

METODOLOGIA DE ENSINO NA DISCIPLINA DE TOPOGRAFIA PRÁTICA – UFPE

Prof^o. Esp. Ernesto Gurgel do Amaral Sobrinho ^{1,2}
Eng^o. Cartógrafo Ivan Dornelas Falcone de Melo ²
Eng^a. Cartógrafa Ana Carolina Schuler Correia ¹
Acad. Mirele Viegas da Silva ¹
Acad. Cynthia Clarissa Gomes Pereira ³
Prof^o. Aramis Leite de Lima ^{1,2}
Prof^a. Msc. Silvane Karoline Silva Paixão ^{1,2}

¹ Universidade Federal de Pernambuco – UFPE – Departamento de Engenharia Cartográfica – DECart – ernestogurgel@bol.com.br ; carol_ufpe@hotmail.com; silvane@yahoo.com, aramisleite@hotmail.com

² Universidade Federal de Pernambuco – UFPE – Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação – ivandornelas@uol.com.br

³ Universidade Federal de Pernambuco – UFPE - Centro de Comunicação e Artes – CAC - Departamento de Arquitetura e Urbanismo

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo apresentar a comunidade cartográfica e afins a metodologia de ensino adotada para ministério das disciplinas práticas de topografia, realizados semestralmente pelo Departamento de Engenharia Cartográfica da Universidade Federal de Pernambuco. Estas disciplinas são oferecidas aos cursos de graduação das Engenharias: cartográfica, civil e de minas, assim como aos cursos de graduação de geologia e de arquitetura.

Neste elenco de cursos, destaca-se a engenharia cartográfica a qual diante das especialidades profissionais durante uma carga horária de 150 horas para a disciplina de topografia. Esta é composta em duas disciplinas prática de 75 horas cada. A primeira contempla a planimetria e a segunda a altimetria. Para o curso de engenharia civil a disciplina de topografia é oferecida com uma carga horária menor de 60 horas, sendo esta também dividida em duas partes de 30 horas para cada semestre. Para o curso de engenharia minas a disciplina é oferecida com uma carga horária total de 90 horas, que são divididas por semestres em planimetria e altimetria, inclusa em cada uma destas a parte teórica. No curso de Geologia, existe apenas uma disciplina com 60 horas aulas que contempla além da teoria, as práticas de planimetria, altimetria e noções fotogramétricas. Já no curso de arquitetura é ministrada apenas uma disciplina de topografia prática, com cargas horárias semestral de 30 horas, contemplando a planimetria e a altimetria.

ABSTRACT

This work has as objective to present the cartographic community and similar the methodology of education adopted for ministry of you discipline them practical of topography, carried through semester for the Department of Cartographic Engineering of the Federal University of Pernambuco. These you discipline are offered the courses of graduation of Engineerings: cartographic, civil and of mines, as well as the courses of architecture and geology graduation. In this cast of courses, it is distinguished cartographic engineering which ahead of the professional specialties during a horária load of 150 hours for disciplines of topography. This is composed in two disciplines practical of 75 hours each. The first one contemplates planimetry and the second a altimetry. For the courses of civil engineering and mines it disciplines of topography is offered it with a lesser horária load of 60 hours, being this also divided in two parts of 30 hours for each semester. Already for the architecture and geology courses only one is given disciplines of practical topography, with semester horária load of 30 hours, contemplating together planimetry and altimetry.

1. INTRODUÇÃO

A palavra topografia, origina-se do grego “TOPOS” que significa lugar, terreno, região, e do verbo “GRAFHEIN” que por sua vez significa escrever, descrever. Logo, de acordo com os elementos que compõem o vocábulo, TOPOGRAFIA quer dizer: descrição de um determinado lugar.

