

Mecânica dos Fluídos e reologia

Prof. Gerônimo Virgínio Tagliaferro

Ementa

- 1) Fundamentos de mecânica dos fluidos. Revisão de estática dos fluidos.
- 2) Formulação integral e diferencial das equações de transporte de massa, energia e quantidade de movimento.
- 3) Análise dimensional e semelhança. Escoamento incompressível de fluidos ideais e viscosos, regime laminar e turbulento.
- 4) Equação de Navier-Stokes. Teoria da camada limite. Escoamento de fluidos não newtonianos. Formulação tensorial: tensão e deformação.
- 5) Viscosidade e reometria. Viscoelasticidade. Aplicações.

Programa completo

- 1) Introdução: conceito de fluido; propriedades e conceito de contínuo; modelagem de processos de transferência; métodos de análise; dimensões e unidades.
- 2) Revisão de estática de fluidos: equação básica da hidrostática, variação de pressão em um fluido estático; princípios de Stevin, de Pascal e de Arquimedes.
- 3) Formulação integral das equações de transporte: teorema de transporte de Reynolds; aplicação para os princípios de conservação de massa, quantidade de movimento e energia; equação de Bernoulli.
- 4) Formulação diferencial das equações de transporte: descrição do escoamento; forma diferencial: dos princípios de conservação de massa, quantidade de movimento e energia; formulação adimensional, análise dimensional e semelhança. Grupos adimensionais: número de Reynolds e número de Grashoff.

Programa completo

- 5) Escoamento incompressível interno: equações de Euler; lei de Newton para a viscosidade, tensões de cisalhamento; equação de Navier-Stokes; regimes de escoamento: escoamento laminar e turbulento. Cálculo de perda de carga (distribuída e localizada), coeficiente de atrito.
- 6) Escoamento incompressível externo: introdução à camada limite; escoamento ao redor de corpos, força da arraste. Introdução a reologia. Definição e formulação tensorial de tensão e deformação.
- 7) Tipos de deformação e escoamento de materiais. Equações fundamentais da reologia. Escoamento de fluidos newtonianos e não newtonianos.
- 8) Viscosimetria e reometria. Reologia de sistemas dispersos. Colóides e emulsões. Soluções diluídas. Viscosimetria capilar. Aplicações

Datas das Provas e Critério

✓ P1 –

✓ P2 –

✓ REC –

CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO

- Método

A avaliação será feita por meio de duas provas escritas P1 e P2 e por listas de exercícios e relatórios.

Critério

A Nota final (NF) será calculada pela média ponderada das provas escritas e pela média dos trabalhos TR da seguinte

maneira: $NF = (P1 + 2 \cdot P2 + TR) / 4$

Norma de Recuperação

A recuperação será feita por meio de uma prova escrita (PR) e a média de recuperação (MR) calculada pela fórmula: $MR = (NF + PR) /$

