

DESENVOLVIMENTO DE PROGRAMAS COMPUTACIONAIS PARA LEVANTAMENTOS PLANIMÉTRICOS.

Ana Claudia de Lima Toledo, João Carlos Chaves. - Engenharia Cartográfica - Departamento de Cartografia – Faculdade de Ciências e Tecnologia – Campus de Presidente Prudente.

Os avanços tecnológicos estão presentes em todas as áreas, hoje em dia, e para poder acompanhar esse ritmo é necessário atender as características de modernização, eficiência, dinamismo, produtividade e economia; esta última, muitas vezes se obtém através do tempo mínimo despendido em desenvolvimento de cálculos ou solução de problemas. Assim, o desenvolvimento de programas computacionais é relevante para a solução e a viabilização de levantamentos topográficos, sendo os mesmos classificados em:

- ❑ *Planimétrico*: nesta categoria, as observações de campo se referem aos ângulos e distâncias, que associado a um método, resulta em coordenadas (x, y) referenciadas a uma superfície (plana).

- ❑ *Altimétrico*: a coordenada (h) resultante de um método de levantamento altimétrico, tem como referência uma superfície relacionada com o nível médio dos mares.

- ❑ *Planialtimétrico*: este levantamento é uma combinação dos outros dois tipos, permitindo a obtenção das coordenadas planas e de altitude.

Quando se deseja coletar os detalhes de uma área a ser representada graficamente, como p. ex. o limite de vegetação, as cercas internas, as edificações, os postes, entre outros; denomina-se este levantamento de cadastral.

Neste trabalho, enfatiza-se o levantamento planimétrico, no qual são necessárias as observáveis angulares e lineares para a sua execução. Dentre os métodos planimétricos há o de poligonação, de intersecção, de irradiação, de reseção, de triangulação e de trilateração.

O método de poligonação consiste em estabelecer estações (vértices) poligonais, partindo e/ou chegando sempre em um ou mais pontos de coordenadas conhecidas. Este método é muito utilizado para determinar as áreas e os perímetros de propriedades e as coordenadas de pontos de interesse.

As medições angulares (horizontais) podem ser feitas de quatro maneiras:

- ❑ *Ângulo à direita*: corresponde à medição angular que se inicia visando-se o primeiro ponto (ré), partindo de uma direção conhecida, no sentido horário, e em seguida, visa-se o segundo ponto (vante).

- ❑ *Ângulo interno*: consiste nas medições horárias ou anti-horárias, da estação ré para a vante, realizadas em levantamentos que formam um polígono; com leituras, normalmente, efetuadas no sentido horário.

- ❑ *Ângulos de deflexão*: medições tanto pela direita quanto pela esquerda do prolongamento do alinhamento anterior, podendo ser obtidos subtraindo 180° dos ângulos à direita.

- ❑ *Azimute*: o ângulo resultante da diferença entre os azimutes vante e ré.

Visando minimizar e/ou eliminar erros associados à construção do instrumento e observações, utiliza-se o processo denominado de leitura conjugada, que consiste na observação angular com círculo vertical à esquerda e à direita da luneta. Primeiramente, lê-se o ângulo horizontal com círculo vertical à esquerda no sentido horário da ré para a vante, e posteriormente, com o círculo vertical à direita no sentido anti-horário da vante para a ré.

As medições lineares podem ser estabelecidas de duas maneiras: processo direto ou processo indireto. O primeiro tipo de processo contempla os métodos expedito (a passo ou por odômetro), topográfico (com uso de trena) e de alta precisão (fita de invar). O segundo tipo de processo contém o processo trigonométrico em que o observador realiza a leitura conjugada nas extremidades da mira horizontal (com comprimento estabelecido pelo fabricante), obtendo-se, assim, o ângulo α . Determina-se a distância com base na fórmula:

$$D = \frac{B}{2} \cot g \frac{\alpha}{2} \quad (1)$$

onde D = distância; B = comprimento da mira horizontal; α = ângulo obtido por leitura conjugada.