Um conceito clássico de topografia, é a ciência aplicada, baseada na geometria e na trigonometria, de âmbito restrito, cujo objetivo é representar, no papel, a configuração de uma porção limitada da superfície terrestre, considerada plana, com todos os detalhes naturais e artificiais do relevo do solo. A topografia é um capítulo da geodésia que é a ciência que estuda a forma e dimensões da terra, através de levantamentos rigorosos que abrangem grandes extensões, levando em conta sua curvatura. O levantamento topográfico é um conjunto de operações com a finalidade da determinação da posição relativa dos pontos da superfície da terra. Estas operações consistem na medição de ângulos e distâncias, na execução de cálculos e desenhos indispensáveis para representar em escala de redução, os elementos colhidos no terreno. Escala por seu turno, vem a ser, a relação constante entre as distâncias na planta, mapa ou carta e suas correspondentes, representadas no terreno, ou seja, na superfície da terra.

A topografia se divide em topometria e topologia. A topometria compreende o conjunto de operações necessárias para obtenção dos elementos geométricos indispensáveis à representação gráfica da superfície terrestre. A topometria se decompõe em planimetria e altimetria. A planimetria corresponde as operações que têm por fim a determinação, no terreno, de dados necessários à representação em um plano horizontal de todos os acidentes, quer natural, quer artificial, caracterizando portanto todos os detalhes do relevo curvas de nível, que são as interseções obtidas por planos eqüidistantes, paralelos com o terreno representado, ou seja, lugar geométrico dos pontos que gozam de mesma cota, altura, ou altitude.

A topografia é a base inicial de qualquer projeto ou obra realizada por engenheiros ou arquitetos, pelo fato de representar em papel, em obediência com a escala de redução, o seu modelado, a sua forma, sua configuração incluindo as benfeitorias que estão em sua superfície, a identificação dos limites de propriedade, em suma, todos os detalhes que estão em seu interior (cercas, edificações, campos cultivados, açudes, córregos, cursos d'água, vales, vegetação, etc). As aplicações são identificadas na implantação de projetos executivos de engenharia nas modalidades: sistema viário – ruas, avenidas, rodovias, ferrovias; construção civil – portos, cais, aeroportos, núcleos habitacionais; sistema de drenagem – canais galerias; obras d'arte – pontes, viadutos, túneis, pontilhões; sistema de água e esgoto; usinas hidrelétricas; telecomunicações; paisagismo; irrigação; planejamento; urbanismo; cultura, reflorestamento dentre outros.

Este artigo tem como objetivo geral apresentar a comunidade cartográfica e afins o desenvolvimento das técnicas de ensino adotada para o ministério das disciplinas práticas de topografia, realizados semestralmente pelo Departamento de Engenharia Cartográfica, vinculado ao Centro de Tecnologia e Geociências-Escola de Engenharia de Pernambuco, integrante da estrutura organizacional da Universidade Federal de Pernambuco. Estas disciplinas são oferecidas aos cursos de graduação das engenharias: cartográfica, civil e de minas, assim como aos cursos de graduação de geologia e de arquitetura.

Neste elenco de cursos, destaca-se a engenharia cartográfica a qual diante das especialidades profissionais atinge uma carga horária de 150 (cento e cinquenta) horas para a disciplina de topografia. Esta é composta em duas disciplinas práticas de 75(setenta e cinco) horas em cada semestre. A primeira contempla a planimetria e a segunda a altimetria. Para o curso de engenharia civil a disciplina de topografia é oferecida com uma carga horária menor de 60 horas, sendo esta também dividida em duas partes de 30 horas para cada semestre. Para o curso de engenharia minas a disciplina é oferecida com uma carga horária total de 90 horas, que são divididas por semestres em planimetria e altimetria, inclusa em cada uma destas a parte teórica. No curso de Geologia, existe apenas uma disciplina com 60 horas aulas que contempla além da teoria, as práticas de planimetria, altimetria e noções fotogramétricas. Já no curso de arquitetura é ministrada apenas uma disciplina de topografia prática, com cargas horárias semestral de 30 horas, contemplando a planimetria e a altimetria.

