

Capítulo 2 – Estática dos Fluidos

ME4310

18 e 24/02/2010

A(O) ENGENHEIRA(O) DEVE
RESOLVER PROBLEMAS E
CRIAR OPORTUNIDADES!



Primeiro problema

São dados dois tubos cilíndricos verticais A e B abertos à atmosfera, de seções transversais respectivamente iguais a $0,5 \text{ m}^2$ e $0,1 \text{ m}^2$. As extremidades inferiores desses tubos estão em um plano horizontal e comunicam-se por um tubo estreito (de seção e comprimento desprezíveis), dotado de uma válvula gaveta inicialmente fechada (figura 1). Os tubos contêm líquidos não-miscíveis, de pesos específicos $\gamma_A = 7840 \text{ N/m}^3$ e $\gamma_B = 11760 \text{ N/m}^3$. Sabe-se que os líquidos na situação inicial elevam-se às alturas $h_A = 25 \text{ cm}$ e $h_B = 100 \text{ cm}$. Após a abertura da válvula gaveta pede-se determinar as alturas h_1 e h_2 dos dois líquidos (figura 2).

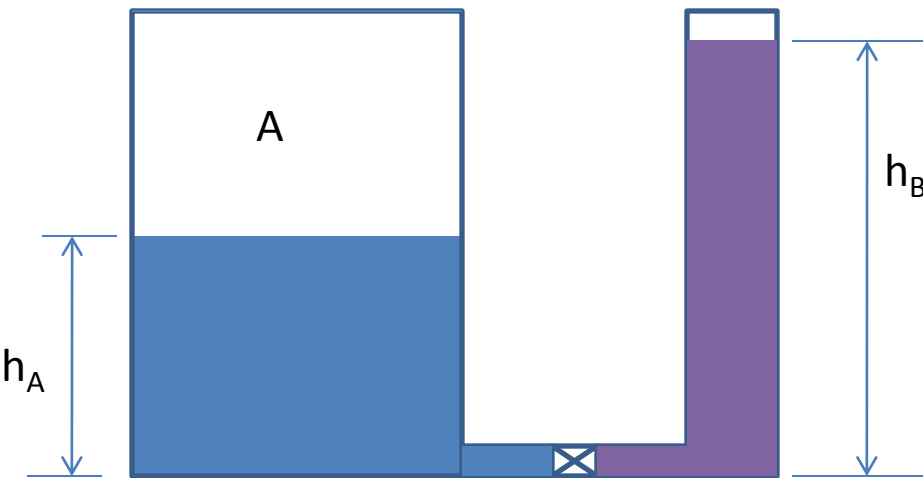


figura 1

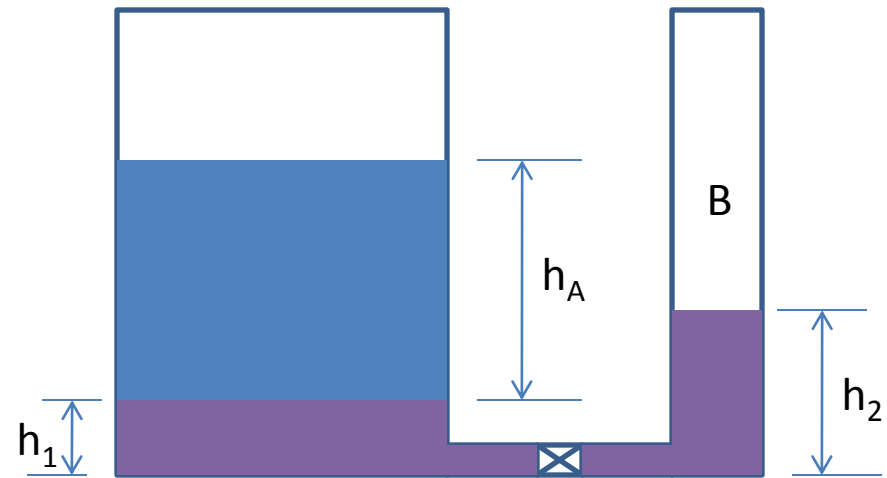


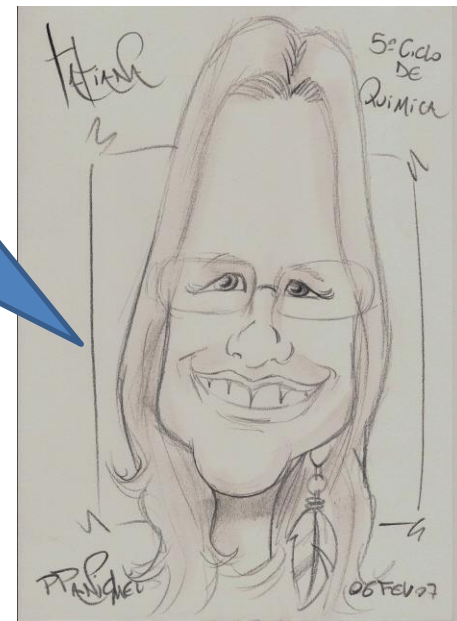
figura 2

O QUE DEVEMOS
ESTUDAR NESTE
CAPÍTULO PARA
RESOLVER O
PROBLEMA
ANTERIOR?



DEVEMOS ESTUDAR **PRESSÃO,**
PRESSÃO EM UM PONTO
FLUIDO, TEOREMA DE STEVIN,
ESCALAS DE PRESSÃO E
UNIDADES DE PRESSÃO!

AS RESTRIÇÕES: FLUIDO