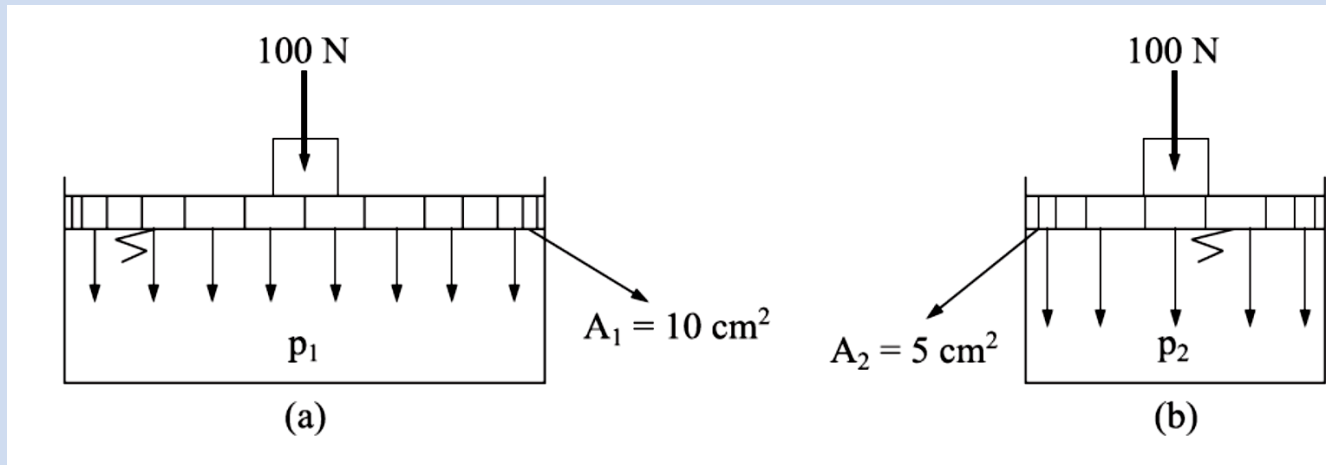
Bibliografia

- 1) YONG, D. F.; OKIISHI, T. H.; MUNSON, B.R. Fundamentos da mecânica dos fluidos. São Paulo: Edgard Blucher
- 2) BRUNETTI, F. Mecânica dos fluídos. São Paulo: Pearson Education.
- 3) FOX, Robert W. Introdução à mecânica dos fluídos. Rio de Janeiro: LTC.
- 4) WHITE, Frank M. Mecânica dos fluídos. Rio de Janeiro: Mcgraw-hill Interamericana.
- 5) BIRD, R. B.; STEWART, W. E.; LIGHTFOOT, E. N. Fenômenos de Transporte. LTC Editora, 2004.

Estática dos Fluídos

Pressão

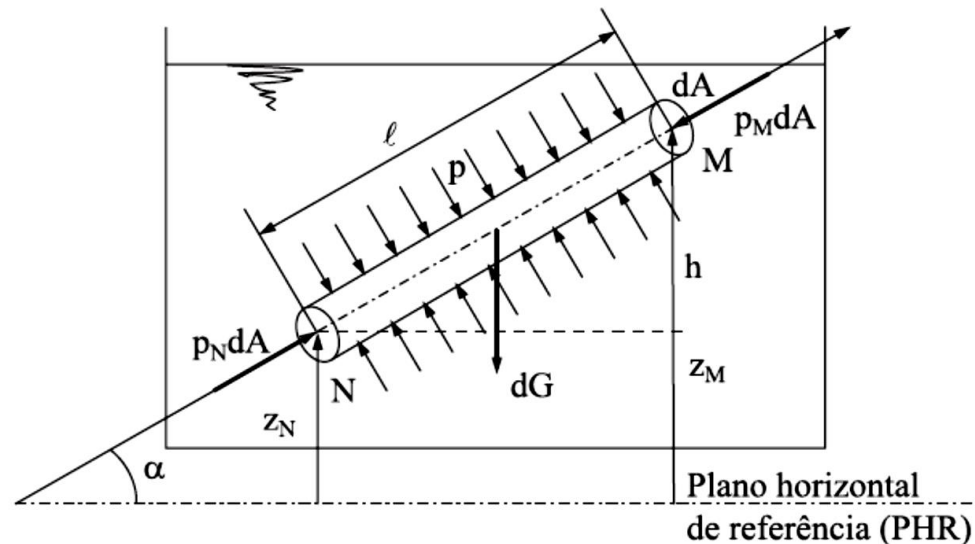
$$p = \frac{dF_n}{dA} \quad p = \frac{F_n}{A}$$



