

ESTIMATIVA EXPERIMENTAL DO APOGEU

MÉTODO IDEAL 1

Dados: g , t_I

$$H = \frac{g}{2} \left(\frac{t_I}{2} \right)^2 \quad (1)$$

onde g = aceleração gravitacional local (m/s^2)

t_I = tempo de voo entre a decolagem e o impacto (s)

H = apogeu estimado que o espaçomodelo (EM) atingiu (m)

Simplificações:

- sem arrasto
- sem fase propulsada
- $t_H = \frac{t_I}{2}$ (tempo de voo entre a decolagem e o apogeu) (s)

MÉTODO IDEAL 2

Dados: g , t_H

$$H = \frac{g}{2} t_H^2 \quad (2)$$

Simplificações:

- sem arrasto
- sem fase propulsada

MÉTODO A

Dados: α , \overline{OL}

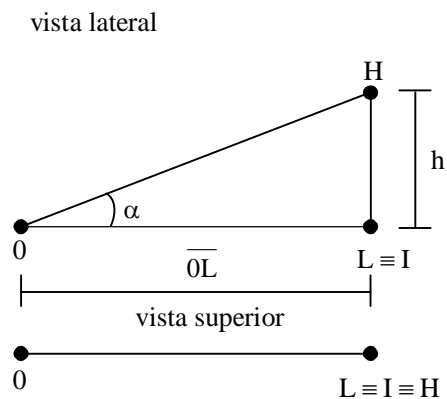


Figura 1: Apogeu – Método A

onde: O = ponto do observador

L = ponto de lançamento do EM

I = ponto de impacto do EM

H = ponto de apogeu do EM

h = apogeu (altura atingida) do EM

\overline{OL} = distância entre O e L

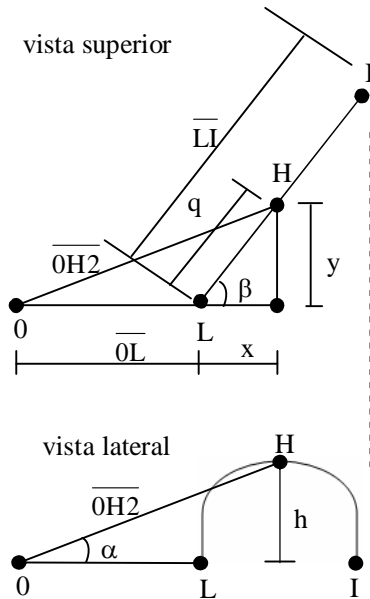
$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{h}{\overline{OL}} \quad \rightarrow \quad h = \overline{OL}\operatorname{tg}\alpha \quad (3)$$

Simplificações:

- vôo puramente vertical, sem deslocamento horizontal
- α é medido corretamente

MÉTODO B

Dados: α , \overline{OL} , β , \overline{LI}



x = deslocamento de H , em relação a L , no sentido paralelo a OL

y = deslocamento de H , em relação a L , no sentido perpendicular a OL

q = deslocamento de H , em relação a L , no sentido paralelo a LI

Figura 2: Apogeu – Método B

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{h}{\overline{OH2}} \quad \overline{OH2} = \sqrt{(\overline{OL} + x)^2 + y^2}$$

$$x = q \cos \beta \quad y = q \operatorname{sen} \beta \quad q = \frac{\overline{LI}}{2}$$

$$h = \overline{OH2} \operatorname{tg} \alpha \quad (4)$$

Simplificações:

- α é medido corretamente
- $q = \frac{\overline{LI}}{2} \Rightarrow t_H = \frac{t_I}{2}$

MÉTODO C

Dados: α , $\overline{0L}$, β , \overline{LI} , t_H , t_I

Idêntico ao Método B, mas considerando que: $q = \frac{t_H}{t_I} \overline{LI}$ (5)

MÉTODO D: aplicativo Trajetoria 1.0

Dados: t_I e outros (ver o aplicativo Trajetoria 1.0)

Simular a trajetória até que t_I obtido com o aplicativo Trajetoria 1.0 se iguale com o t_I experimental.

