DEMONSTRE EM AULA

UMA QUESTÃO EM HIDRODINÂMICA

Adalberto Ayjara Dornelles Filho
Centro Tecnológico de Mecatrônica - SENAI/RS
Caxias do Sul – RS

Resumo

Neste artigo chama-se a atenção para um problema relacionado a pressão hidrostática em um fluido. Questiona-se um desenho do fenômeno como sendo equivocado e mostra-se outro desenho como sendo correto.

I. Pense e Responda

O que há de errado nesta figura?

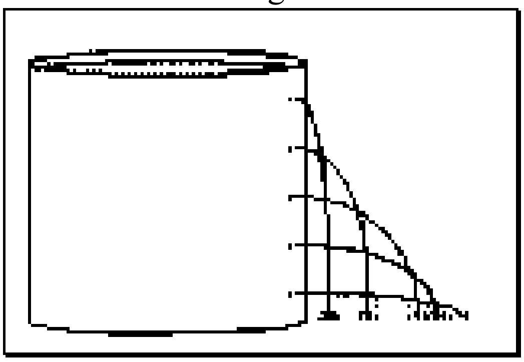

Fig. 1 - A medida que aumenta a profundidade do fluido, aumenta a pressão hidrostática e, consequentemente, a velocidade com que o líquido é lançado pelos orifícios.

II. Lançamento horizontal

O desenho mostrado na Fig. 1 representa a trajetória de jatos de água provenientes de orifícios em uma lata. Este desenho quer mostrar que a pressão hidrostática em um líquido aumenta com a profundidade (*correto!*) e portanto a velocidade com que o jato sai do orifício deve aumentar (*correto!*) e portanto a água deve alcançar uma distância maior (*errado!*).

Este raciocínio erra em deduzir que aumentando a velocidade do jato a água vai cair mais longe. Isto está incorreto pois não leva em consideração a cinemática da trajetória do jato de água: *lançamento horizontal!* O alcance do jato depende tanto da *velocidade* quanto da *altura* do lançamento.

Podemos calcular o alcance do jato d'água com um pouco de cálculo. Vejamos:

O alcance **x** da água (Fig. 2) é dado por:

$$x = v_L . t_Q \qquad (1)$$

onde v_L é a velocidade de lançamento horizontal do jato e t_Q o seu tempo de queda. O tempo de queda é dado por:

$$T_Q = \sqrt{\frac{2.h}{g}} \qquad (2)$$

onde **g** é a aceleração gravitacional e **h** a altura do orifício.

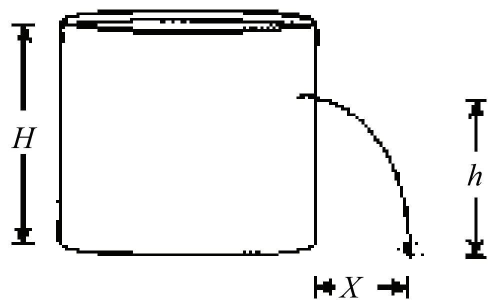

Fig. 2 - O alcance x depende da altura h do orifício e da altura H de líquido no recipiente.

A velocidade de lançamento pode ser calculada pela equação de Bernoulli[1], obtendo:

---

[1] A equação de Bernoulli nos diz que para dois pontos quaisquer em um fluido:

$$p + \frac{1}{2}.\mu..v^2 + \mu.g.h = cons\tan te$$

onde **p** é a pressão do fluido, μ é a massa específica e **v** é a velocidade do escoamento. Tomando um dos pontos como sendo a superfície do líquido e o outro como sendo a saida do orifício podemos dizer que:

$$v_L = \sqrt{2.g.(H-h)} \qquad (3)$$

onde **H** é a altura da superfície livre da água. Assim de (2), (3) → (1) obtemos:

$$x = \sqrt{2.g.(H-h).\sqrt{\frac{2.h}{g}}}$$

ou seja:

$$x = 2.\sqrt{(H-h).h} \qquad (4)$$

Pode-se mostrar que a alcance máximo, dado pela equação (4), ocorrerá para o orifício situado a uma latura **h** tal que:

e que orifícios posicionados simetricamente acima e abaixo de h_{max} terão o mesmo alcance. Portanto uma representação mais apropriada para o fenômeno seria como o da Fig. 3.

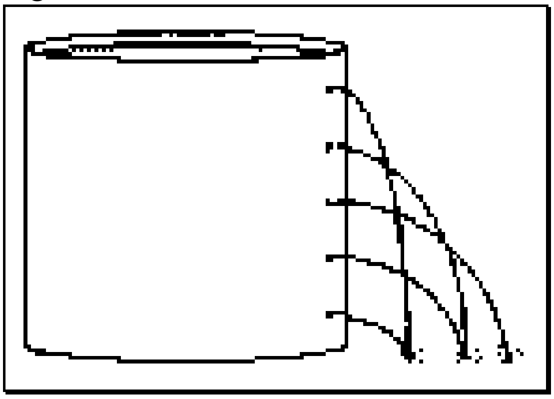

Fig. 3 - Representação correta do alcance do jato de líquido. O alcance máximo se dá pelo orifício em H/2.

$p_1 = p_2 = p_{atm}$ e $v_1 = 0$ e

então: $p_{atm} + 0 + \mu.g.H = p_{atm} + \frac{1}{2}.\mu..v_L^2 + \mu.g.h$

simplificando obtemos:

$v_L = \sqrt{2.g.(H-h)}$

A título de curiosidade realizou-se um pequeno experimento usando água e uma lata (de oleo de soja) com furinhos feitos com prego. [H = 188 mm] Os dados obtidos (Fig. 4) não fitam exatamente o previsto teoricamente pela equação (4) mas mostram que realmente o alcance máximo se dá para as alturas intermediárias, próximas a H/2 (94 mm).

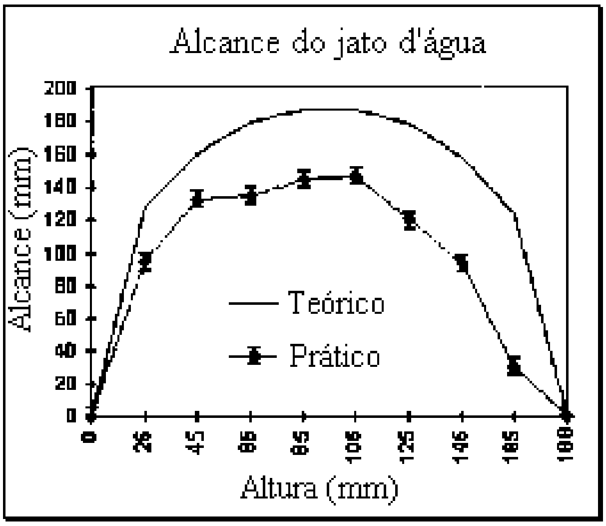

Fig. 4 - Um experimento simples com água e uma lata de óleo. Verificamos que os orifícios situados em alturas intermediátias tem maior alcance.