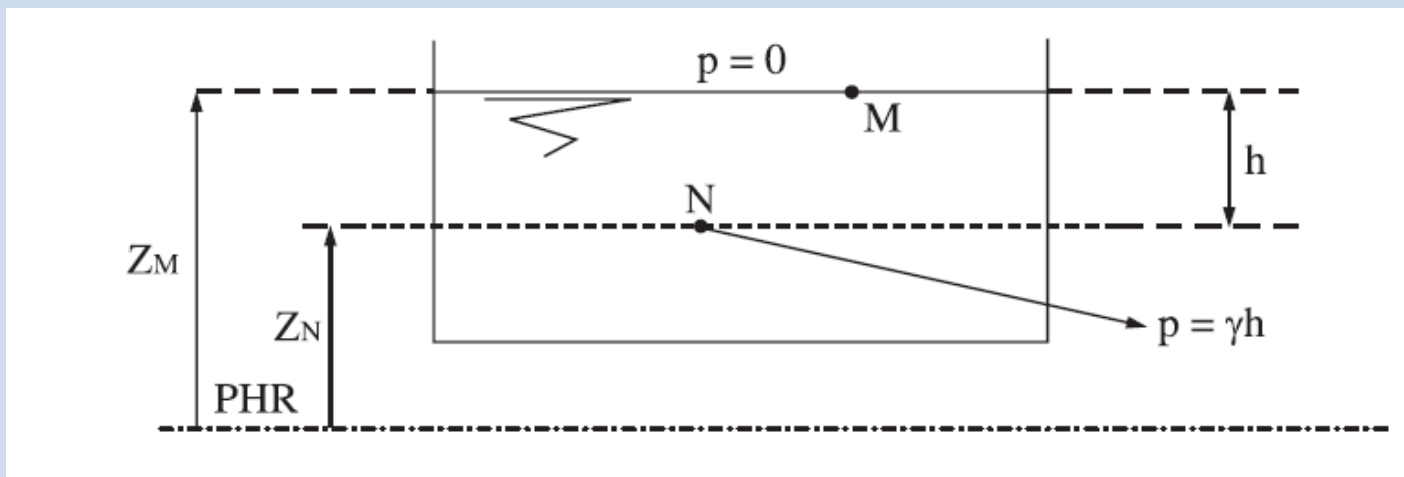
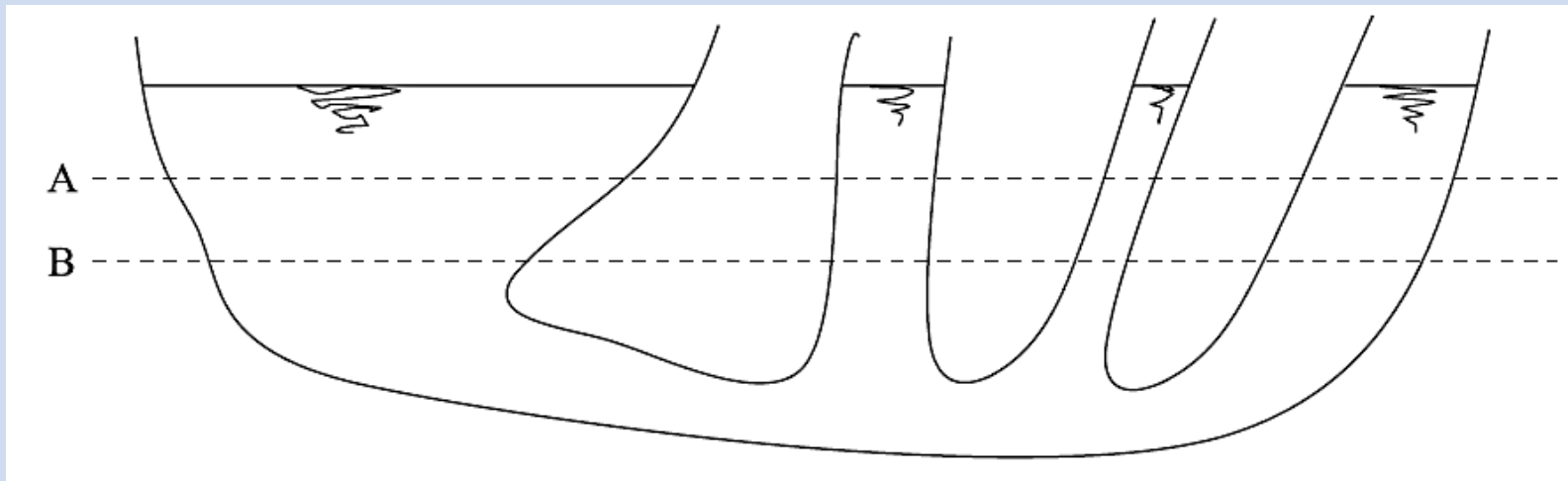
Teorema de Stevin