MÉTODO E: aplicativo RockSim 7.0

Dados: t_I e outros (ver o aplicativo RockSim 7.0)

Simular a trajetória até que t_I obtido com o aplicativo RockSim 7.0 se iguale com o t_I experimental.

MEDIÇÕES NO DIA DOS LANÇAMENTOS

N = norte da bússola

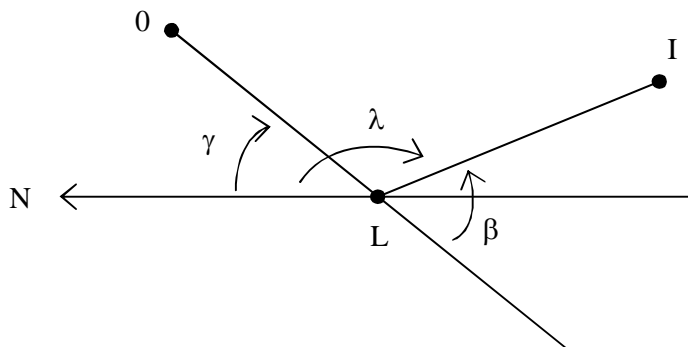


Figura 3: Variáveis envolvidas na análise dos lançamentos

Medições que serão feitas:

- \overline{OL} (m)
- \overline{LI} (m)
- γ = ângulo de azimute entre \overline{LN} e $\overline{L0}$ (graus)
- λ = ângulo de azimute entre \overline{LN} e \overline{LI} (graus)
- α = ângulo de elevação entre \overline{OL} e \overline{OH} (graus)
- t_H (s)
- t_I (s)

O ângulo β é obtido de:

$$\beta = 180 + \gamma - \lambda \quad (6)$$

EXEMPLOS

Exemplo 1

Dados: $g = 9,7876 \text{ m/s}^2$

$$t_H = 3 \text{ s}$$

$$t_I = 10 \text{ s}$$

$$OL = 75 \text{ m}$$

$$LI = 75 \text{ m}$$

$$\alpha = 60^\circ$$

$$\left. \begin{array}{l} \gamma = 0^\circ \\ \lambda = 180^\circ \end{array} \right\} \beta = 0^\circ$$

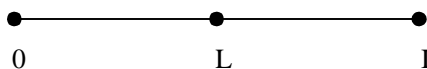


Figura 4: Exemplo 1 – Vista superior

Exemplo 2

Dados: somente mudar $\lambda = 0^\circ \rightarrow \beta = 180^\circ$

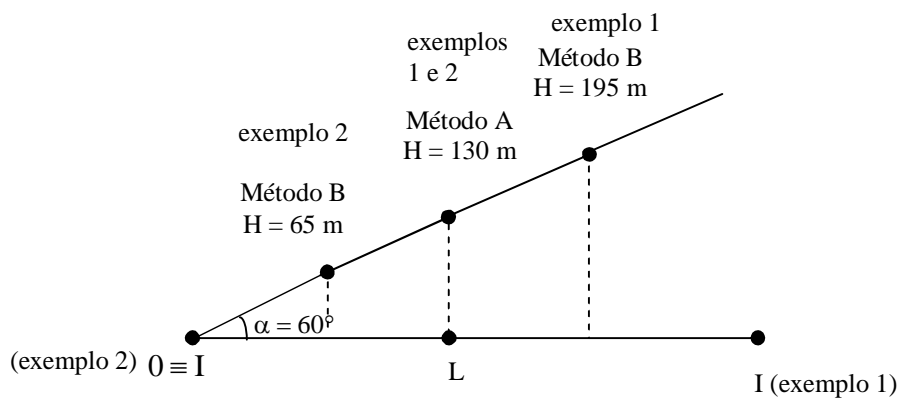


Figura 5: Vista lateral para os exemplos 1 e 2