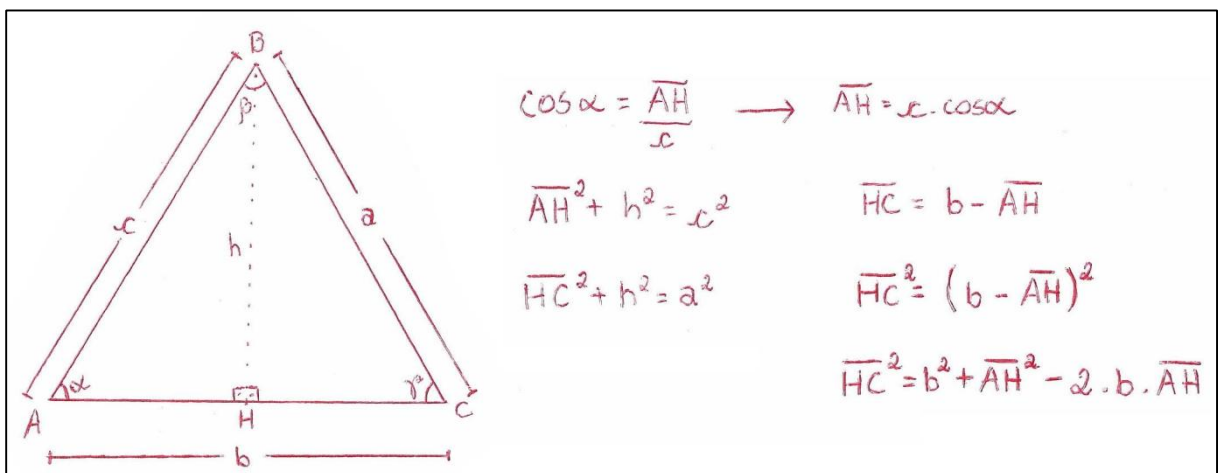


Figura 4. 5 – Representação de um triângulo com algumas relações trigonométricas.

Realizando-se a dedução apresentada abaixo obtém-se fórmulas para encontrar lados e ângulos de um triângulo.