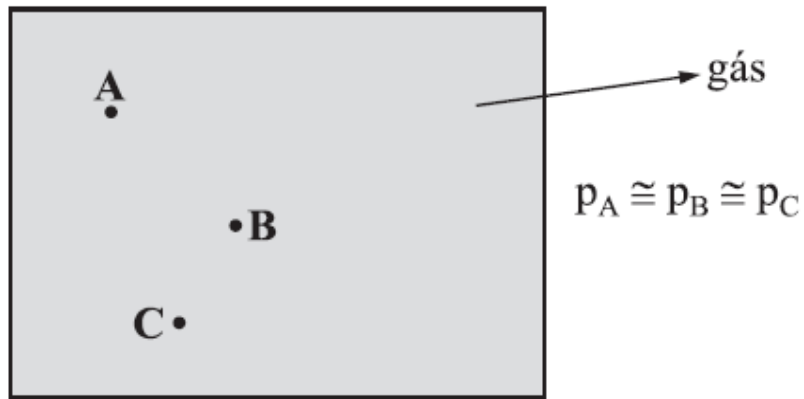
- A diferença de pressão entre dois pontos de um fluido em repouso é igual ao produto do peso específico do fluido pela diferença de cotas dos dois pontos.

$$P_N - P_M = \gamma h = \gamma(z_M - z_N)$$

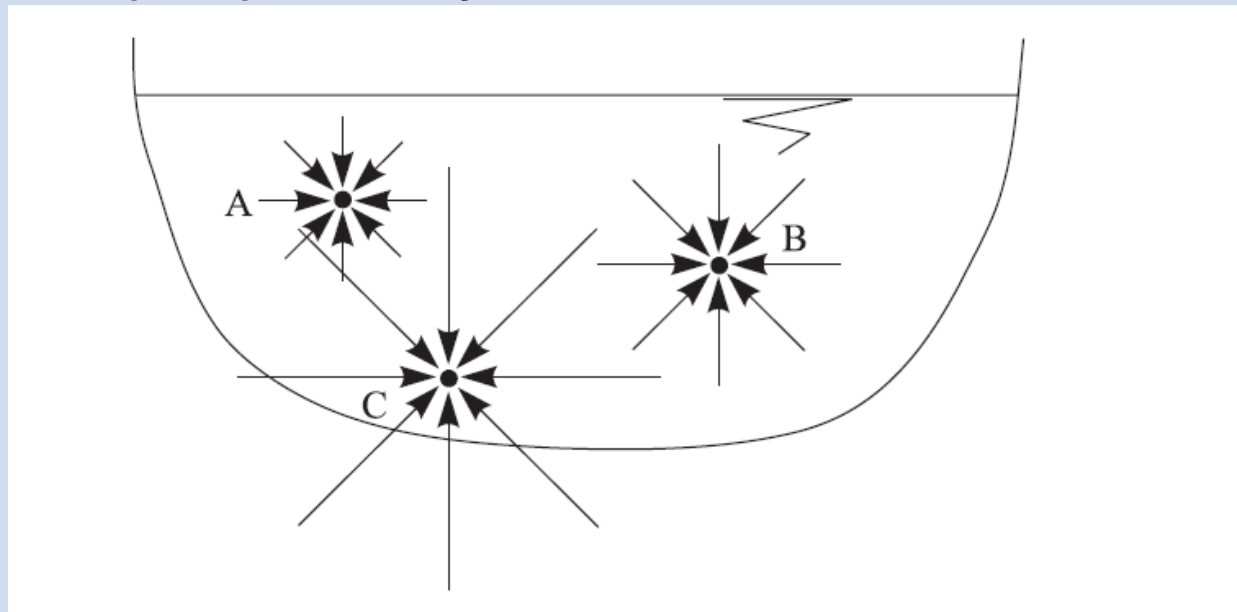


A pressão no mesmo plano ou nível horizontal é a mesma
Não interessa a distância entre eles, mas sim a diferença de cotas.



