

INSTITUTO SUPERIOR DE AGRONOMIA
UC Física I (2015-2006) – FICHA DE TRABALHO PRÁTICO Nº 11
Hidrostática - Manometria

Objectivo

Demonstração dos princípios básicos de hidrostática e manometria.

Equipamento: Reservatório ligado a uma série de tubos verticais - manómetros (Figura 1).

R - Reservatório vertical cilíndrico;
 1 - Manómetro diferencial em U;
 2 e 3 – Manómetros simples verticais;
 4 – Manómetro simples vertical com variação da secção transversal;
 5 – Manómetro que pode ser inclinado a 5°, 30°, 60° e 90° com a horizontal;
 6 – Ligação de cada manómetro e do reservatório a uma seringa que permite alterar a pressão estática.

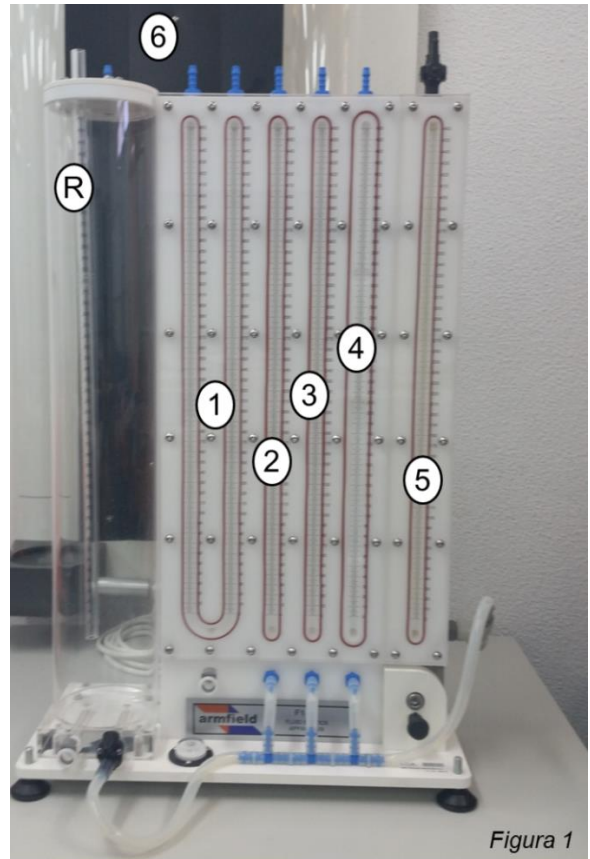
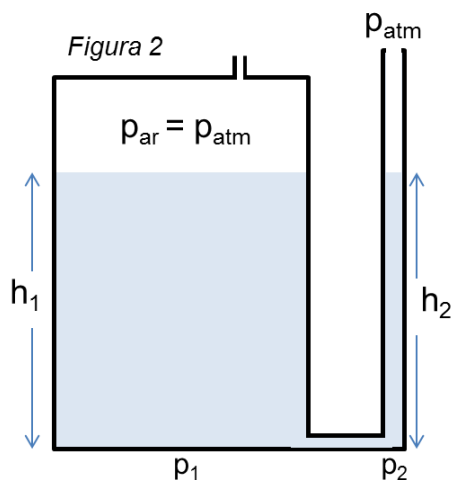


Figura 1

Bases Teóricas

- Se dois reservatórios abertos para a atmosfera forem ligados entre si (Figura 2), a água escoar do reservatório com maior altura de líquido para o reservatório com menor altura de líquido até que as alturas de líquido nos dois reservatórios sejam iguais. Deste modo, as pressões p_1 e p_2 são iguais e, não existindo gradiente de pressões, não há movimento do líquido.