INCOMPRESSÍVEL, CONTÍNUO
E EM REPOUSO.





E ESSES ESTUDOS
SÃO IMPORTANTES?

No mundo contemporâneo, torna-se cada vez mais necessária a medição e controle de determinados parâmetros dos processos, com a finalidade de atender aos mais variados tipos de especificações técnicas, por exemplo a **PRESSÃO** pode ser considerada como uma das mais importantes grandezas físicas que atua nestes referidos processos.

$$p = \frac{|dF_N|}{dA}$$

pressão em um ponto
fluido pertecente a um
fluido

contínuo
incompressível
repouso

unidades de pressão

é uma grandeza escalar

Pressão

18/02/2010 - v11

teorema de Stevin

carga de pressão

escalas de pressão



pressão em um ponto fluido pertencente a um fluido

contínuo

incompressível

repouso

$$|dF_N| = \int p \times dA$$

Se a pressão for constante $\Rightarrow |dF_N| = p \times A$

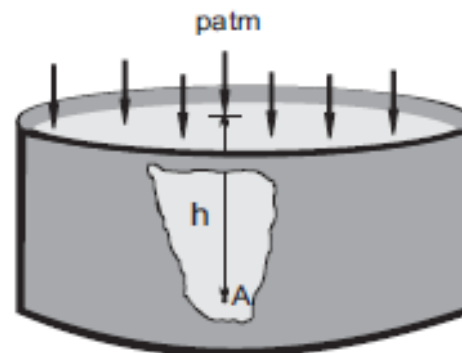
nesta situação, tem-se: $p = \frac{|dF_N|}{A}$

Recordando o conceito de peso específico:

$$\gamma = \frac{\text{peso}}{\text{volume}} = \frac{G}{V} \text{ e lembrando que ele é}$$

constante para um fluido incompressível,

tem-se:

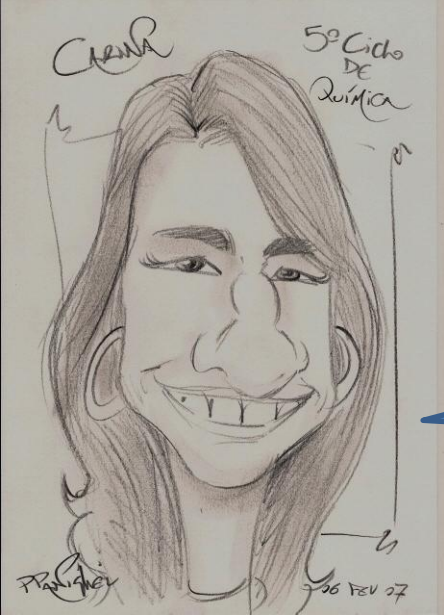


$$pA = p_{atm} + \gamma \cdot h$$

Pressão

18/02/2010 - v10





POR QUÊ?

