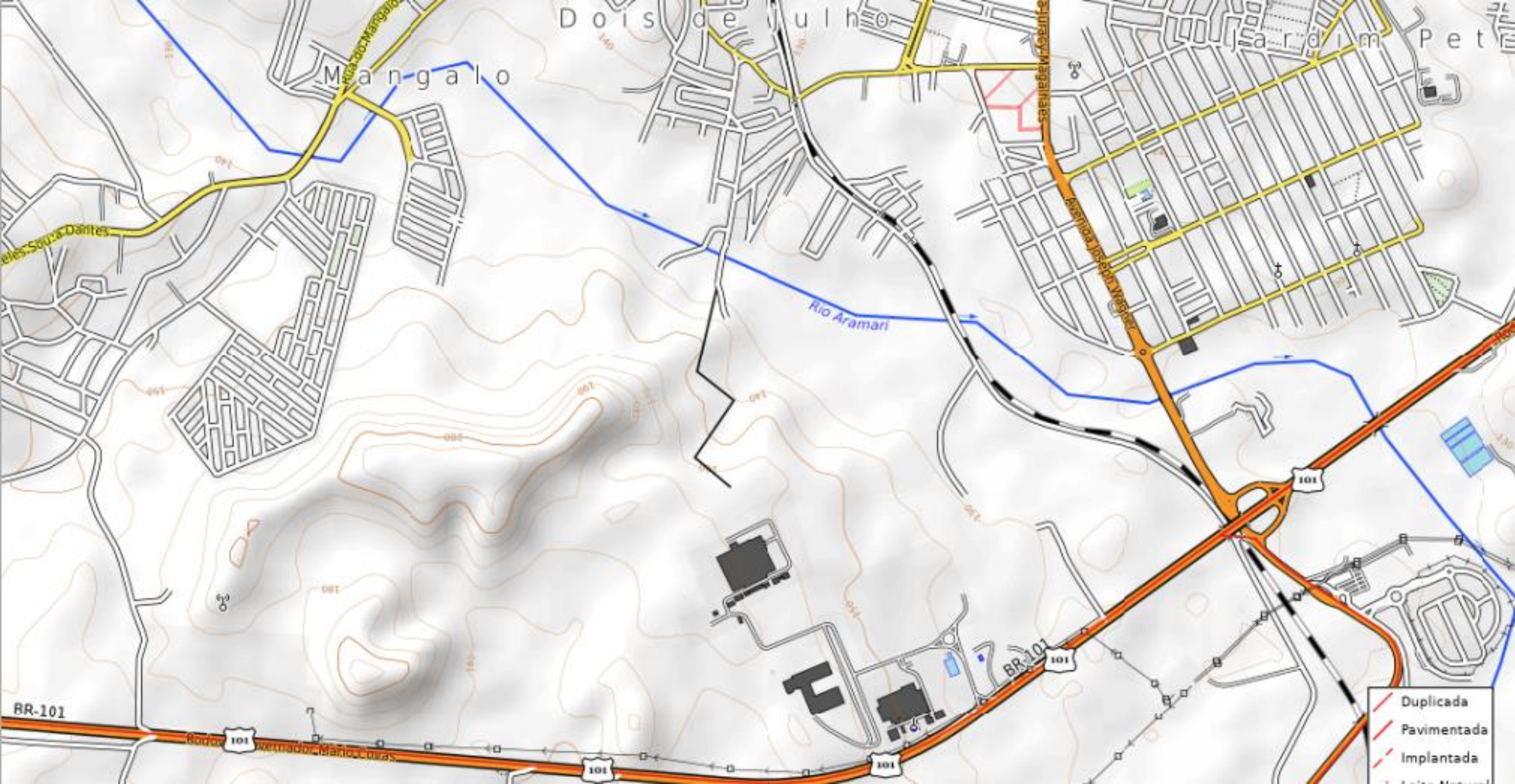


Altimetria e o nivelamento geométrico

PROF.^a ENG. CIVIL PATRÍCIA ANDRADE



O que é altimetria?

ciência que estuda, de forma geral, os aspectos geográficos (formas, contornos, dimensões, posição e localização) de um determinado lugar, considerando o relevo

Nivelamento

Operação que permite determinar cotas altimétricas ou altitudes de pontos da superfície da Terra.