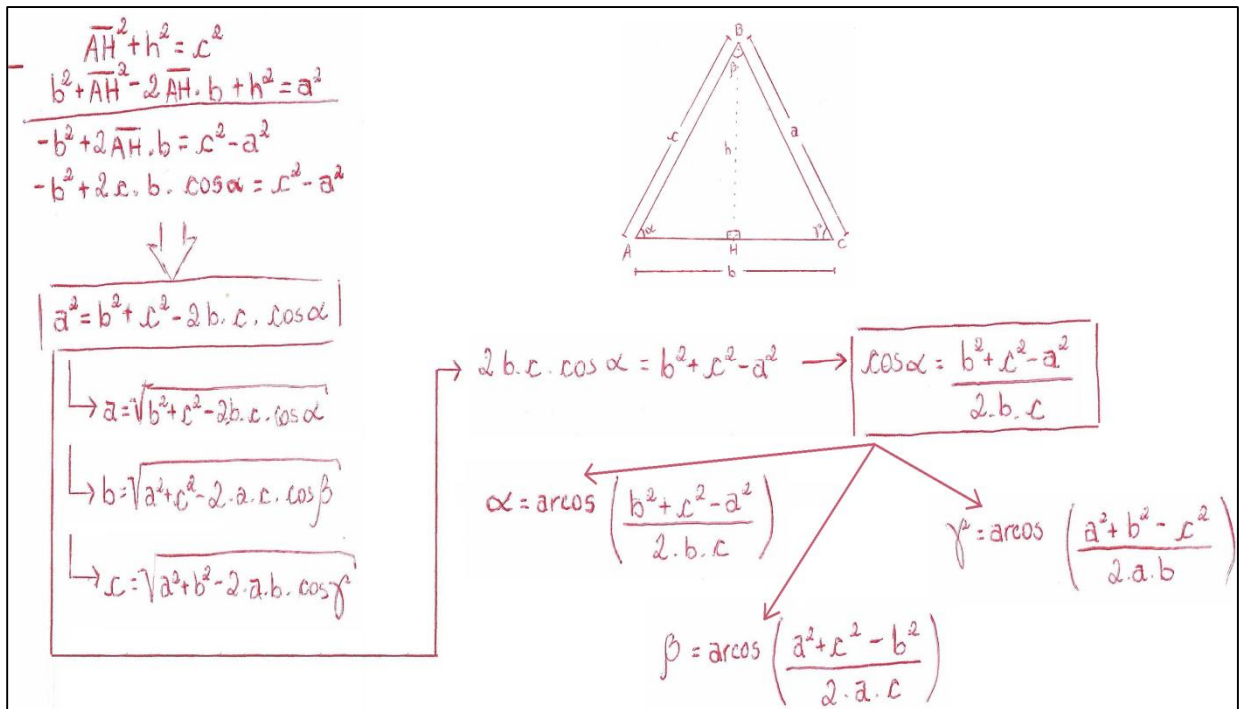


Figura 4. 6 - Dedução para a obtenção da fórmula/lei dos cossenos.

5. POSSÍVEIS ERROS NA TOPOGRAFIA

O erro em um trabalho topográfico é algo com o qual se está sempre lidando, uma vez que por melhores que sejam os equipamentos, o operador e os ajudantes este sempre existe.

A natureza do problema pode ter três origens principais, o equipamento, o erro humano e o natural.

Erro do equipamento: ocorre por imperfeições do equipamento, falta de aferição ou simplesmente pelo erro intrínseco e limitações que as tecnologias oferecem;

Erro humano: dentre todos é o pior e se dá por desleixo ou incapacidade, está relacionado a leituras erradas, aparelho fora de nível, batidas nos instrumentos, dentre outros semelhantes.

Erro natural: gerados por fatores atmosféricos como vento, chuva, temperatura, variações de pressão, são erros que raramente se consegue evitar.

Assim dentre esses os erros, o de equipamento e o natural, são aqueles em que se consegue administrar medidas para a diminuição dos mesmos. Já o erro humano é inadmissível, pois é praticamente impossível o rastreamento do mesmo e também sua correção.

Dessa forma, é normal quando vai se realizar um serviço de topografia alguns passos principais que precisam ser seguidos, sendo eles:

- (1°) Tomar conhecimento da área de trabalho/estudo;
- (2°) Qual o tipo de serviço que deve ser executado;
- (3°) Utilizar uma caderneta de campo para eventuais anotações ou descrições que precisem ser feitas;
- (4°) Adquirir informações com o proprietário ou moradores do local (se possível);
- (5°) Quais equipamentos são necessários para o desenvolvimento do trabalho;
- (6°) Executar o levantamento com excelência, visando atingir a descrição mais próxima do real que seja possível;
- (7°) Realizar o trabalho visando à otimização o tempo despendido para a execução do mesmo;
- (8°) Utilizar o software adequado para o tratamento dos dados em escritório;
- (9°) Apresentar o trabalho da melhor forma possível e de fácil compreensão.

Contudo, além desses passos apresentados o objetivo principal do curso é o desenvolvimento inovador e diferenciado da prática da topografia.

6. NOÇÕES DE NORTE, AZIMUTE E RUMO

A topografia e outras áreas afins lidam com um problema recorrente que é a diferenciação e variação do Norte, que está relacionada aos ângulos de orientação utilizados, e a mudança constante em que se encontram o Norte Magnético (NM) do Norte Verdadeiro (NV). Para tal, a localização de um levantamento a ser executado, deve estar relacionada de forma correta ao alinhamento Norte-Sul, assim, deve-se salientar o seguinte conhecimento sobre este assunto, o qual Maria Cecília Bonato Brandalize descreve em sua apostila sobre topografia da PUCPR.

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).

Ainda, os ângulos necessários para orientação em topografia, são denominados de Azimute e Rumo.

Os ângulos de azimute são contados usualmente a partir do norte (podendo ser a partir do sul também) e descrevem 360° tanto para a direita (sentido horário) quanto para a esquerda (sentido anti-horário). O usual é o sentido horário.

6.1. Azimute Verdadeiro: é o ângulo descrito entre o alinhamento desenvolvido no levantamento e o meridiano verdadeiro. De maneira usual, este ângulo é determinado a partir do sol ou até mesmo das estrelas, contudo atualmente é principalmente determinado com o auxílio de equipamentos de GPS.