Nas atividades práticas das disciplinas de topografia, destacam-se dentre outros objetivos específicos:

- Desenvolver nos alunos, a capacidade de manuseio dos instrumentos de precisão na medição angular e de distâncias;
- Ensinar métodos de medição aplicadas a engenharia e áreas afins;
- Incrementar novas práticas de topografia atendendo às exigências atuais do mercado de trabalho.
- Difundir o conhecimento e da ciência.

- Atualizar o aluno com as novas tecnologias de levantamento.

No decorrer da disciplina o aluno terá o desenvolvimento de uma ementa, bem como do conteúdo programático, com a informação das metas a serem alcançadas evidenciando também a importância da assiduidade do aluno às aulas, além da metodologia científica adotada para o desenvolvimento dos trabalhos práticos (TP).

Na planimetria são elaborados uma série de quatro trabalhos práticos:

- TP1 - Medição de um triângulo qualquer
- TP2 - Determinação de superfícies
- TP3 - Levantamento planimétrico
- TP4 - Teste prático

Na altimetria, por sua vez, são desenvolvidos os seguintes:

- TP1 - Nivelamento geométrico
- TP2 - Nivelamento trigonométrico
- TP3 - Plano cotado
- TP4 - Curvas de Nível

No final da segunda disciplina, cada equipe de campo entrega ao professor o relatório com o embasamento teórico constando, assim como todos os trabalhos práticos, ocasião esta em que é agendada sua apresentação.

A aferição do grau das disciplinas é consequência das ponderações distintas dos trabalhos práticos, já a avaliação do docente pelo discente é feita através de um questionário entregue ao aluno em um dia de aula antes da última avaliação do discente pelo docente.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

No desenvolvimento dos trabalhos práticos, pertinentes a primeira disciplina, ou seja, os conceitos básicos da topografia, mais especificamente a planimetria, que considera a superfície da Terra como sendo plana. Face a limitação de equipamentos disponíveis no Laboratório de Topografia, e sobre outra ótica, resguardando o binômio ensino-aprendizagem, cada disciplina prática e quantificada de no máximo 20(vinte) alunos. Com isso, são compostas quatro equipes de campo, sendo cada uma com cinco alunos, número este considerado ideal para desenvolvimento das missões em campo, induzindo a rotatividade do discente nas diversas etapas práticas, garantindo conseqüentemente a difusão do conhecimento, da ciência e a integração dos seus membros. Eis então os trabalhos práticos desenvolvidos:

2.1 TP1 - MEDIÇÃO DE UM TRIÂNGULO QUALQUER

O material empregado:

- Uma estação total TC 500, precisão 5", fabricante WILD/Leica;
- Um tripé extensível;
- Uma bengala extensível;
- Um prisma;
- Três balisas;
- Um guarda-sol;
- Uma trena de fibra de vidro.

Após a apresentação do TP-1 via de regra em sala de aula, desloca-se todas as equipes para o pátio externo em frente ao Centro de Tecnologia e Geociências da UFPE, onde previamente foram implantados uma série de marcos de concreto, de forma cilíndrica, com uma cruz filar no seu centro, chamados doravante de ponto topográfico. A etapa de reconhecimento é realizada através da identificação no terreno de três pontos topográficos quaisquer, com a condição de terem visibilidade entre si, caracterizando conseqüentemente de vértices do triângulo. Na seqüência, a estação total é estacionada em cada vértice do triângulo, posteriormente observadas e registradas na caderneta de campo, modelo abaixo, as direções de cada ponto visado, e respectivas distâncias medidas eletronicamente, nas posições da luneta: direta e indireta bem como do replemento do ângulo formado no sentido horário.

Através das observações nas posições diretas e indiretas, elimina-se os erros de colimação da luneta. Registradas as observações angulares do teodolito eletrônico e a distância de um lado qualquer do triângulo procede-se o cálculo da média das observações bem como do ângulo interno da estação.

