

## Estudo comparativo de determinação de coordenadas por diferentes métodos

### Introdução

O presente trabalho tem como objetivo estabelecer comparações, entre métodos diferentes, na determinação das coordenadas de um mesmo ponto, utilizando instrumental diverso.

A idéia nasceu da necessidade de comparar as coordenadas obtidas por telurometria, com as determinadas por interseção avante e, posteriormente, por rastreamento de satélites.

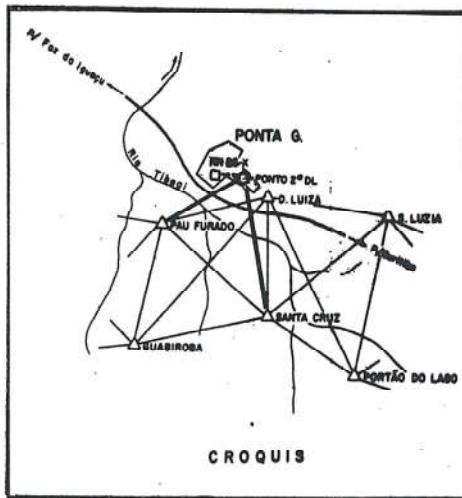
### Determinação das Coordenadas

#### 1. Situação

O ponto 2.<sup>a</sup> DL localiza-se no páteo interno da 2.<sup>a</sup> Divisão de Levantamento, em Ponta Grossa — Estado do Paraná.

##### a) Geral

##### b) Particular



#### 2. Determinação das Coordenadas UTM pela Interseção Avante

Em abril de 1971 foram determinadas as coordenadas  $N_1$ ,  $E_1$  e  $H_1$ , utilizando-se o método de triangulação por interseção avante com os seguintes resultados:

$$\begin{aligned} N_1 &= 7\,220\,843,164 \text{ m} \\ E_1 &= 585\,209,776 \text{ m} \\ H_1 &= 899,370 \text{ m} \end{aligned}$$

Na operação foram utilizados o Teodolito Wild T-2 e o Heliotrópio.

#### 3. Determinação pela Telurometria

Na mesma época, foi feita uma dupla determinação, utilizando a telurometria, para a obtenção das coordenadas  $N_2$ ,  $E_2$  e  $H_2$ , do mesmo ponto. Os resultados obtidos foram os seguintes:

$$\begin{aligned} N_2 &= 7\,220\,844,576 \text{ m} \\ E_2 &= 585\,210,466 \text{ m} \\ H_2 &= 899,500 \text{ m} \end{aligned}$$

Foram utilizados, na operação, o Telurômetro MRA 3 MK II, o Teodolito Wild T-2 e o Heliotrópio.

#### 4. Determinação por Rastreamento de Satélites

Graças à gentileza dos Diretores da GEODATA — Levantamentos Geodésicos S A, foram determinadas as coordenadas  $N_3$ ,  $E_3$  e  $H_3$ , do ponto 2.<sup>a</sup> DL, utilizando-se o equipamento de rastreamento de satélites artificiais, modelo CMA 722 B, da CANADIAN MARCONI.

Considerando a ondulação geoidal, da Carta Geoidal WGS-72 igual a 7m, os resultados foram os seguintes:

$$\begin{aligned} N_3 &= 7\,220\,841,354 \text{ m} \\ E_3 &= 585\,204,273 \text{ m} \\ H_3 &= 906,600 \text{ m} \end{aligned}$$

**5. Determinação da Altitude, por Barometria, Processo de Base Simples**

**a) Barômetros Wallace Thier-**  
**nan**

Utilizando-se uma bateria de 4 Barômetros Wallace Thiernan, a altitude  $H_4$ , encontrada foi:

$$H_4 = 897,270 \text{ m}$$

**b) Barômetros Thomenn**

Utilizando-se idêntica bateria e Barômetros Thomenn, a altitude encontrada foi:

$$H_5 = 895,800 \text{ m}$$

**6. Determinação da Altitude por Nivelamento Geométrico**

A altitude do ponto 2.<sup>a</sup> DL foi determinada, por nívelamento geométrico, em 28 Mar 77, encontrando-se o seguinte resultado:

$$H_6 = 900,360 \text{ m}$$

Foi utilizado o Nível Zeiss N-2 — Automático, partindo-se da RN 26X, pertencente à rede de nívelamento de 1.<sup>a</sup> Ordem.