6.2. Azimute Magnético: é o ângulo descrito entre o alinhamento desenvolvido no levantamento e o meridiano magnético. Utiliza-se uma bússola devidamente declinada para a obtenção deste ângulo.

Os ângulos de rumo são contados a partir do norte e do sul, para a esquerda e para a direita descrevendo até 90° , e podem estar acompanhados do quadrante em que se encontram (NE, NO, SE, SO).

6.3. Rumo Verdadeiro: é o ângulo obtido a partir do azimute verdadeiro, sendo calculado através de operações básicas de trigonometria.

6.4. Rumo Magnético: é o menor ângulo descrito obtido a partir do meridiano magnético nas direções norte e sul, este é definido pela bússola.

A seguir, duas figuras para ilustrar ambas as situações de azimute e rumo, respectivamente.

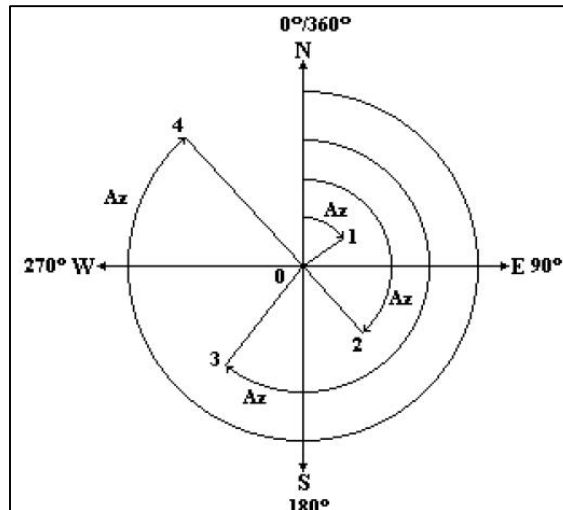


Figura 6. 1 – Definição do azimute a partir do norte. Extraído de BRANDALIZE, MARIA CECÍLIA BONATO – Topografia.

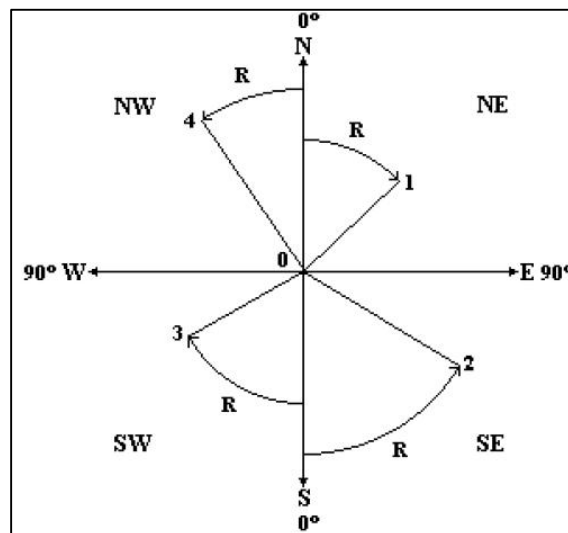


Figura 6. 2 – Definição de rumo a partir do norte e do sul. Extraído de BRANDALIZE, MARIA CECÍLIA BONATO – Topografia.

Assim, com base nas figuras acima Maria Cecília Bonato Brandalize apresenta em sua apostila sobre topografia da PUCPR, o seguinte quadro relacionando os valores de Azimute (para a direita) e rumos.

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

Figura 6. 3 – Quadro relacionando azimutes (p/ direita) e rumos. Extraído de BRANDALIZE, MARIA CECÍLIA BONATO – Topografia.

Ainda, azimute e rumor podem estar relacionados ao Norte de Quadricula (NQ), sendo este o norte em uma carta topográfica. Esta relação pode ocorrer com os valores verdadeiros ou magnéticos.

7. MÉTODOS PARA REALIZAÇÃO UM LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO

A realização de levantamentos topográficos e aquisição de dados desenvolvida se dão basicamente por três determinados métodos, sendo eles, por irradiação, por intersecção e por caminhamento.

7.1. Levantamento por Irradiação: é utilizado em situações em que não há grande diferença de nível na área de interesse. Ainda deve se ter um ponto, dentro ou fora da área demarcada, onde seja possível visualizar todos os pontos a serem levantados, ou seja, aqueles que definem a área ou terreno.