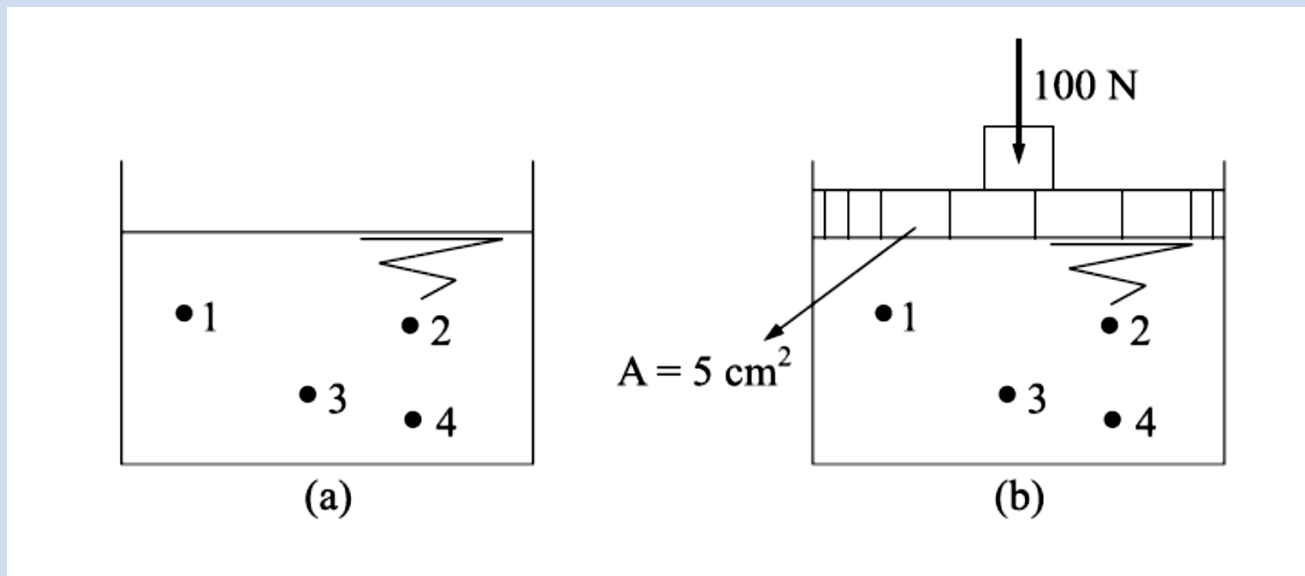


A Pressão num ponto de um fluido em repouso é a mesma em qualquer direção



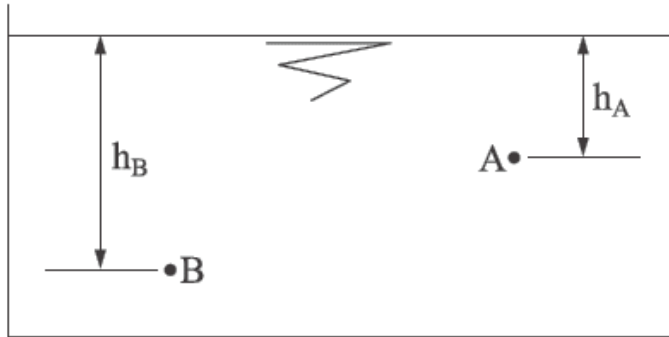
Lei de Pascal

A pressão aplicada num ponto de um fluido em repouso transmite-se integralmente a todos os pontos do fluido