Efetua-se a aplicação do teorema de THALES a soma dos ângulos internos de um triângulo qualquer é igual a 180 "graus", ou seja:

$$A + B + C = 180^{\circ} \quad (1)$$

Identificando-se discrepância, tem-se:

$$d = A + B + C - 180^\circ \quad (2)$$

Determina-se a tolerância angular do instrumento:

$$T_{adm} = \pm \text{precisão} \sqrt{n} \quad (3)$$

Onde a precisão é a menor leitura angular no caso igual a 5" e n é o número de vértices do polígono qualquer, ou seja n=3, então;

$$T_{adm} = \pm 5'' \sqrt{3} \approx 10''$$

Compara-se os resultados das equações 2 e 3, se a discrepância for menor que a tolerância admissível, distribui-se proporcionalmente o erro em cada vértice, com sinal trocado, caso contrário, realiza-se novas observações;

$$da = db = dc = d/3 \quad (4)$$

Procede-se então as correções angulares

$$A + da = \hat{A}$$

$$B + db = \hat{B}$$

$$C + dc = \hat{C}$$

, logo

$$\hat{A} + \hat{B} + \hat{C} = 180^\circ \quad (5)$$

Legitimando, portanto, a aplicação do teorema angular de THALES:

“Em qualquer triângulo, a soma dos seus ângulos internos é 180°”.

Dando seqüência ao trabalho prático, registra-se a medição de um dos lados do triângulo. Determinam-se os outros dois lados, através da utilização da Lei dos Senos que diz: “Em qualquer triângulo, os lados e os senos de seus ângulos opostos estão numa mesma razão, igual ao diâmetro do círculo circunscrito ao triângulo”.

$$a/\text{sen}A = b/\text{sen}B = c/\text{sen}C \quad (6)$$

Neste mesmo pátio a equipe de campo elege dois pontos topográficos com coordenadas UTM (Universa Transversa de Mercator) conhecidas, devidamente monumentalizados, dentre os seis existentes na área, para a partir deles, efetuar as observações angulares e lineares das novas direções, conforme Figura 1.

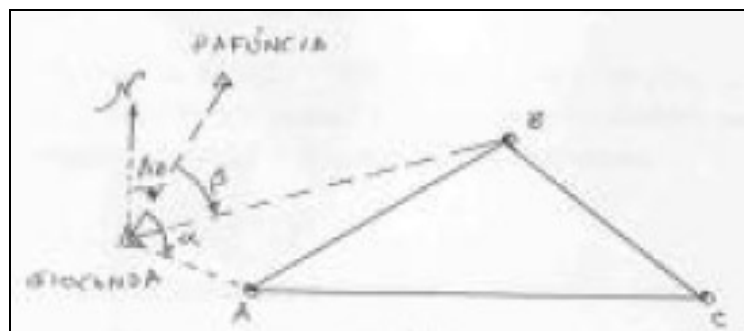


Figura 1 – Transporte de coordenadas

Daí, então, estaciona-se o instrumento, ou seja, centra-se e nivela-se na estação GIOCONDA inicialmente, em seguida registra-se as observações lineares (distância) e angulares nas posições direta e indireta, visando-se o ponto topográfico PAFÚNCIA, e cada um dos vértices A e B respectivamente do triângulo. Nesta mesma estação GIOCONDA, por definição Azimute-Az é o ângulo horizontal, formado entre a direção Norte e a direção GIOCONDA - PAFÚNCIA contados no sentido horário. O contra-

azimute daquela direção é o azimute ora definido acrescido de 180°. Utilizando-se as funções trigonométricas, temos:

$$\operatorname{tg} Az_p = EP-EG / NP-NG = _E / _N \quad (7)$$

donde: $Az_p = \operatorname{Arctg} _E / _N \quad (8)$

A luz dos elementos gerados pelas observações lineares e angulares das posições direta e indireta visadas inicialmente o vértice A do triângulo, obtém-se o ângulo horizontal médio – Az₁, através da expressão:

$$Az_1 = Az_p + _1 \quad (9)$$

Conseqüentemente, efetua-se o transporte de coordenadas;

$$N_{A1} = N_g + d \cos Az_1 \quad (10)$$

$$E_{A1} = E_g + d \operatorname{sen} Az_1 \quad (11)$$

Da mesma estação GIOCONDA, ora visando-se o vértice B, obtém-se o ângulo horizontal médio – ₁ e posteriormente determina-se o ângulo azimutal – Az₂, através da expressão:

$$Az_2 = Az + _1 \quad (12)$$

Efetua-se portanto o transporte de coordenadas;

$$N_{B1} = N_G + d \cos Az_2 \quad (13)$$

$$E_{B1} = E_G + d \operatorname{sen} Az_2 \quad (14)$$

Desloca-se a seguir o instrumento para o ponto topográfico, denominado de PAFÚNCIA que uma vez estacionado realiza-se as observações visando-se GIOCONDA e cada um dos vértices B e A respectivamente. Então, determina-se o novo azimute – Az_g direção PAFÚNCIA – GIOCONDA;

$$Az_g = \operatorname{Arctg} (E_G - E_P) / (N_G - N_P) = \operatorname{Arctg} _E / _N \quad (15)$$

Com isso, seguindo a mesma rotina anterior, determina-se:

$$Az_3 = Az_g + _2 \quad (16)$$

$$Az_4 = Az_g + _2 \quad (17)$$

Efetua-se novamente o transporte de coordenadas, ora visando-se o vértice B;

$$N_{B2} = N_P + d \cos Az_4 \quad (18)$$

$$E_{B2} = E_P + d \operatorname{sen} Az_4 \quad (19)$$

Analogamente, visando-se o vértice A;

$$N_{A2} = N_P + d \cos Az_3 \quad (20)$$

$$E_{A2} = E_P + d \operatorname{sen} Az_3 \quad (21)$$

Com isso, determina-se as coordenadas do mesmo vértice, partindo-se das estações GIOCONDA e PAFÚNCIA. Caso haja desigualdade dos valores calculados, determina-se a média aritmética, ou seja;

$$N_A = N_{A1} + N_{A2} / 2 \quad (22)$$

$$E_A = E_{A1} + E_{A2} / 2 \quad (23)$$

$$N_B = N_{B1} + N_{B2} / 2 \quad (24)$$

$$E_B = E_{B1} + E_{B2} / 2 \quad (25)$$

Na seqüência, as coordenadas do vértice C, serão também determinadas através das estações A e B agora com suas coordenadas conhecidas.

De modo análogo,

$$N_C = N_{C1} + N_{C2} / 2 \quad (26)$$

$$E_C = E_{C1} + E_{C2} / 2 \quad (27)$$

O desenho é executado em papel de baixo coeficiente de dilatação, do tipo canson ou similar, tamanho A3, ficando a cargo da equipe, a fixação da escala de redução que melhor se enquadre. Também faz parte da apresentação, a pesquisa bibliográfica, fundamentando o respaldo teórico das metodologias utilizadas.

2.2 TP2 - DETERMINAÇÃO DE SUPERFÍCIES.

O material empregado:

- planimetro polar;
- par de esquadros;
- escalímetro;
- lupa de ampliação;
- calculadora;
- carta topográfica – escala 1:25.000

Neste trabalho prático de natureza individual, são apresentados os diversos métodos de determinação de superfícies, ou seja, cálculo de áreas:

- Método Analítico de GAUSS;
- Método Geométrico.
- Figuras geométricas simples
- Triângulo equivalente
- Método Mecânico