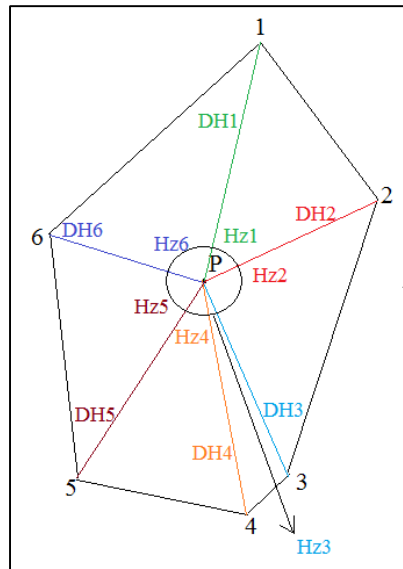


Figura 7. 1 – Exemplo de um levantamento por irradiação a partir do ponto P.

7.2. Levantamento por Intersecção: utilizado quando em situações com terreno muito acidentado. Consiste no fato de que é preciso ter dois pontos de onde se realiza o levantamento, primeiramente formando uma base entre eles e medindo-se a distância e depois disto são tomadas as leituras de ângulos e distâncias que forem necessárias para a execução do trabalho.

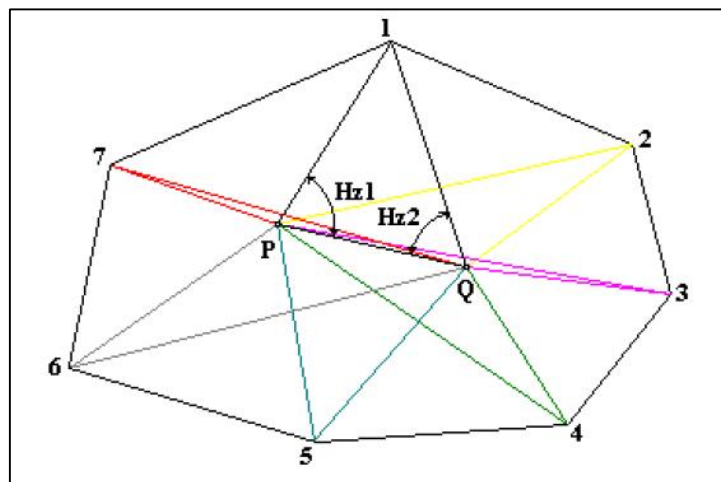


Figura 7. 2 – Exemplo de levantamento por intersecção, baseado nos pontos P e Q. Extraído de BRANDALIZE, MARIA CECÍLIA BONATO – Topografia.

7.3. Levantamento por Caminhamento: utilizado em situações em que a área é extensa e/ou bastante acidentada, necessita de maior empenho e dedicação para sua execução, porém traz resultados mais confiáveis e garantidos.

O levantamento por caminhamento pode ser desenvolvido através da utilização de poligonais, e estas podem ser:

7.3.1. Aberta: o ponto inicial (PI) não coincide com o ponto final (PF);

7.3.2. Fechada: o ponto inicial (PI) e o ponto final (PF) são coincidentes, ou seja, $PI=PF$;

7.3.3. Apoiada: quando se tem conhecimento das coordenadas dos pontos inicial e final, podendo a mesma ser aberta ou fechada. Ainda podemos descrever uma poligonal Semi-Apoiada, ou seja, se tem conhecimento apenas do ponto inicial, esta só pode ser aberta;

7.3.4. Livre: aquela em que não se conhece sequer os pontos inicial ou final, pode ser aberta ou fechada;

7.3.5. Múltipla ou Mista: possui parte fechada e parte aberta, podendo ser apoiada ou livre.

8. EQUIPAMENTOS E ACESSÓRIOS

Como a topografia esta baseada na leitura de ângulos e distâncias, faz-se uso de determinados equipamentos para a obtenção dessas medidas, de forma que alguns fazem leituras de ambos e outros só um determinado tipo (ou distância ou ângulo).

As distâncias são medidas de forma horizontal, ou inclinada e os ângulos horizontais ou verticais, assim como visto anteriormente. Dessa forma deve-se optar pelo melhor equipamento para o desenvolvimento do trabalho a ser executado, por exemplo, para executar um levantamento altimétrico, o melhor equipamento é o Nível, já para um levantamento planimétrico este equipamento não desempenha tal função, restando assim, para serem utilizados os teodolitos, teodolitos eletrônicos, estações totais, entre outros.