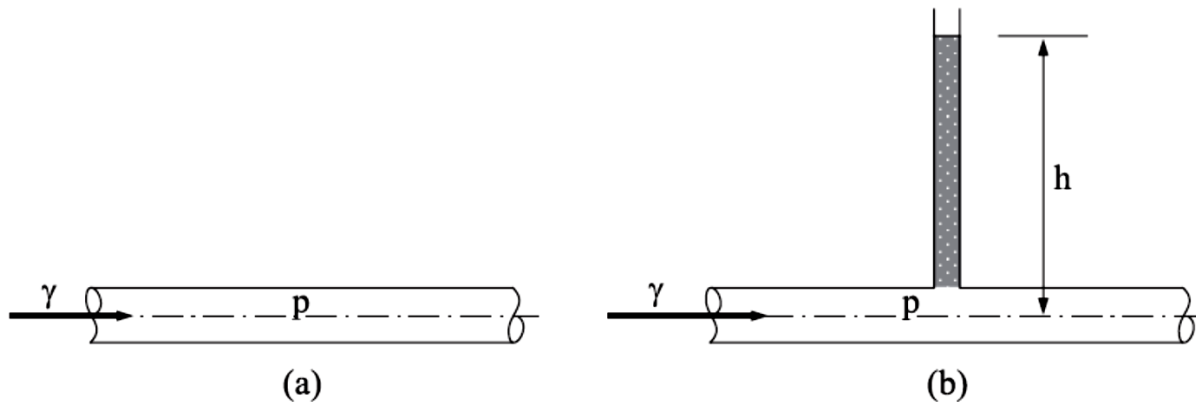


Carga de Pressão

É possível expressar a pressão num certo fluido em unidade de comprimento

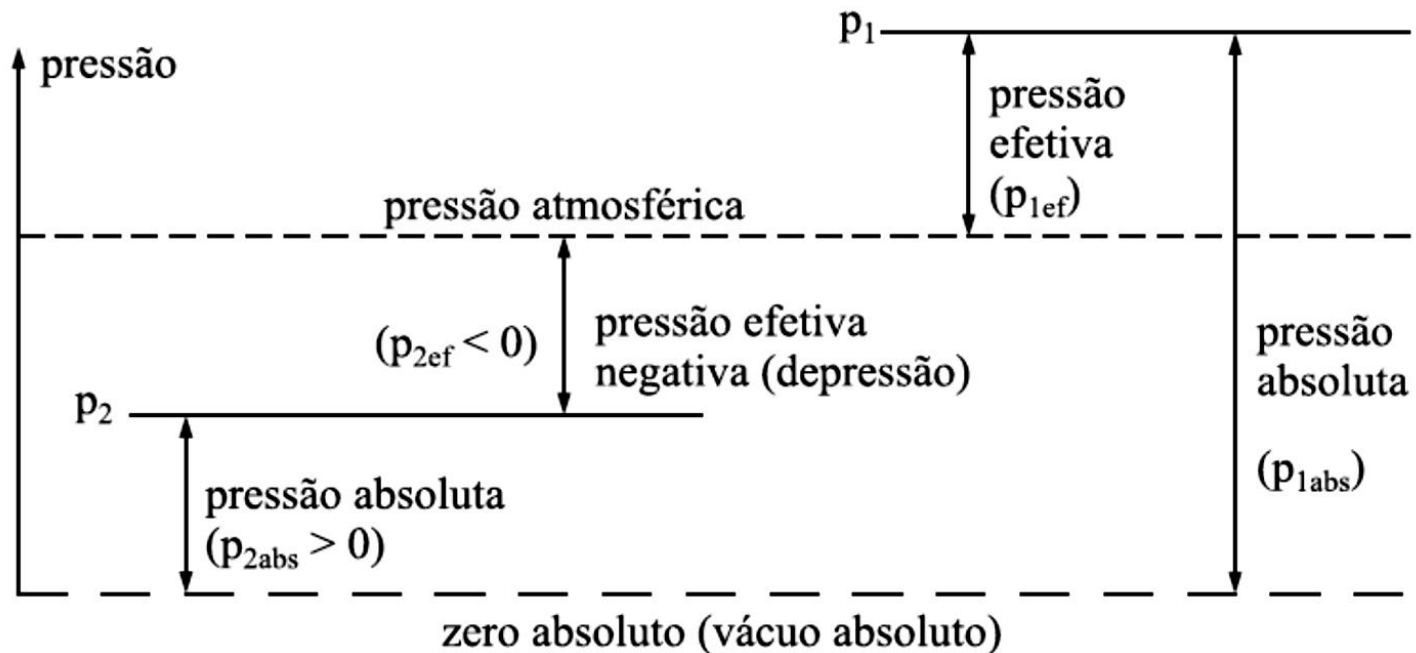


$$P = \gamma h \quad \text{então} \quad h = \frac{P}{\gamma} \quad [\text{unidade de comprimento}]$$