Pela equação fundamental da hidrostática:

$$p_1 = \rho g h_1 + p_{atm}$$

$$p_2 = \rho g h_2 + p_{atm}$$

Sendo:

p_1 e p_2 a pressão (Pa),

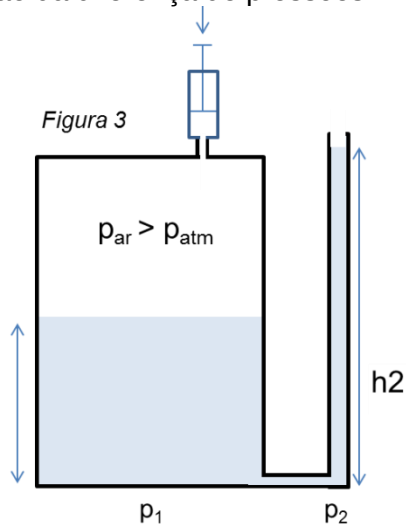
ρ a massa volúmica do líquido (kg m^{-3}),

g a aceleração da gravidade (m s^{-2}),

h_1 e h_2 a altura de líquido (m)

No equilíbrio hidrostático $p_1 = p_2 \Rightarrow h_1 = h_2$

- Se a pressão do ar acima da superfície livre for diferente nos dois reservatórios, as superfícies livres movem-se, atingindo-se o equilíbrio hidrostático em novas posições, em função da diferença de pressões.



Pela equação fundamental da hidrostática:

$$p_1 = \rho g h_1 + p_{ar}$$

$$p_2 = \rho g h_2 + p_{atm}$$

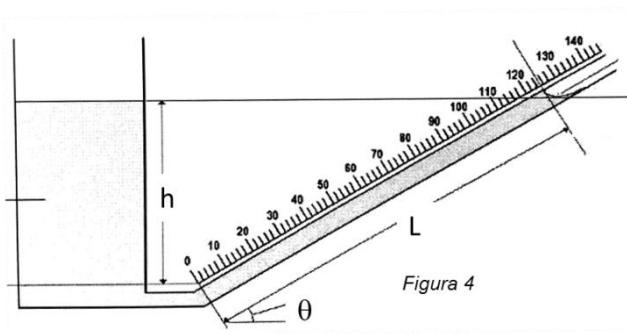
No equilíbrio hidrostático

$$p_1 = p_2 \Leftrightarrow \rho g h_1 + p_{ar} = \rho g h_2 + p_{atm}$$

$$\Leftrightarrow p_{ar} - p_{atm} = \rho g (h_2 - h_1) \Leftrightarrow \Delta p = \rho g \Delta h$$

- Manômetro inclinado

O manômetro inclinado (Figura 4) aumenta a resolução visual, permitindo a medição de diferenças de pressão muito pequenas.



$$h = L \sin \theta$$

$$p = \rho g L \sin \theta$$

Sendo

p a pressão (Pa),

ρ a massa volúmica do fluido (kg m^{-3}),

g a aceleração da gravidade (m s^{-2}),

L a distância na escala inclinada (m)

θ a inclinação em relação à horizontal ($^\circ$)

- Cuidados a ter nas leituras do nível do líquido

O menisco deve ser ignorado e a leitura deve ser feita tal como mostram as Figuras 5 e 6.

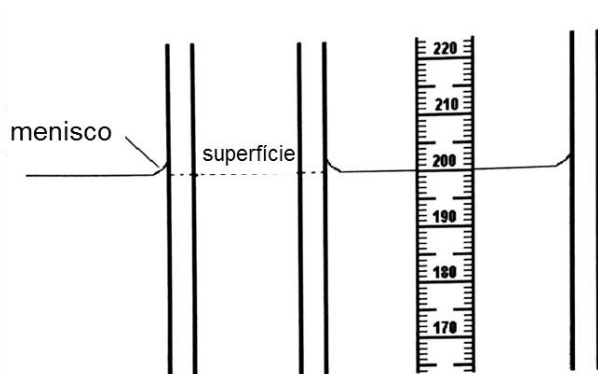


Figura 5

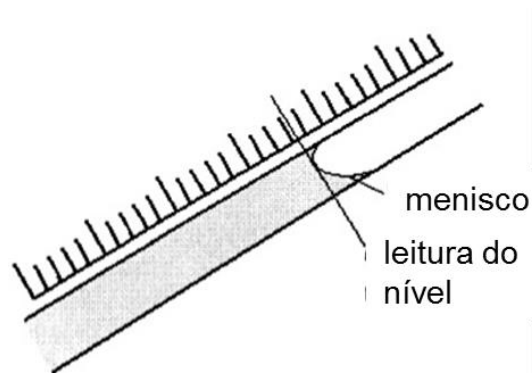


Figura 6

Experiência 1

Observação da superfície livre da água em equilíbrio hidrostático num sistema de vasos comunicantes sujeitos à pressão atmosférica