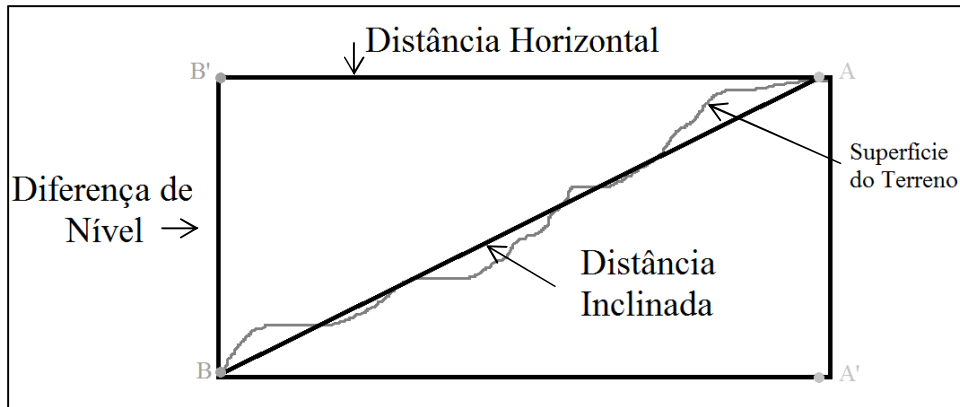


Figura 8. 1 – Representação das distâncias.

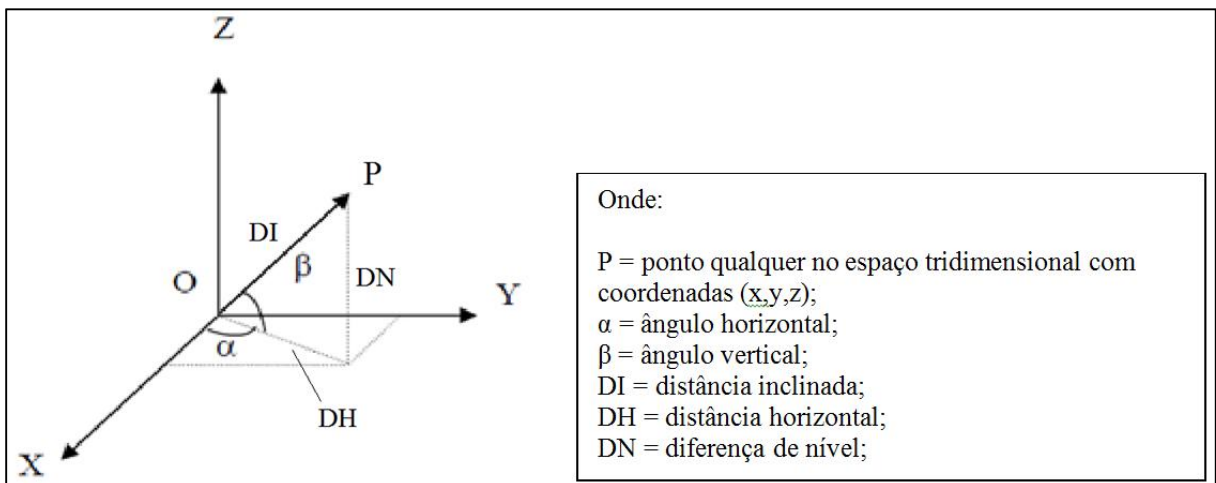


Figura 8. 2 – Representação dos ângulos horizontal e vertical.

O trabalho prático de campo na topografia se utiliza de diversas ferramentas, sendo os mais usuais apresentados nas duas tabelas abaixo, juntamente com os acessórios:

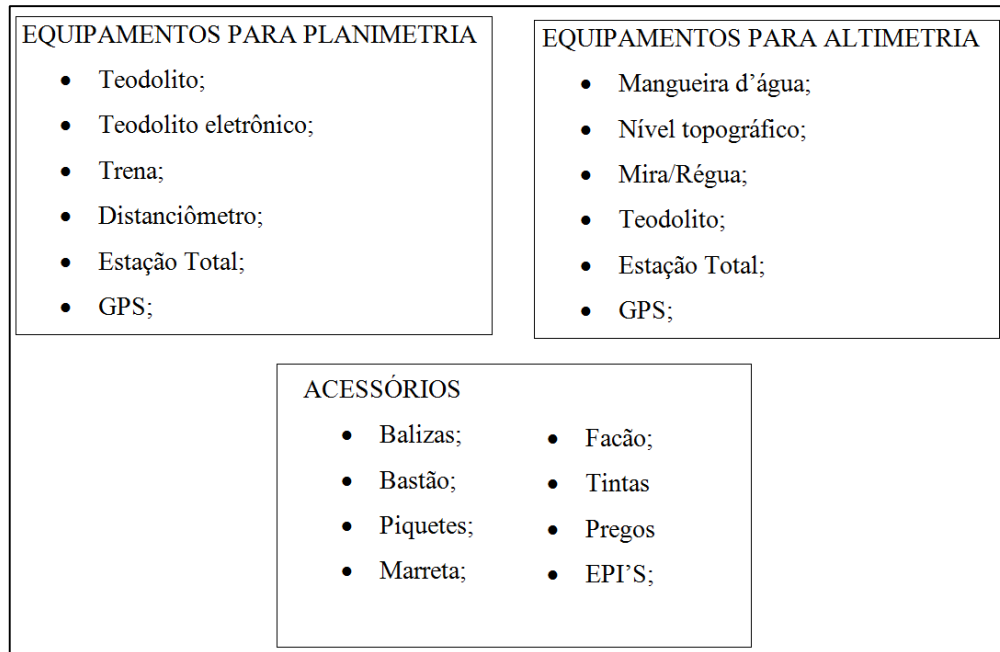


Figura 8. 3 – Mais usuais equipamentos e acessórios para levantamentos em campo.

9. CÁLCULOS A SEREM EXECUTADOS (Algumas Fórmulas)

Para a obtenção de medidas de distâncias e ângulos se faz preciso a utilização de alguns cálculos e fórmulas para tal.

Sendo assim, serão apresentadas algumas dessas fórmulas para que se objetive o levantamento topográfico expedito.

9.1. Cálculo da distância horizontal entre dois pontos a partir de duas coordenadas do sistema cartesiano.

$$DH = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2} \quad 9.1$$

9.2. Cálculo das coordenadas de um ponto a partir do ângulo azimutal, distância horizontal e coordenada inicial.

$$X = \sin \alpha \cdot DH \cdot X_0 \quad 9.2a$$

$$Y = \cos \alpha \cdot DH \cdot Y_0 \quad 9.2b$$

9.3. Cálculo do azimute entre dois pontos de coordenadas conhecidas. De acordo com o exemplo (sem escala) apresentado abaixo.

$$Az \ BA = \tan^{-1} \frac{X_B - X_A}{Y_B - Y_A} \quad 9.3a$$

$$Az \ AB = Az \ BA + 180^\circ \quad 9.3b$$

REFERÊNCIAS

BRANDALIZE, MARIA CECÍLIA BONATO – Geoprocessamento Apontamentos – Universidade Federal do Paraná, Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia, Curso de Engenharia Ambiental – Curitiba, 2008. Consultado em <http://pt.scribd.com/doc/2436410/2/Modelos-Terrestres>;

BRANDALIZE, MARIA CECÍLIA BONATO – Topografia – Pontifícia Universidade Católica do Paraná, PUCPR, Curso de Engenharia Civil;

ERBA, D.A.; THUM, A.B.; SILVA, C.A.U.; SOUZA, G.C.; VERONEZ, M.R.; LEANDRO, R.F.; MAIA, T.C.B. – Topografia para estudantes de arquitetura, engenharia e geologia. – Editora UNISINOS, São Leopoldo, 2005;

FONTE, CIDÁLIA COSTA – Textos de apoio de Topografia, Engenharia Civil – Departamento de Matemática, FCTUC, Universidade de Coimbra;

VEIGA, LUIS A.K.; ZANETTI, MARIA A.Z.; FAGGION, PEDRO L. – Fundamentos de Topografia, 2007;

COSTA, NIELCE M. LOBO DA – História da Trigonometria – PUCSP. Consultado em http://www6.ufrgs.br/espmat/disciplinas/geotri/modulo3/mod3_pdf/historia_triogono.pdf;