PELA CONDIÇÃO DE UM FLUIDO CONTÍNUO O PONTO FLUIDO TERÁ SEMPRE UM DIMENSÃO ELEMENTAR (dA) E ISTO IMPLICA QUE SOBRE ELE EXISTIRÁ UM PESO (dG), O QUAL PODE SER DETERMINADO POR:

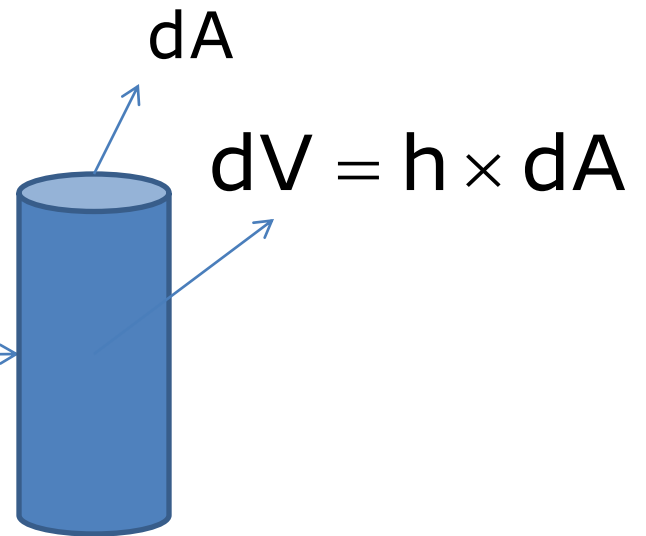
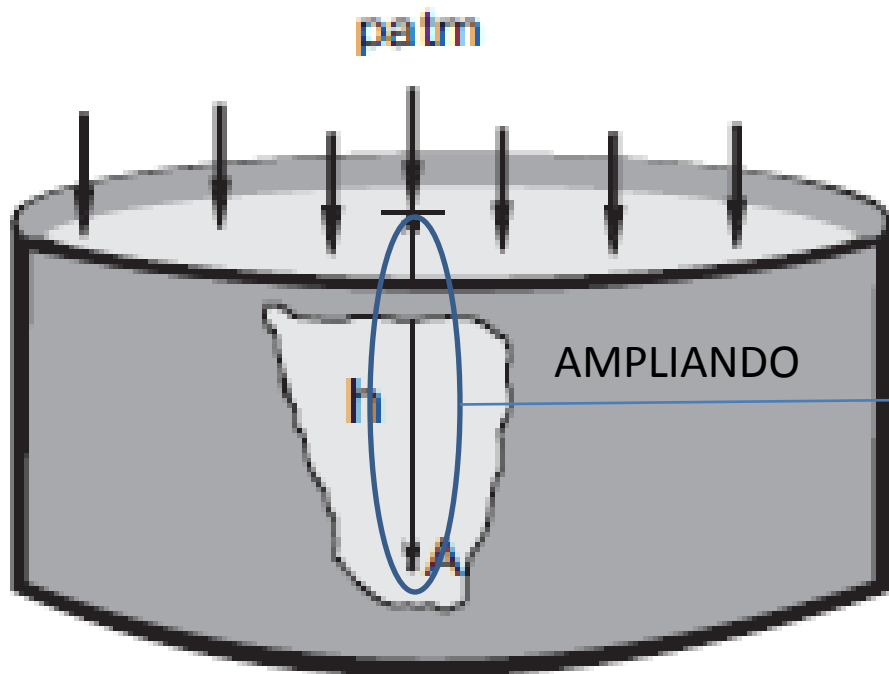
$$dG = \gamma \times dV$$

$$dG = \gamma \times h \times dA$$





AÍ FICOU
FÁCIL!



$$\therefore dG = \gamma \times dV$$

$$p = \frac{dG}{dA} = \frac{\gamma \times h \times dA}{dA}$$

PRESSÃO DE UM PONTO
FLUIDO:

$$p = \gamma \times h + p_{atm}$$

Já consideramos o fluido incompressível e contínuo, vamos refletir agora pelo fato dele estar em repouso!

é uma grandeza escalar

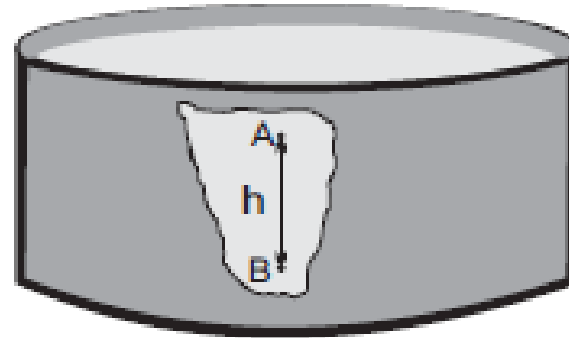
PELA CONDIÇÃO DE ESTAR EM REPOUSO, PODE-SE AFIRMAR QUE A PRESSÃO EM TODAS AS DIREÇÕES NO ENTORNO DO PONTO FLUIDO SÃO IGUAIS, PORTANTO ELA NÃO DEPENDE DA DIREÇÃO, E ISSO COMPROVA SE TRATAR DE UMA GRANDEZA ESCALAR!