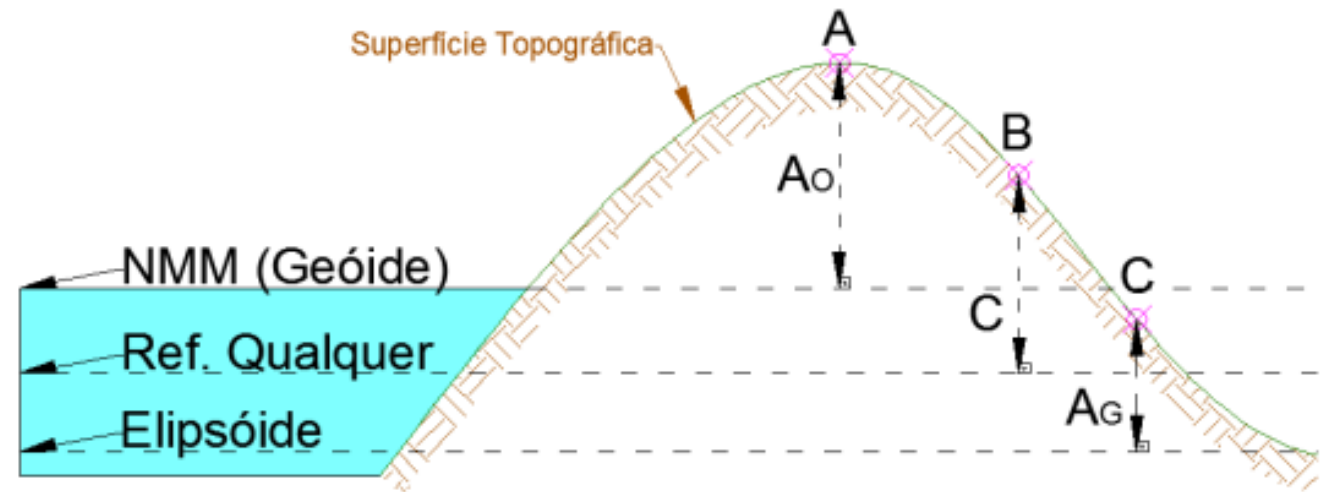
Com estas informações, pode-se representar o relevo topográfico da região levantada.

Nivelamento
Topográfico: {
◦ Geométrico
◦ Trigonométrico

Referencial

Superfície Arbitrária

Superfície Geoidal



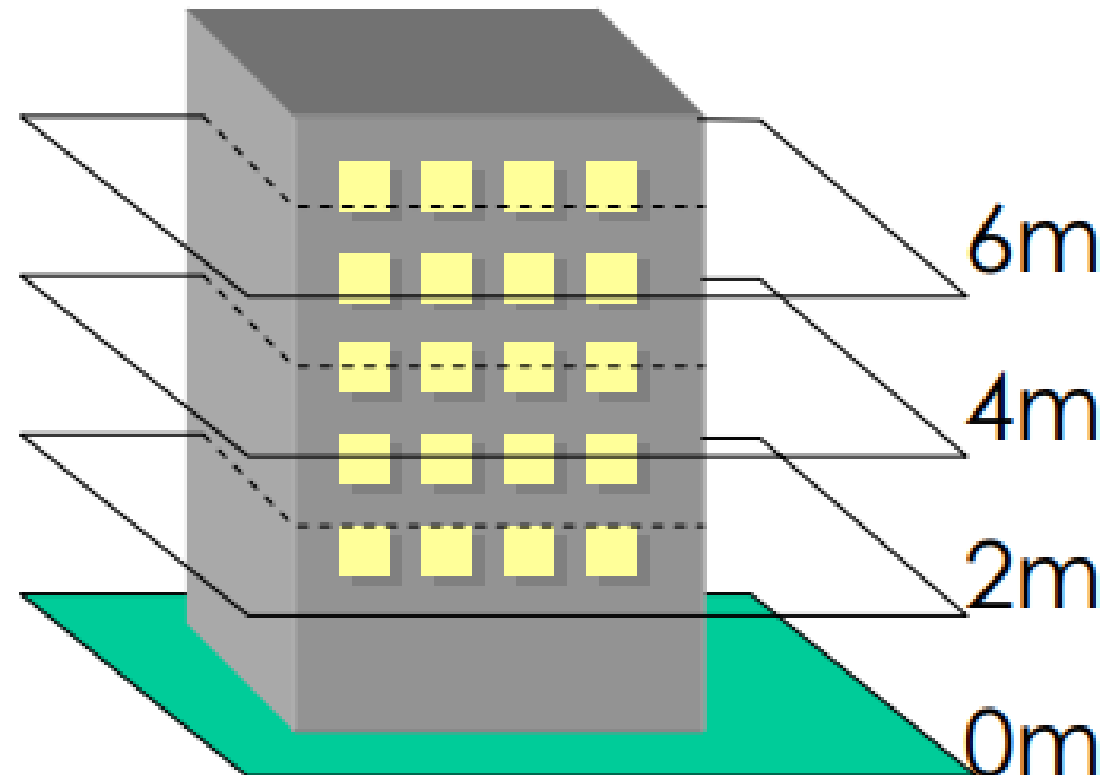
Exemplos de pontos com Altitude Ortométrica (A), Cota (B) e Altitude Geométrica (C).