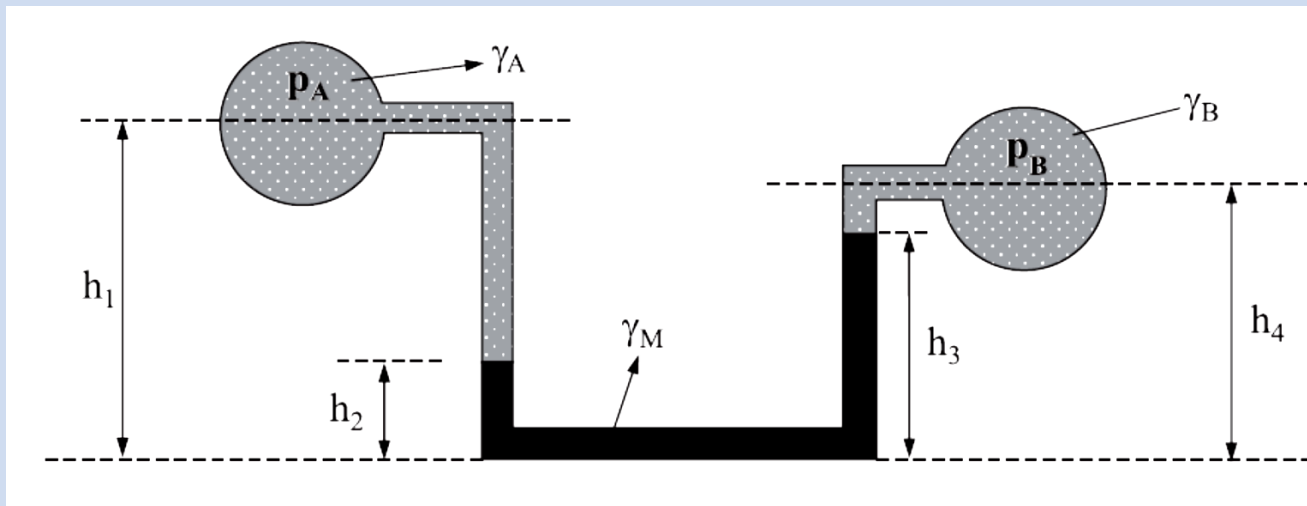
Escala de pressão

$$P_{abs} = P_{atm} - P_{ef}$$



$$1 \text{ atm} = 760 \text{ mmHg} = 101230 \text{ Pa} = 101,23 \text{ kPa} = 10.330 \text{ kgf/m}^2 = 1,033 \text{ kgf/cm}^2 \\ = 1,01 \text{ bar} = 14,7 \text{ psi} = 10,33 \text{ mca}$$

