


## Aula 13 Posicionamento Topográfico

**Sumário:**  
**Nivelamento Geométrico.**

Miguel.baio@estbarreiro.ips.pt



### Equipamento

**Nível Ótico**

Dispositivo que permite determinar desníveis (diferenças de altitude).

As medições são efetuadas em miras, réguas graduadas com 3 a 4 m e que têm dispositivo que as permite colocar na vertical.

Está estacionado quando o eixo principal, em torno do qual roda a luneta, está vertical.



**Nível**

**Miras**

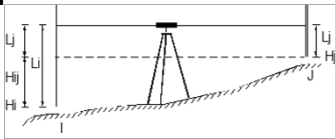



### Nivelamento Geométrico

O nivelamento geométrico é um método operativo para determinar o desnível ortométrico:

$$H_{ij} = H_j - H_i$$


entre dois pontos i e j da superfície do terreno. O nivelamento geométrico é realizado com um nível ótico e duas miras de apoio inferior com escala graduada

### Nivelamento Geométrico

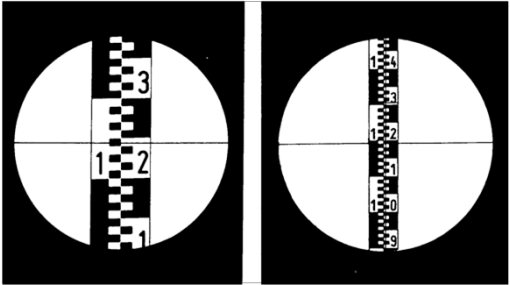

As duas miras são estacionadas sobre os pontos i e j isto é, são colocadas, com a ajuda de um pequeno nível esférico, segundo a direção da vertical em i e j, respetivamente.

O nível ótico é estacionado sobre um tripé, entre as duas miras, e são realizadas, por intermédio do retículo da luneta, leituras  $l_i$  e  $l_j$ , nas escalas das miras estacionadas em i e j. O desnível entre os pontos i e j, é dado por:

$$H_{ij} = H_j - H_i = l_i - l_j$$


### Nivelamento Geométrico

**Leitura nas miras**





### Nivelamento Geométrico

**Possíveis Erros**

Os erros que afetam com maior frequência o nivelamento geométrico são:


- os causados pela desretificação do dispositivo de horizontalização da luneta de pontaria
- pelo assentamento lento do tripé quando estacionado sobre solos macios ou pavimento betuminoso
- pelo efeito térmico da incidência da radiação solar sobre o nível.



### Nivelamento Geométrico

#### Cuidados a ter nas observações

- Os primeiros erros podem ser eliminados estacionando o nível equidistante das miras.
- Os segundos erros combatem-se cuidando do local de estacionamento, utilizando, em caso extremo, pequenas plataformas em madeira.
- Para evitar a incidência da radiação solar sobre o equipamento deve ser utilizado uns guardas sol.




### Nivelamento Geométrico

#### Linhas de Nivelamento Geométrico

Dados n pontos materializados no terreno, dispostos como os vértices de uma linha poligonal, de tal modo que seja possível a medição, por nivelamento geométrico, dos n-1 desníveis entre os vértices sucessivos:

$$H_{j,j+1} = H_{j+1} - H_j = l_j - l_{j+1}, \quad j = 1, \dots, n-1,$$


torna-se possível, a partir do conhecimento da altitude de um dos vértices, por exemplo  $H_1$ , determinar as altitudes dos restantes:

$$H_k = H_1 + \sum_{j=1}^{k-1} H_{j,j+1} = H_1 + \sum_{j=1}^{k-1} (l_j - l_{j+1}), \quad k = 2, \dots, n.$$


### Nivelamento Geométrico

#### Linhas de Nivelamento Geométrico

O conjunto formado pelos pontos e pelos desníveis é designado por linha de nivelamento geométrico. Se a altitude ( $H_n$ ) do último ponto da linha for conhecida esta diz-se fechada. Os pontos cuja altitude é conhecida designam-se por pontos de referência, os pontos cuja altitude se pretende determinar são os pontos objeto. Por vezes é necessário utilizar pontos auxiliares, isto é, pontos que servem apenas para a ligação entre pontos de referência e pontos objeto, ou para a ligação entre pontos objeto, mas cuja altitude não é pretendida.




### Nivelamento Geométrico

#### Linhas de Nivelamento Geométrico

A diferença:

$$\delta = H_n - \left( H_1 + \sum_{j=1}^{n-1} H_{j,j+1} \right),$$


entre o valor conhecido da altitude do ponto n ( $H_n$ ) e o valor determinado a partir dos desníveis medidos designa-se por erro de fecho da linha de nivelamento. O erro de fecho deve-se aos erros de observação e pode ser utilizado no controlo da qualidade das medições realizadas.



### Nivelamento Geométrico

#### Linhas de Nivelamento Geométrico


No caso de uma linha aberta com um único extremo conhecido, são por vezes, repetidas as medições por ordem inversa - operação designada por contranivelamento - com finalização no ponto de partida, de modo a simular um polígono fechado. Neste caso, o erro de fecho é dado por:

$$\delta = \sum_{j=1}^{n-1} H_{j,j+1} + \sum_{j=1}^{n-1} H_{j+1,j}.$$


### Nivelamento Geométrico

#### Linhas de Nivelamento Geométrico

O controlo da qualidade das linhas de nivelamento é normalmente realizado sobre o seu erro de fecho ( $\delta$ ). O erro de fecho é comparado com uma tolerância (t). Quando o erro de fecho excede a tolerância, as medições são rejeitadas e a observação da linha de nivelamento é repetida.



## Nivelamento Geométrico

### Linhas de Nivelamento Geométrico

Os desníveis corrigidos:

$$H_{j,j+1} = H_{j,j+1} + \delta_{j,j+1}$$

devem tornar nulo o erro de fecho:

$$\delta = H_n - \left( H_1 + \sum_{j=1}^{n-1} H_{j,j+1} \right) = 0.$$

Para tal, são, em geral, utilizadas n-1 correções idênticas para os n-1 desníveis da linha de nivelamento:

$$\delta_{j,j+1} = \frac{\delta}{n-1}.$$



## Bibliografia

- *Topografia Geral*, João Casaca, Lidel