Cada aluno adquire a carta topográfica na escala 1:25.000, em Entidades Públicas de Planejamento e sobre ela são plotados 6 (seis) pontos, conforme modelo em plástico transparente e espesso adotado pelo Laboratório de Topografia. Efetuando-se a ligação seqüenciada deles através de segmento de retas, caracterizando-se portanto a construção de um polígono irregular. Em cada vértice, obtém-se as coordenadas UTM, efetuando-se a interpolação numérica, utilizando para isto o par de esquadros e escalímetro. O Método Analítico, também chamado Método das Coordenadas e se desenvolve através da construção de trapézios, projetados sobre um eixo cartesiano, em que a adição e subtração destes, gera como conseqüência, a área do polígono. Com o desenvolvimento de estudos sobre o assunto, utiliza-se comumente a Regra Mnemônica, que traduz uma aplicação matricial:

Vértice	N	E
1	N1	E1
2	N2	E2
3	N3	E3
4	N4	E4
5	N5	E5
6	N6	E6
1	N1	E1

então projetando os trapézios sobre o semi-eixo este, tem-se o desenvolvimento matricial:

$$2S = (N1E2 + N2E3 + N3E4 + N4E5 + N5E6 + N6E1) - (N2E1 + N3E2 + N4E3 + N5E4 + N6E5 + N1E6) \quad (28)$$

Colocando-se em evidencia os elementos N1;N2;N3;N4;N5;N6, tem-se:

$$2S = N1(E2 - E6) + N2(E3 - E1) + N3(E4 - E2) + N4(E5 - E3) + N5(E6 - E4) + N6(E1 - E5) \quad (29)$$

Generalizando, resulta:

$$2S = \sum N_i (E_i + 1 - E_i - 1) \quad (30)$$

De modo análogo, projetando-se os trapézios sobre o semi-eixo Norte, tem-se a matriz;

Vértice	N	E
6	N6	E6
1	N1	E1
2	N2	E2
3	N3	E3
4	N4	E4
5	N5	E5
6	N6	E6

Generalizando os termos, tem-se:

$$2S = \sum E_i (N_i + 1 - N_i - 1) \quad (31)$$

O método geométrico divide-se em:

- Figuras geométricas simples;
- Triângulo equivalente.

As figuras geométricas simples podem ser traduzidas por exemplo em decompor o polígono em um misto de triângulos, trapézios e/ou retângulos.

Para obtenção do triângulo equivalente, exemplifica-se com um quadrilátero qualquer ABCD, conforme figura 2, também conhecido como Método de GARCEAU;

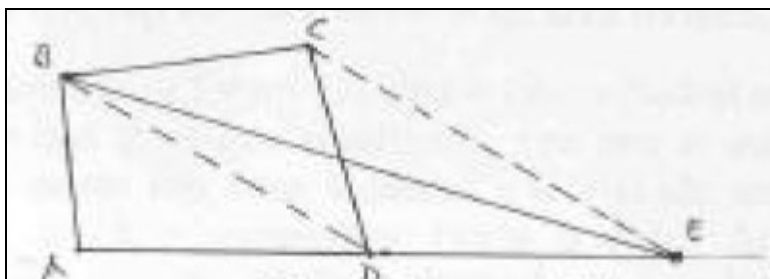


Figura 2 – Quadrilátero Qualquer

Traça-se a diagonal BD; por C traça-se uma paralela à diagonal BD até a interseção com o prolongamento do lado AD, encontra-se E; traça-se o segmento BE; o triângulo ABE resultante, equivale à área do quadrilátero ABCD dado, pelo fato da área do triângulo BDE é equivalente.

A cada passagem do estilete por sobre um ponto qualquer identificado na figura, registra-se a leitura constituída de quatro dígitos. Assim, são realizadas umas séries de no mínimo seis leituras. Determina-se então as diferenças de leituras, ou seja $l_1 = l_2 - l_1$; $l_2 = l_3 - l_2$; $l_3 = l_4 - l_3$; $l_4 = l_5 - l_4$; $l_5 = l_6 - l_5$. Havendo homogeneidade, ou seja, consistência da amostra, verificada através da condição:

$$l_{\text{máx.}} - l_{\text{mín.}} < 5 \text{ unidades de leituras.} \quad (32)$$

Então,
$$l_{\text{médio}} = \frac{\sum l_i}{n} \quad (33)$$

A expressão fundamental do método mecânico é;

$$S = l_{\text{médio}} \times US \quad (34)$$

Onde US, representa a unidade de área fornecida pelo fabricante.