Superfície de referência

Superfície Arbitrária:

um ponto qualquer é escolhido como referência ou cota origem. Neste caso as cotas são relativas.

Exemplo: no projeto de um edifício, o engenheiro ou arquiteto definiu que o nível do térreo tinha cota 100,00. Com base nesta referência define-se a cota dos subsolos, dos andares, da caixa d'água, etc



Superfície de referência

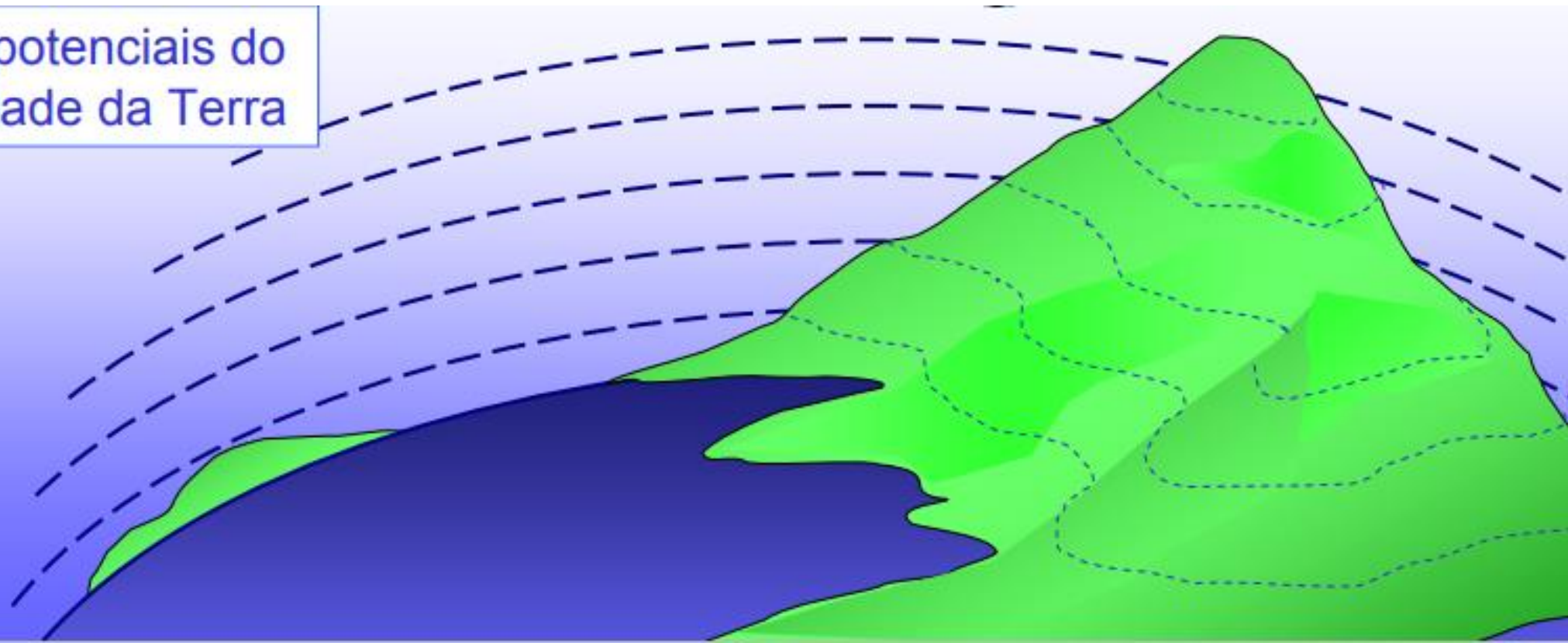
Superfície Geoidal:

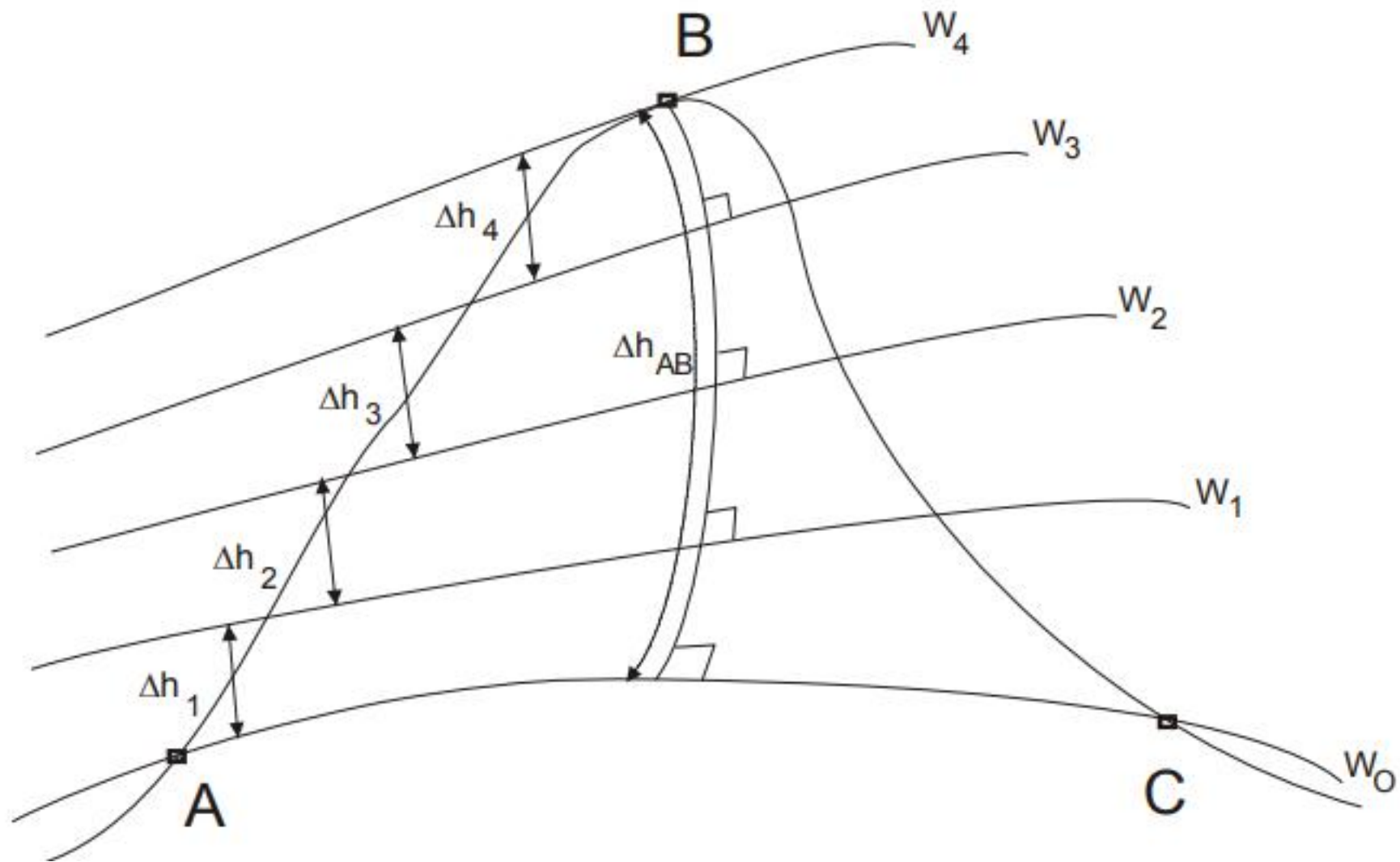
superfície equipotencial coincidente com o nível médio dos mares (não perturbado).

Neste caso a cota passa a ser denominada altitude ortométrica.

Exemplo: no projeto de uma represa, definiu-se que o nível máximo do espelho d'água é na altitude ortométrica = 750,00m. Desta forma, define-se a altura da barragem e a área

Superfícies equipotenciais do campo de gravidade da Terra





Δh_i ($i=1, \dots, 4$) \rightarrow desniveis obtidos pelo nivelamento geométrico entre pontos que situam-se na intersecção da superfície topográfica com as superfícies equipotenciais W_i ($i=0, \dots, 4$).