Outro processo, o estadimétrico, pode ser realizado de duas maneiras: em terreno plano, onde o observador realiza as leituras do fio superior, fio médio e fio inferior na mira vertical (com medida estabelecida pelo fabricante), a distância é obtida através da fórmula:

$$\frac{D}{d} = \frac{FsFi}{ab} \Rightarrow \frac{D}{d} = \frac{S}{ab} \Rightarrow D = \frac{d}{s} S \Rightarrow D = CS \quad (2)$$

onde d = distância focal; Fs = Fio superior; Fm = Fio médio; Fi = Fio inferior; a = fio superior na luneta; b = fio inferior na luneta; S = A diferença do fio superior e fio inferior lidos; s = diferença do fio superior e fio inferior da luneta.

Ou, em terreno inclinado, onde o observador realiza também as leituras no fio superior, fio médio e fio inferior na mira vertical que desta vez localiza-se em um desnível em relação à estação, sendo assim observa-se também o ângulo zenital ou vertical para efetuar os cálculos e determinar a distância, para isso, utiliza-se das seguintes fórmulas:

$$D = CS \sin^2 Z \quad (3)$$

(para terreno inclinado com ângulo zenital)

$$D = CS \cos^2 V \quad (4)$$

(para terreno inclinado com ângulo vertical)

onde Z = ângulo zenital lido; V = ângulo vertical lido;

Outro processo, o eletrônico, em que se utiliza distanciômetros de alta precisão.

Com base nas medições de comprimento (linear) e direção (angular), pode-se estabelecer as coordenadas de um ponto. A seguir os cálculos de coordenadas por azimuth e distância:

$$X_2 = X_1 + X' = X_1 + (D \sin(Az)) \quad (5)$$

$$Y_2 = Y_1 + Y' = Y_1 + (D \cos(Az)) \quad (6)$$

onde Az = azimuth; X_1, Y_1 = coordenadas do primeiro ponto; X_2, Y_2 = coordenadas do segundo ponto.

O cálculo de Azimute se desenvolve da seguinte forma:

$$Az_i = Az_{i-1} + H - 180 \quad (7)$$

onde Az_i = azimuth inicial; Az_{i-1} = azimuth anterior; H = ângulo horizontal horário externo.

$$tg(Az_{i-1}) = \frac{\Delta x}{\Delta y} \Rightarrow Az_{i-1} = \arctg \frac{\Delta x}{\Delta y} \quad (8)$$

onde Δx = variação no eixo X; Δy = variação no eixo Y.

Com esses conceitos, desenvolveram-se três programas. O primeiro determina a distância pelo processo trigonométrico, o segundo calcula a distância pelo processo estadimétrico e, por último, o programa que determina as coordenadas com base em azimuth e distância.

Segue aplicações dos programas elaborados:

- Distância estabelecida pelo processo trigonométrico

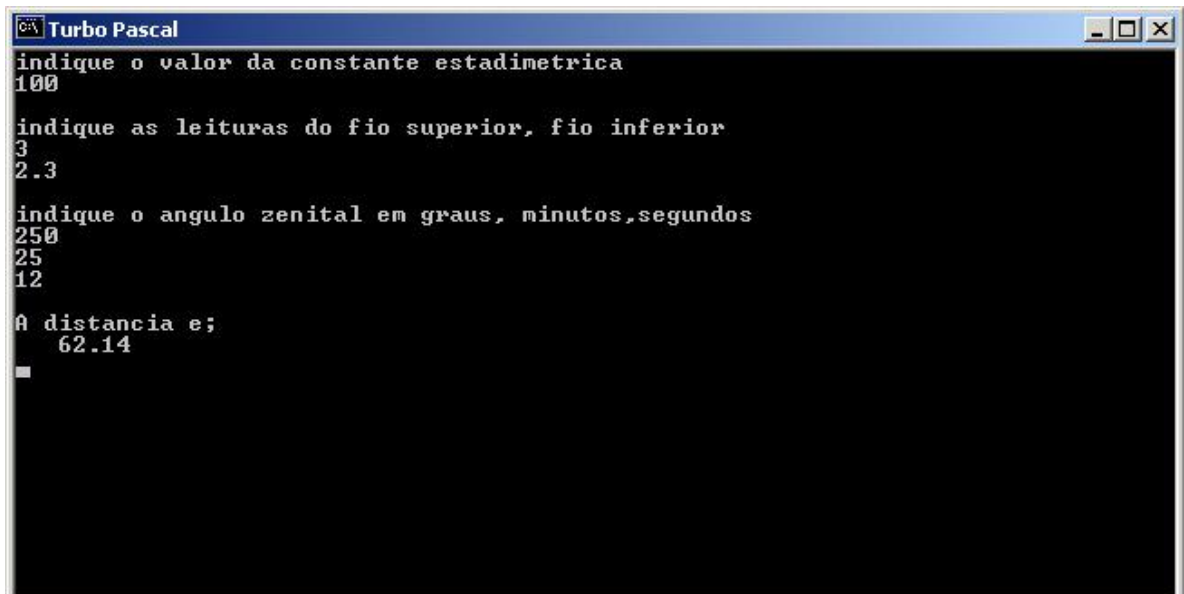


```
Turbo Pascal
forneca o angulo HZ direito em graus, min, seg
250
25
12

forneca o angulo HZ esquerdo em graus, min, seg
245
13
10

A distancia e:
    22.02
```