Desta maneira foram utilizados três métodos (analítico, geométrico e mecânico) e cinco resultados, vez que o método geométrico foi decomposto em duas técnicas e o método analítico foi projetado sobre os dois semi-eixos Norte e Este. Apresenta-se, então o resultado em uma tabela registrando-se os valores das áreas físicas.

2.3 TP3 - LEVANTAMENTO PLANIMÉTRICO

O TP3 utiliza o mesmo material relacionado no TP1 – Medição de um triângulo qualquer. O diferencial repousa na identificação de uma poligonal de cerca de seis vértices, dos quais dois adjacentes, têm coordenadas conhecidas. Identifica-se, no decorrer da missão, um mínimo de quatro pontos de detalhes bem definidos, podendo ser, por exemplo; poste de iluminação, edificação, hidrante, sinalização gráfica vertical. Esses pontos serão duplamente irradiados, ou seja, visados de estações distintas adjacentes ou não e poderão estar interno ou externo à poligonal. A metodologia das observações linear (distância) e angular é a mesma praticada no TP1.

2.4 TP4 - TESTE PRÁTICO

O TP4 é uma avaliação escrita composta de cinco questões de natureza prática, das quais, o aluno escolhe quatro para desenvolver. Ocorre que duas delas exige a obtenção de observações do instrumento topográfico para ser desenvolvida e solucionada.

Cada trabalho prático tem grau absoluto, sendo que são ponderados individualmente, podendo ser atribuída nota única aos integrantes da equipe, exceto os TP2 e TP4 cuja avaliação é individual, ou seja, nota independente.

A parte da altimetria, disciplina que é oferecida posteriormente, tem como pré-requisito a disciplina anterior.

2.5 TP-1 NIVELAMENTO GEOMÉTRICO

Material empregado:

- Um nível de luneta
- Uma mira falante
- Um tripé extensível
- Uma trena
- Piquetes
- Três balisas
- Uma marreta

O nivelamento geométrico é o método altimétrico mais preciso, e consiste em determinar um plano horizontal bem como, sua interseção com uma série de verticais obtidas pelos pontos topográficos a nivelar. Caso o plano de referência está relacionado ao nível médio dos mares, “datum” altimétrico, a observação altimétrica é dita de cota absoluta ou Referência de Nível – RN. Caso contrário, ou seja, o plano de referencia qualquer, arbitrário, chama-se de cota relativa. O nivelamento pode ser simples ou composto, dependendo do número de estações ocupadas se, de uma única estação é denominado de nivelamento simples. A diferença de nível mostrada na figura 4 pode ser expressa por

$$\Delta h = CB - CA = lv - lr \quad (35)$$

Onde Δh é o desnível entre A e B; CB é a cota do ponto topográfico B; CA é a cota de A; lv é a leitura de vante; lr é a leitura de ré.

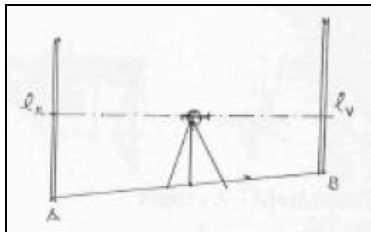


Figura 3 – Nivelamento Geométrico

2.6 TP2 – NIVELAMENTO TRIGONOMÉTRICO

O material empregado:

- Uma estação total
- Um tripé extensível
- Uma trena; - três balisas
- Uma bengala extensível
- Um prisma
- Uma marreta
- Piquetes

Método muito utilizado para determinação de altitudes, cotas ou alturas dos vértices das triangulações topográficas. Para observações superiores a 250 metros de distância, considera-se a curvatura da terra e a refração atmosférica terrestre.