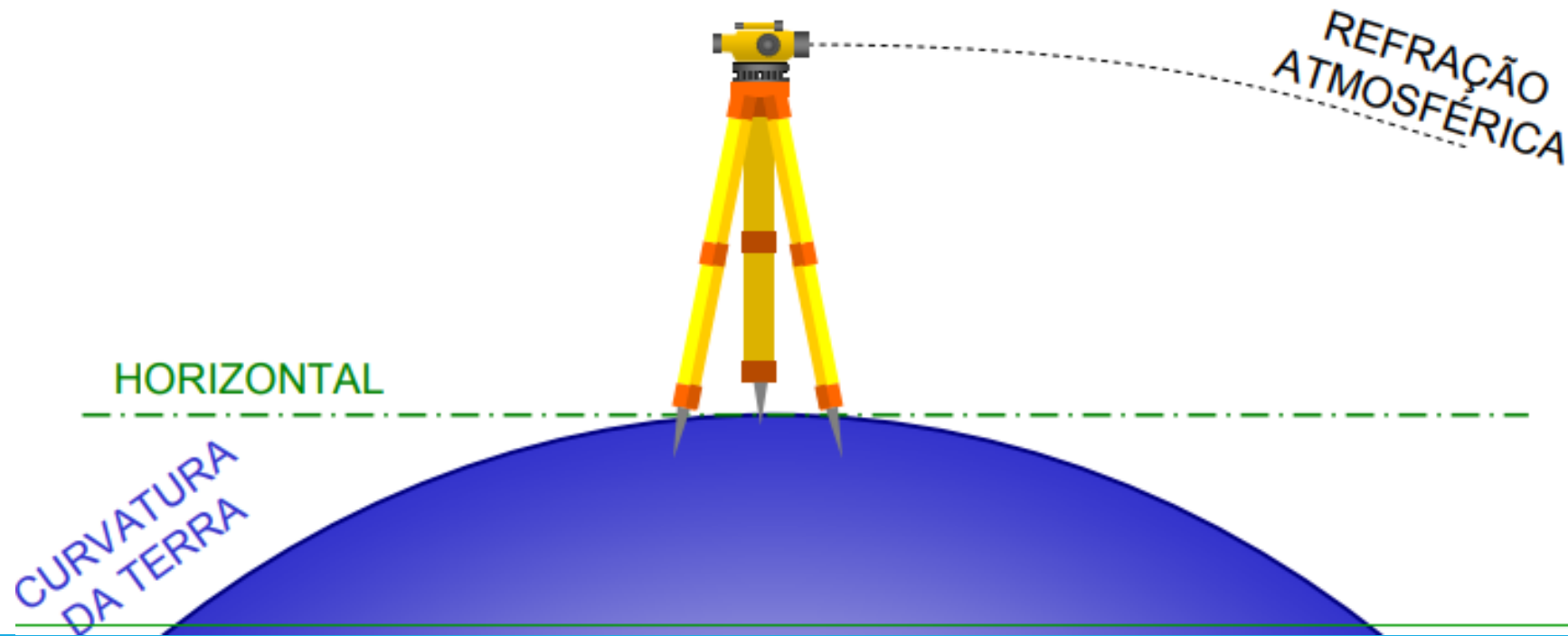
Nivelamento geométrico

Na verdade, o que duas superfícies de nível têm de constante é a diferença de potencial e não a separação entre elas.

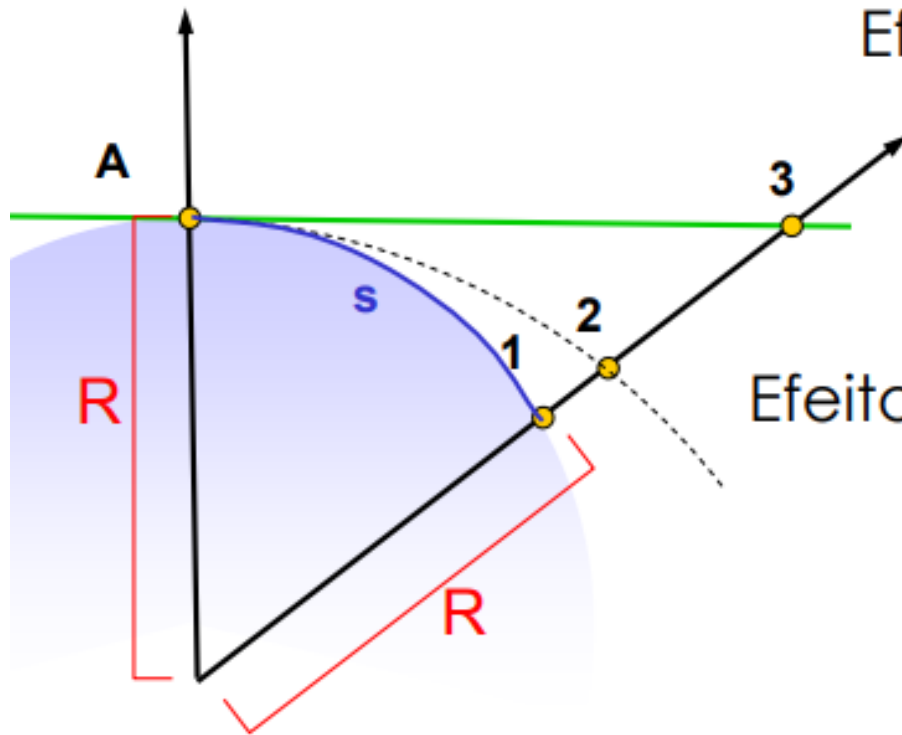
Para se equacionar o problema do nivelamento geométrico é necessário dar sentido físico à altitude. Isto é feito definindo uma grandeza física chamada **número geopotencial (CAB)**