- Distância estabelecida pelo processo estadimétrico



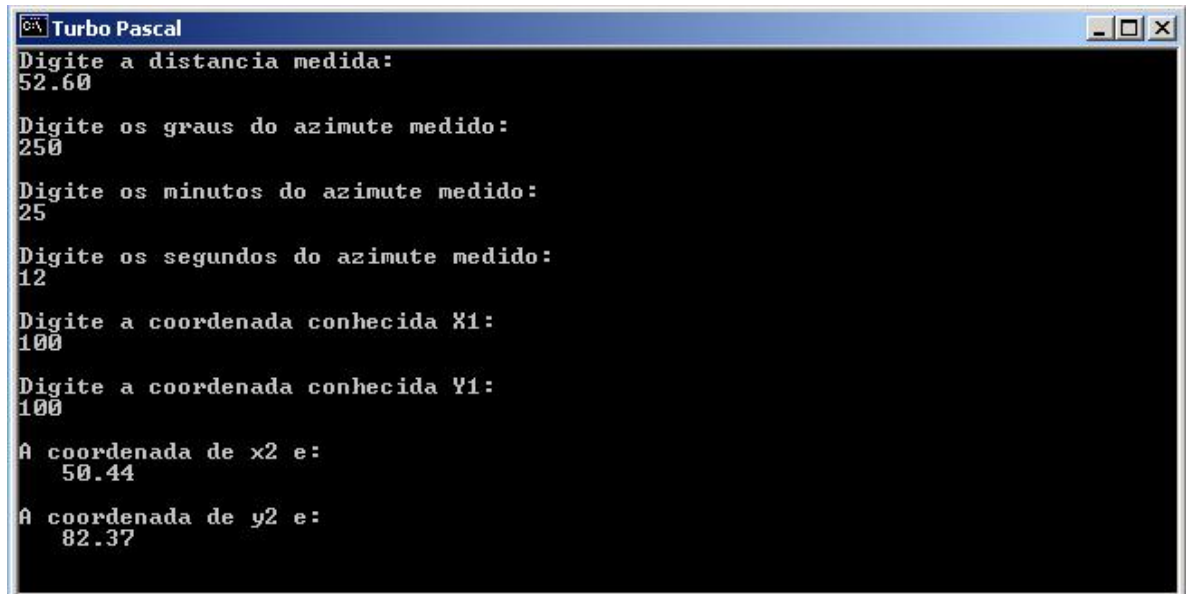
```
Turbo Pascal
indique o valor da constante estadimetrica
100

indique as leituras do fio superior, fio inferior
3
2.3

indique o angulo zenital em graus, minutos,segundos
250
25
12

A distancia e;
    62.14
■
```

- Cálculo de coordenadas por azimuth e distância



```
Turbo Pascal
Digite a distancia medida:
52.60

Digite os graus do azimuth medido:
250

Digite os minutos do azimuth medido:
25

Digite os segundos do azimuth medido:
12

Digite a coordenada conhecida X1:
100

Digite a coordenada conhecida Y1:
100

A coordenada de x2 e:
50.44

A coordenada de y2 e:
82.37
```

Referências bibliográficas

SÃO JOÃO, J. **Apostila Topografia**. 2001. 121 f. Notas de aula – Departamento de Geomática, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

WOLF, P.; GHILANI, C. **Elementary Surveying: An Introduction to Geomatics**. 10.ed. New Jersey: Prentice-Hall, 2002. p. 900.

Bolsa: PAE.