Procedimento e registo de dados:

- Coloque água no reservatório R até ao nível 150 mm;
- Assegure-se de que o reservatório e os piezómetros estão abertos para a atmosfera;
- Abra a válvula de ligação do reservatório R aos piezómetros;
- Aguarde que se estabeleça o equilíbrio hidrostático;
- Observe os níveis das superfícies livres e registe os valores no Quadro seguinte.

Nível (mm)	Piezómetro			
	P2	P3	P4	P5

- Incline o piezómetro P5 de modo a fazer um ângulo de 60° com a horizontal;
- Registe o nível da superfície livre nos 4 piezómetros no Quadro seguinte;
- Incline o piezómetro P5 de modo a fazer um ângulo de 30° com a horizontal;
- Registe o nível da superfície livre nos 4 piezómetros no Quadro seguinte;

	Nível da superfície livre (mm)			
Inclinação do piezómetro P5	P2	P3	P4	P5
60°				
30°				

Resultados

Apresente o cálculo da pressão na base de todos os piezómetros para cada uma das situações descritas. Comente os resultados com base nos pressupostos teóricos.

Experiência 2

Efeito da variação de pressão exercida na superfície do líquido.

Procedimento e registo de dados:

- Assegure-se de que todos os tubos estão abertos para a atmosfera;
- Verifique que o nível da superfície livre é igual em todos tubos;
- Ligue a seringa ao reservatório e pressione o êmbolo (situação A);
- Registe no Quadro seguinte o nível observado nos piezómetros;
- Retire a seringa e espere que a superfície do líquido retorne ao nível inicial;
- Ligue a seringa ao reservatório e puxe o êmbolo (situação B);
- Registe no Quadro seguinte o nível observado nos piezómetros;

	nível (mm)				
Situação	R	P2	P3	P4	P5
(A)					
(B)					

Resultados

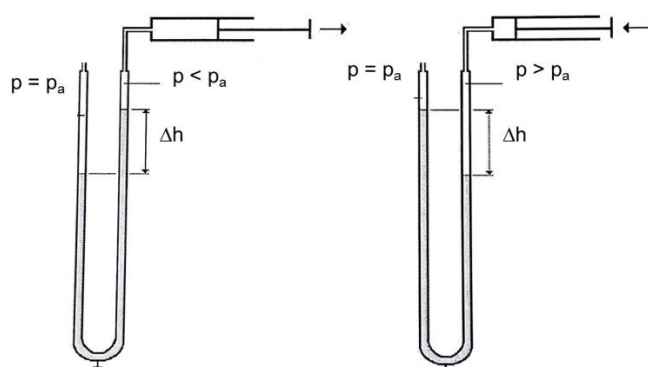
Para cada situação determine a pressão do ar (kN m^{-2}) acima do líquido no reservatório. Comente os resultados.

Experiência 3

Utilização do manómetro diferencial em U para medir diferenças de pressão (Figura 7).

Procedimento e registo de dados:

- Ligue a seringa a um dos ramos do manómetro em U, aplique um acréscimo de pressão e registe o observado no Quadro seguinte;
- Retire a seringa e espere que a superfície do líquido retorne ao nível inicial;
- Aplique um decréscimo de pressão num dos ramos do manómetro e registe o observado no Quadro seguinte.



	nível (mm)		
	h_1	h_2	Δh
Acréscimo pressão			
Decréscimo pressão			

Resultados

Calcule o acréscimo/decréscimo de pressão que provocou as diferenças de nível observadas. Comente os resultados.

Conclusões