Pressão

18/02/2010 - v10



teorema de Stevin



$$p_B - p_A = \gamma \times h$$

p_B → pressão no ponto B

p_A → pressão no ponto A

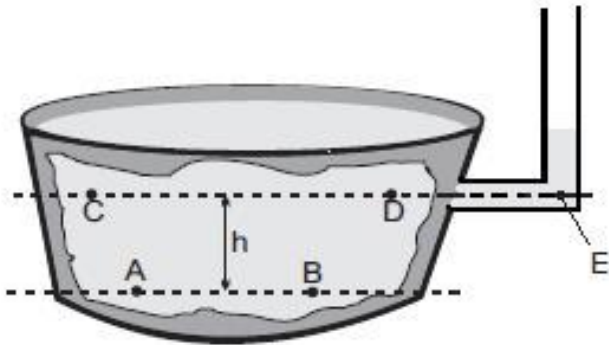
h → diferença de cotas entre o ponto B e A

γ → peso específico do fluido

Pressão

18/02/2010 - v10

CONCLUSÕES



$$p_A = p_B$$

$$p_C = p_D = p_E$$

$$p_A - p_C = p_A - p_D = p_A - p_E = \gamma \times h$$

- 1) para determinar a diferença de pressão entre dois pontos, não importa a distância entre eles, mas sim, a diferença de cotas entre eles;
- 2) a pressão de dois pontos em um mesmo nível, isto é, na mesma cota, é a mesma;
- 3) a pressão independe do formato, do volume ou da área da base do reservatório.

escalas de pressão



Escalas de pressão

Escala absoluta é aquela que adota como o zero o vácuo absoluto, portanto nela só existem pressões positivas, teoricamente se pode ter o zero.

Escala efetiva é aquela que adota como zero a pressão atmosférica local (pressão barométrica), por este motivo pode ser positiva, nula e negativa .