Efeitos da curvatura da Terra e da refração atmosférica

Deve ser considerado para o cálculo correto das cotas:



Efeitos da curvatura da Terra e da refração atmosférica



Efeito da curvatura da Terra

$$c = \overline{13} = \frac{s^2}{2.R}$$

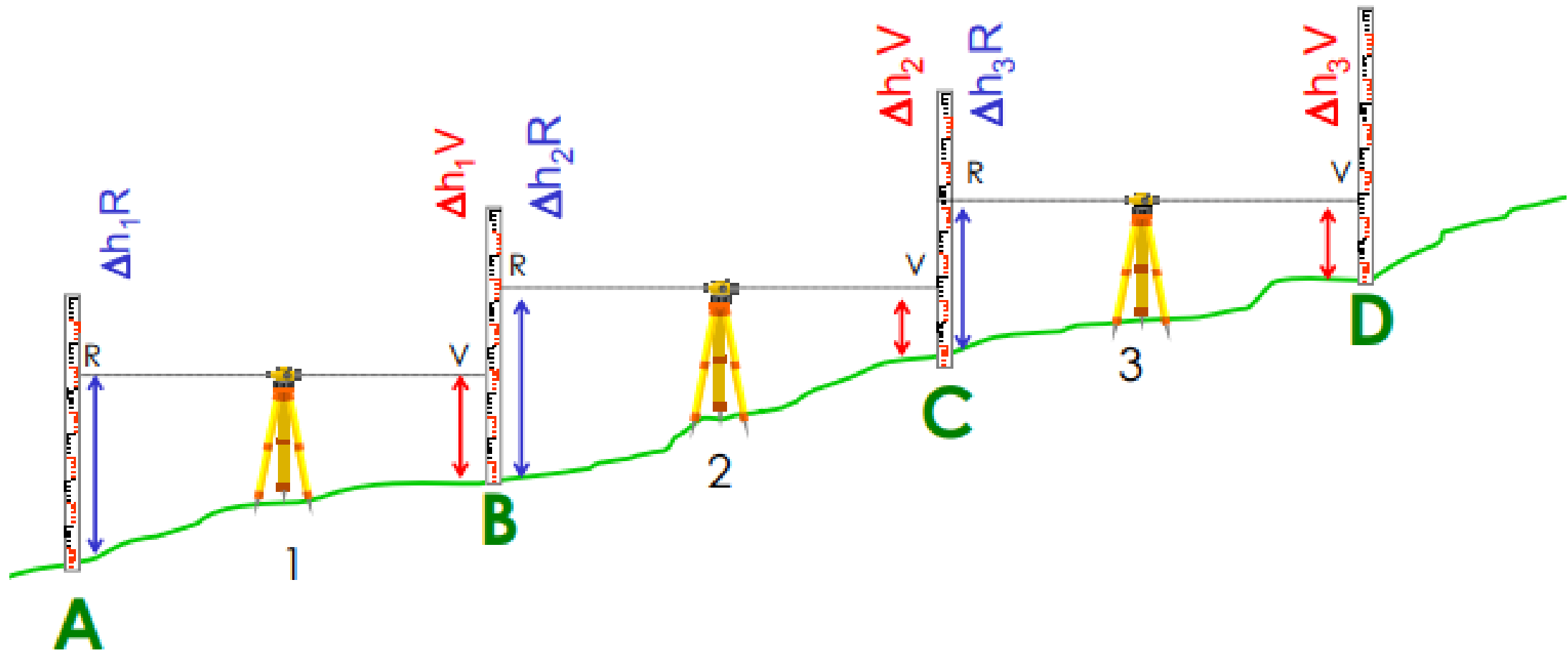
Efeito da refração da atmosfera

$$r = \overline{23} = \frac{1}{15} \frac{s^2}{2.R} = k \cdot \frac{s^2}{2.R}$$

Efeito conjunto (c-r)

$$CR = 7 \cdot s^2(\text{cm})$$

Caminhamento em um levantamento Geométrico



$$Z_D = Z_A + \Delta h_1R - \Delta h_1V + \Delta h_2R - \Delta h_2V + \Delta h_3R - \Delta h_3V$$

Nivelamento geométrico

- Visadas na horizontal
- Emprego de mira e níveis de luneta
- Efeito CR compensado pela equidistância das miras de vante e ré ($s_r = s_v < 50m$)

(R) ré

(visada de partida)