A equação manométrica



pressão no fundo do ramo esquerdo:

$$p_{fe} = p_A + \gamma_A (h_1 - h_2) + \gamma_M h_2 \quad (1)$$

pressão no fundo do ramo direito:

$$p_{fd} = p_B + \gamma_B (h_4 - h_3) + \gamma_M h_3 \quad (2)$$

Como o fluido está em equilíbrio, então a pressão no mesmo nível deve ser a mesma. Logo,

$$p_{fe} = p_{fd}$$

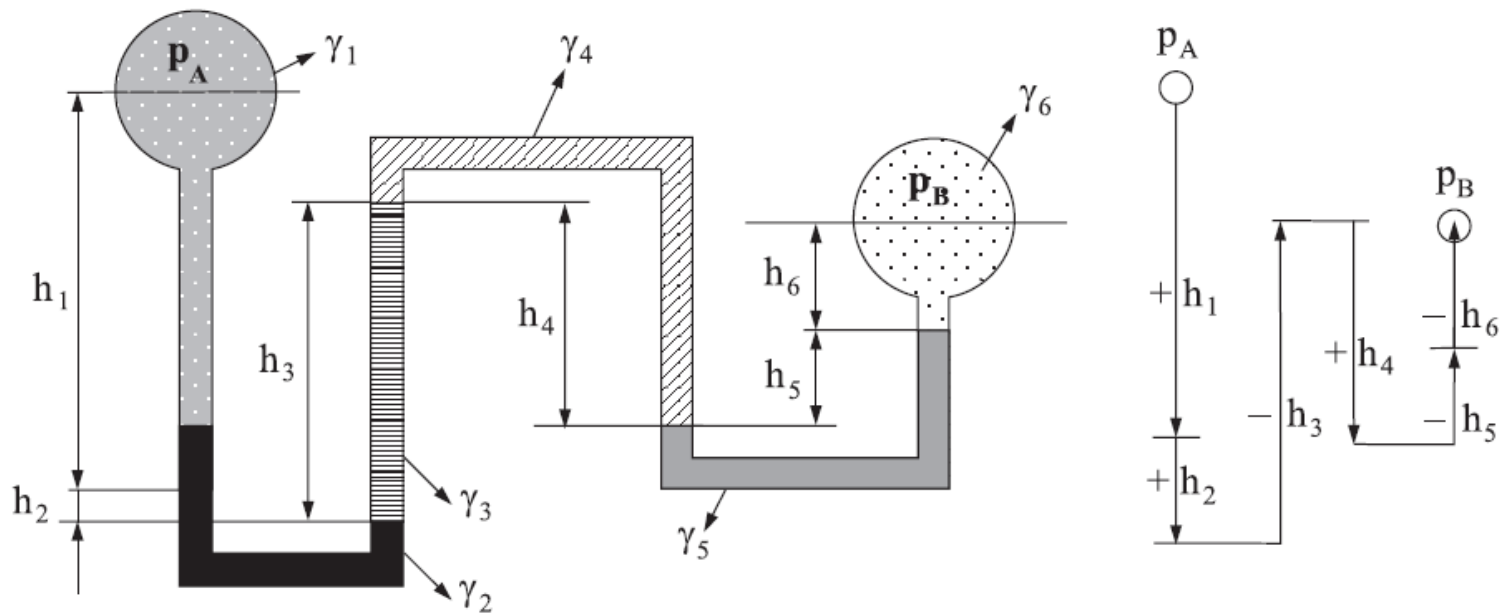
Portanto,

$$p_A + \gamma_A (h_1 - h_2) + \gamma_M h_2 = p_B + \gamma_B (h_4 - h_3) + \gamma_M h_3$$

ou

$$p_B = p_A + \gamma_A (h_1 - h_2) - \gamma_B (h_4 - h_3) - \gamma_M (h_3 - h_2)$$

Nota-se que cada peso específico aparece multiplicado pela respectiva altura da coluna, sem necessidade de adotar como referência o fundo. Baseada nessa observação, será mostrada uma regra prática e de fácil aplicação.



$$p_A + \gamma_1 h_1 + \gamma_2 h_2 - \gamma_3 h_3 + \gamma_4 h_4 - \gamma_5 h_5 - \gamma_6 h_6 = p_B$$

Exercícios

1) Determinar as pressões efetivas e absolutas:

a) Do ar;

b) No ponto M

Dados leitura barométrica 740 mmHg, $\gamma_{\text{óleo}} = 8500 \text{ N/m}^3$

$\gamma_{\text{Hg}} = 136000 \text{ N/m}^3$