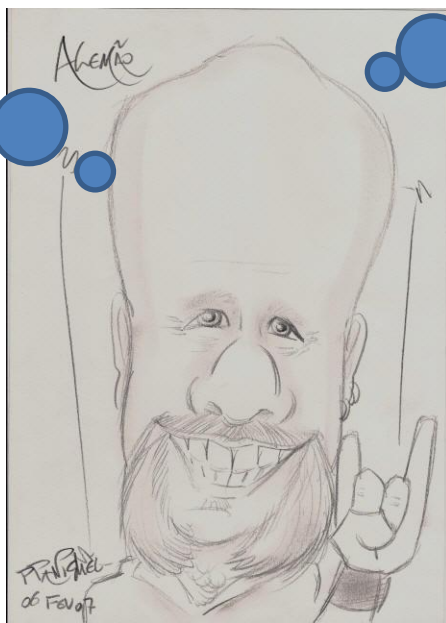
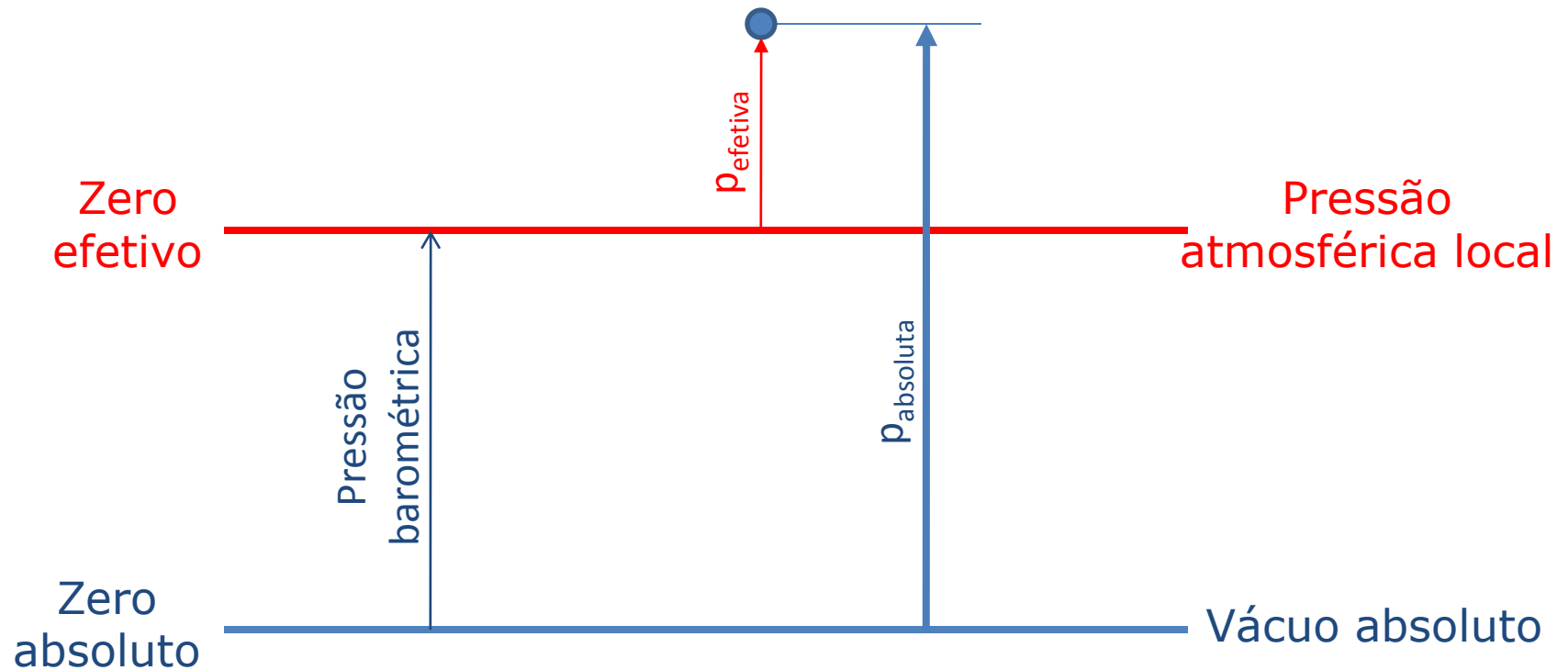


Diagrama comparativo entre escalas



$$p_{\text{absoluta}} = p_{\text{efetiva}} + p_{\text{barométrica}}$$

$$p_{\text{barométrica}} = p_{\text{atm}_{\text{local}}}$$

carga de pressão

Pressão

18/02/2010 - v10



Carga de pressão = h

$$h = \frac{p}{\gamma}$$

Pode-se determinar a carga de pressão, por exemplo no piezômetro e no barômetro, sendo que este último possibilita a determinação da pressão atmosférica local.