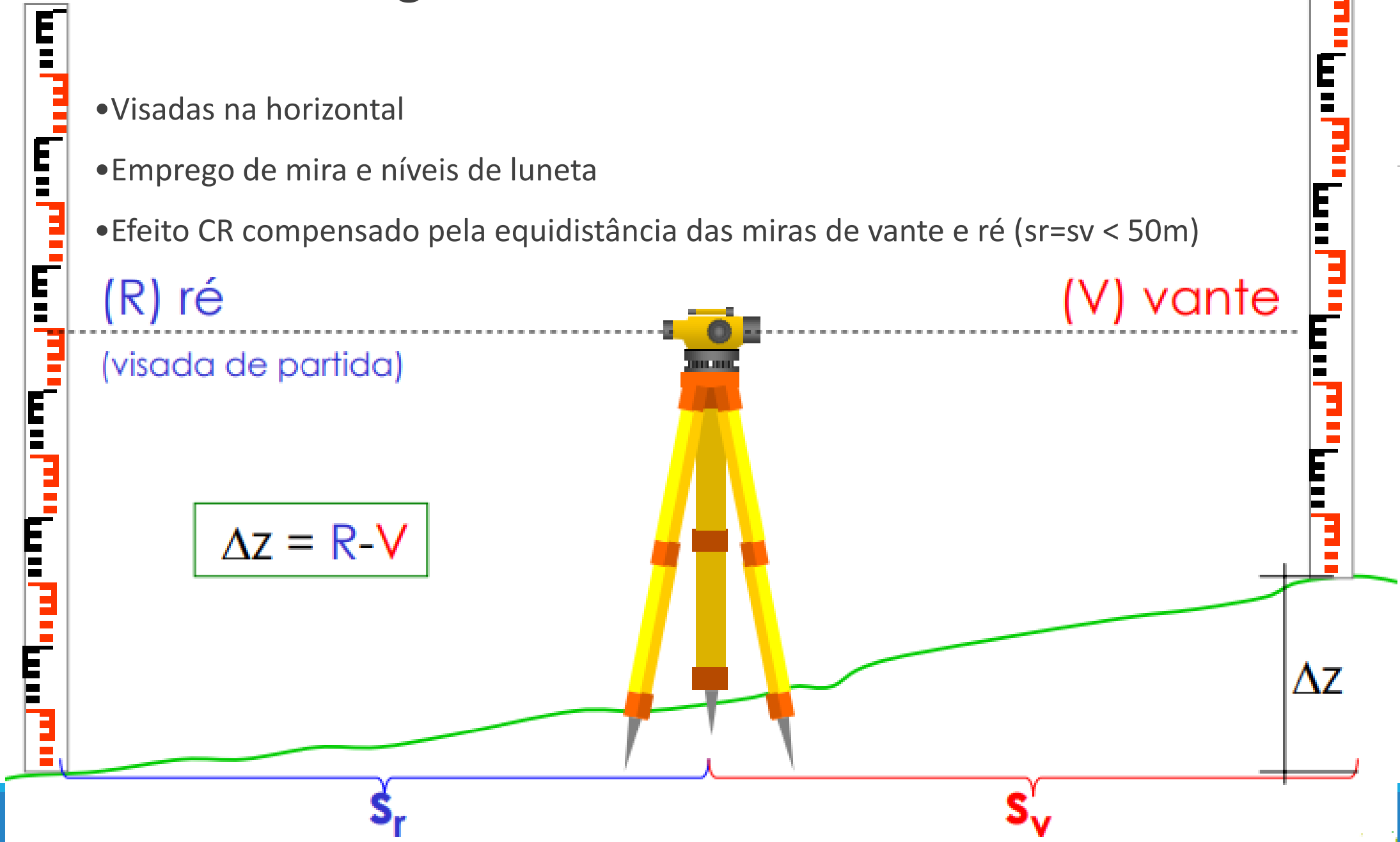
(V) vante

$$\Delta Z = R - V$$

s_r

s_v

ΔZ



Nivelamento geométrico

Deve-se fechar o percurso, voltando ao ponto de partida do caminhamento, para ser feito controle do erro total. Isto não é necessário caso se parta de uma RN para se chegar a outra.