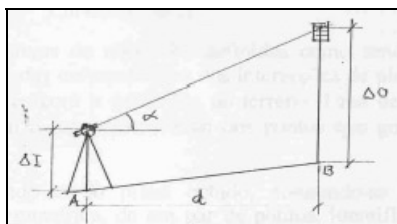


Figura 4 – Nivelamento Trigonométrico

Então a expressão:

$$\Delta H = HB - HA = d \cdot \text{tg } \alpha + \Delta I - \Delta O \quad (36)$$

Onde:

- ΔH → desnível entre A e B
- HB → altitude do ponto B;
- HA → altitude do ponto A;
- D → distância horizontal;
- α → altura do instrumento;
- ΔO → altura do prisma.
- α → ângulo vertical

2.7 TP3 – PLANO COTADO

É a forma mais simples de representação de um plano altimétrico, na qual as projeções de todos os pontos observados do terreno, sejam eles notáveis ou objetos, respectivamente, característicos do relevo do solo, ou seja, de mudanças de declividade e pontos artificiais, edificações, meio fio, etc. O plano cotado, em um primeiro momento representa uma idéia clara da forma do terreno.

2.8 TP4 – CURVAS DE NÍVEL

As curvas de nível são definidas como sendo as projeções horizontais das curvas obtidas das interseções de planos horizontais eqüidistantes com a superfície do terreno. Uma definição clássica repousa em o lugar geométrico dos pontos que gozam da mesma altitude.

Partindo-se do plano cotado, efetuando-se a interpolação gráfica ou numérica, de um par de pontos, identifica-se os pontos obrigatórios de passagem da curvas de nível, naquele segmento de reta, de conformidade com sua eqüidistância. Na aplicação prática utiliza-se via de regra, a eqüidistância de 0,50 metros, ou seja, 50cm. A curva de nível é formada através da ligação dos pontos de mesma altitude respeitando-se os princípios e observações dos cientistas BRISSON e BOURLANGER.

Uma vez concluído os trabalhos práticos e o conseqüente relatório envolvendo-os, a equipe de alunos agenda uma data para sua apresentação oral, ocasião em que os docentes da disciplina avaliarão àqueles trabalhos-levantamento plani-altimétrico, assim como cada um dos integrantes daquela equipe.

3. CONCLUSÃO

Muito embora o objetivo geral deste artigo repousa no desenvolvimento das técnicas de ensino, é relevante também considerar que o avanço tecnológico traduzido no desenvolvimento de novos instrumentos e softwares, nestas últimas décadas, tem propiciado um rápido tratamento, representação e análise de medidas topográficas, aliadas à precisão, faz da topografia, uma ciência em constante evolução. Com isso, a identificação de novas aplicações topográficas torna-se uma constante, fomentando a difusão do conhecimento e conseqüentemente da ciência.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARDÃO, C., 1990, Topografia, 7ª ed. Belo Horizonte: UFMG

FIGUEREDO, L. C., 1998, A redação pelo parágrafo. Brasília: UnB,.Grande Enciclopédia Larousse Cultural. São Paulo: Nova Cultural, 1998. v . 23.

KRUSCHEWSKY, L. E., 1992, Curso de Topografia. 2.ed. Salvador : UFBA.

LIBAULT, A., 1975. Geocartografia. São Paulo: USP, . v.1.

LOCH, C. e CORDINI, J., 1995. Topografia contemporânea. Florianópolis: UFSC.

MICHAELIS 2000. Moderno dicionário da língua portuguesa. Rio de Janeiro: Reader's Digest2000. v. 2 .

OLIVEIRA, S. L. de., 1997. Tratado de metodologia científica. São Paulo: Livraria Pioneira Editora.

RAISZ, E., 1969. Cartografia Geral. 2. ed. Trad. Neide M. Schneider e Pericles Augusto Machado Neves; revisão Celso Santos Meyer. Rio de Janeiro: Científica.

SEIXAS , J. J. de., 1980. Topografia. Recife: UFPE.