**7. Apreciação sobre os dados obtidos**

**a) Diferenças — Valores Absolutos:**

$$\begin{aligned} N_1 &= 7220\,843,164 \text{ m} \\ N_2 &= 7220\,844,576 \text{ m} \\ N_3 &= 7220\,841,354 \text{ m} \end{aligned} \quad \begin{aligned} \text{Dif}_{12} &= 1,412 \text{ m} \\ \text{Dif}_{23} &= 3,222 \text{ m} \\ \text{Dif}_{13} &= 1,810 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E_1 &= 585\,209,776 \text{ m} \\ E_2 &= 585\,210,466 \text{ m} \\ E_3 &= 585\,204,273 \text{ m} \end{aligned} \quad \begin{aligned} \text{Dif}_{12} &= 0,690 \text{ m} \\ \text{Dif}_{23} &= 6,193 \text{ m} \\ \text{Dif}_{13} &= 5,503 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H_1 &= 899,370 \text{ m} \\ H_2 &= 899,500 \text{ m} \\ H_3 &= 906,600 \text{ m} \\ H_4 &= 897,270 \text{ m} \\ H_5 &= 895,800 \text{ m} \\ H_6 &= 900,360 \text{ m} \end{aligned} \quad \begin{aligned} \text{Dif}_{12} &= 0,130 \text{ m} \\ \text{Dif}_{23} &= 7,100 \text{ m} \\ \text{Dif}_{34} &= 9,330 \text{ m} \\ \text{Dif}_{45} &= 6,240 \text{ m} \\ \text{Dif}_{56} &= 3,090 \text{ m} \\ \text{Dif}_{61} &= 4,560 \text{ m} \\ \text{Dif}_{56} &= 4,560 \text{ m} \end{aligned}$$

**b) Condições:**

No fechamento linear, conforme escola alemã, não há distinção entre pontos para aerotriangulação e restituição imediata; as tolerâncias usadas são as mesmas. Conforme o quadro, no entanto, os pontos de apoio devem ter precisão horizontal de até 1/8 do milímetro, na escala final de impressão e vertical 1/10 da equidistância básica.

Nesta hipótese pode-se atingir 12 metros, horizontalmente e 4 metros, altimetricamente.

Pode-se dizer que a diferença de latitude é muito pequena entre os dados obtidos da interseção avante e telurometria. Entre as longitudes  $E_2$  e  $E_3$ , além do normal.

**8. Apreciação sobre Tolerâncias**

**a) Quadro de Tolerâncias**

**c) Comparação — LATITUDE E LONGITUDE**

$$N_1 \text{ e } N_2 \text{ tem-se } fN_{12} = 1,412 \text{ m}$$

$$E_1 \text{ e } E_2 \text{ tem-se } fE_{12} = 0,690 \text{ m}$$

$$\text{Erro linear } f_{12} = \sqrt{(fN_{12})^2 + (fE_{12})^2} = 1,57 \text{ m}$$

$$N_2 \text{ e } N_3 \text{ tem-se } fN_{23} = 3,222 \text{ m}$$

$$E_2 \text{ e } E_3 \text{ tem-se } fE_{23} = 6,193 \text{ m}$$

$$\text{Erro linear } f_{23} = \sqrt{(fN_{23})^2 + (fE_{23})^2} = 6,98 \text{ m}$$

$$N_1 \text{ e } N_3 \text{ tem-se } fN_{13} = 1,810 \text{ m}$$

$$E_1 \text{ e } E_3 \text{ tem-se } fE_{13} = 5,503 \text{ m}$$

$$\text{Erro linear } f_{13} = \sqrt{(fN_{13})^2 + (fE_{13})^2} = 5,790 \text{ m}$$

Pode-se observar, comparando-se com as tolerâncias do

adotado; 6,98 m > 6 m, o que é considerado muito bom, tendo em vista que a diferença é apenas 0,98 m.

**d) Comparação — ALTITUDE**

Considerando-se a altitude  $H_6$ , por nívelamento geométrico, como a de processo que oferece maior precisão e comparando-se cada altitude com  $H_6$ , em valor absoluto, tem-se a maior discrepância em relação a  $H_3$  (altitude determinada por satélite). Já vimos anteriormente o problema das discrepâncias causado pela falta de precisão da Carta Geoidal atualmente em uso no Brasil.

O fechamento vertical também não está coerente no caso da Barometria, pela comparação das altitudes  $H_4$  e  $H_5$  com  $H_6$  (caso da aerotriangulação).

Escala Final	Equidistância Básica	HORIZONTAL		VERTICAL	
		Aerotri	Restit Imediata	Aerotri	Restit Imediata
1:100 000	40 m	6 m	12 m	2 m	4 m