Erro tolerável de fechamento:

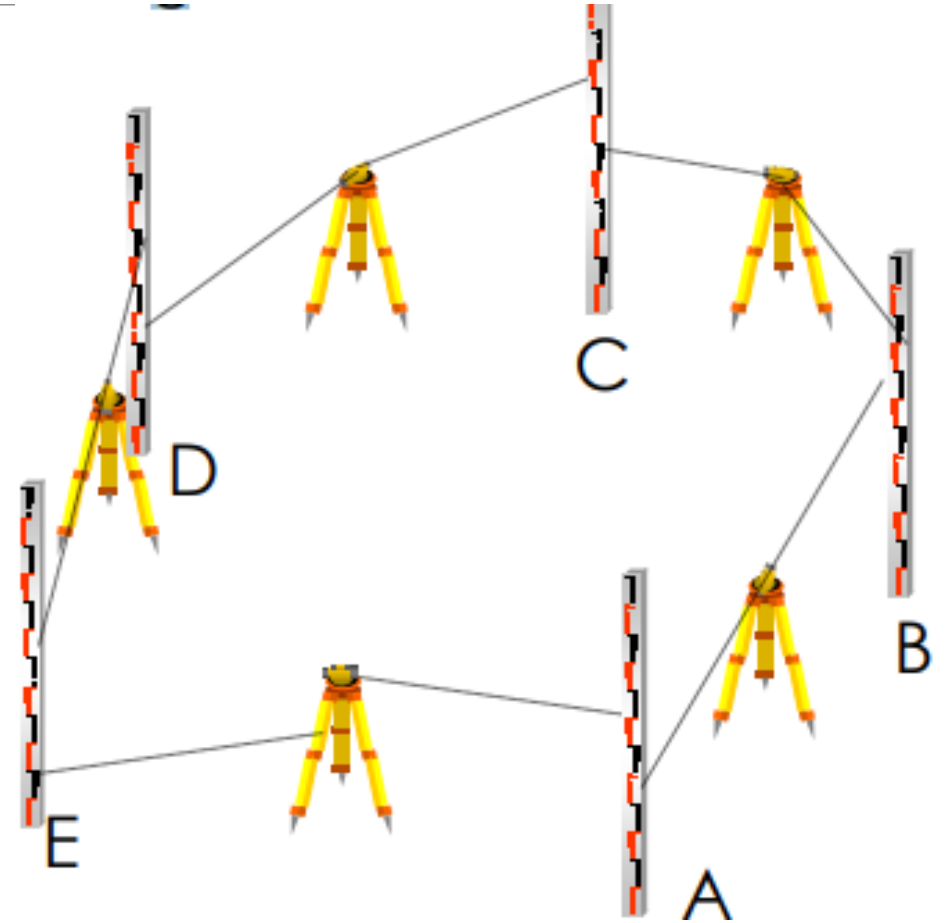
$$f = k \cdot \sqrt{s}$$

$k=10\text{mm/km}$ (constante instrumental)

s = distância efetivamente nivelada (em km)

Distribuição do erro:

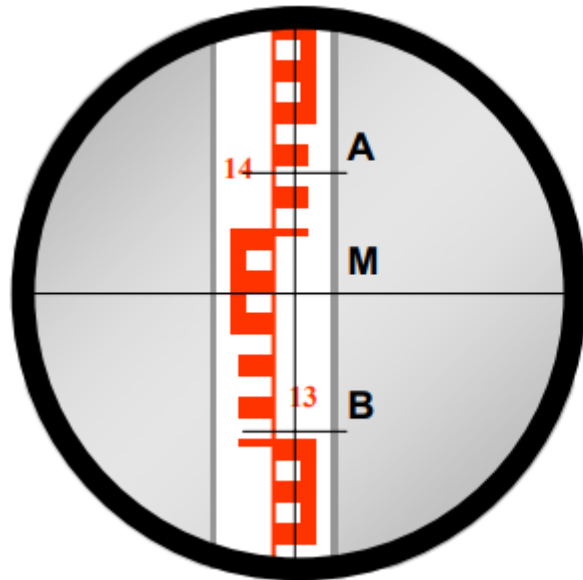
- equitativa
- proporcional à distância



Nivelamento geométrico

Controle local do erro:

Leitura dos três retículos da luneta



$$AM = A - M$$

$$MB = M - B$$

$$\mathbf{AM = MB}$$

Exercício: Exemplo de nivelamento geométrico

1ª etapa: Leitura da mira Inserir valores das estadias, colhidas com auxílio do nível

2ª etapa: Cálculo da distância

$$d = k \cdot (A - B)$$

3ª etapa: Cálculo da mira

$$M = R = V = \frac{A + B}{2}$$

4ª etapa: Somas Inserir no final da planilha as somas das distâncias, ré e vante

Exercício: Exemplo de nivelamento geométrico

5ª etapa: Erro de fechamento

$$e = \sum_{vante} - \sum_{ré}$$

6ª etapa: Erro tolerável

$$f = 10 \times (s(\text{km}))^{1/2}$$

7ª etapa: Cotas provisórias

$$Z_{n+1} = Z_n + Ré - Vante$$

8ª etapa: Distribuição dos erros

O erro de fechamento foi dividido pelo número de pontos de vante , distribuído cumulativamente e aplicados aos mesmos pontos e também aos de detalhe.