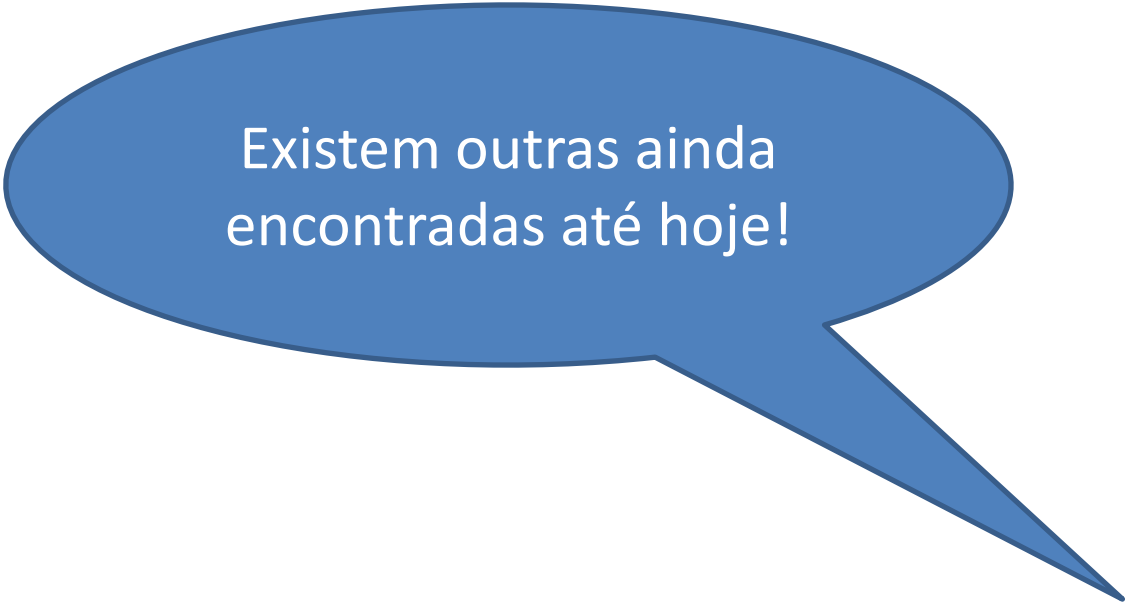


Unidades de carga de pressão

Será sempre uma unidade de comprimento acrescida do nome do fluido considerado, exemplos: mca (metro de coluna d'água), mmHg (milímetro de mercúrio), etc. ...

Unidades de pressão admitidas no SI

Grandeza	Nome	Plural	Símbolo	Equivalência
pressão	atmosfera	atmosferas	atm	101 325 Pa
pressão	bar	bars	bar	10^5 Pa
pressão	milímetro de mercúrio	milímetros de mercúrio	mmHg	133,322 Pa aprox.



Existem outras ainda
encontradas até hoje!

	atm	psi (lbf/pol ²)	kgf/m ²	kgf/cm ²	Pa (N/m ²)	kPa	torr ou mmHg	bar
atm	1	14,69595	10332,27	1,033227	101325	101,325	760	1,01325
psi (lbf/pol ²)	0,06804596	1	703,0696	0,07030696	6894,757	6,894757	51,71493	0,06894757
kgf/m ²	9,678411e-5	0,0014222334	1	10 ⁻⁴	9,80665	0,00980665	0,07355592	9,80665e-5
kgf/cm ²	0,9678411	14,22334	10 ⁴	1	98066,5	98,0665	735,5592	0,980665
Pa (N/m ²)	9,869233e-6	0,0001450377	1,019716e-5	1,019716e-5	1	10 ⁻³	0,007500617	10 ⁻⁵
kPa	0,009869233	0,1450377	101,9716	0,01019716	10 ³	1	7,500617	0,01
torr ou mmHg	0,001315789	0,01933677	13,5951	0,00135951	133,3224	0,1333224	1	0,001333224
bar	0,9869223	14,50377	10197,16	1,019716	10 ⁵	100	750,0617	1

Para obter novas transformação consulte a página:

<http://www.escoladavida.eng.br/mecfluquimica/metamefluquimica.htm>

E clique em “Transformação de unidades”

Com os conceitos anteriores pode-se resolver o primeiro problema

Igualando -se as pressões no fundo dos tubos:

$$\gamma_A \times h_A + \gamma_B \times h_1 = \gamma_B \times h_2$$

$$\therefore 7840 \times 0,25 + 11760 \times h_1 = 11760 \times h_2$$

$$1960 + 11760 \times h_1 = 11760 \times h_2 \Rightarrow 1 + 6 \times h_1 = 6 \times h_2 \Rightarrow (1)$$

Volume inicial do líquido B, que não se altera com a abertura da válvula gaveta :

$$V_{\text{inicial}} = 0,1 \times 1 = 0,1 \text{m}^3 = 0,5 \times h_1 + 0,1 \times h_2$$

$$\therefore h_2 = 1 - 5 \times h_1 \Rightarrow (2)$$

De (2) em (1), tem-se:

$$1 + 6 \times h_1 = 6 \times (1 - 5 \times h_1) \therefore h_1 = \frac{5}{36} \cong 0,1389 \text{m} \Rightarrow h_2 \cong 0,3056 \text{m}$$

Segundo problema

Sabendo-se que o esquema abaixo se encontra em equilíbrio em um local onde a pressão barométrica é 700 mmHg, pede-se:

- a pressão no fundo do recipiente na escala efetiva (p_F);
- a pressão p_F na escala absoluta;
- a cota x .

Dados: $\gamma_{H_2O} = 10^4 \text{ N/m}^3$; $\gamma_r = 10$; $G_2 = 50 \text{ N}$; $D = 79,79 \text{ cm}$

