

Aula prática nº 3

3.1 – Tema: medidas de pressões

3.2 – Objetivos:

- avaliação de pressões estáticas em condutos forçados;
- diferenciar os trechos de pressões efetivas positivas e negativas em instalações de condutos forçados.

3.3 – Manômetros

Os manômetros são aparelhos usados para medir pressões. Funcionam utilizando colunas de fluidos, dispositivos mecânicos ou eletrônicos.

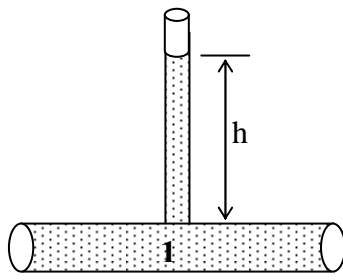
3.4– Regra de cálculo para os manômetros

1. Iniciar por uma extremidade e escrever a pressão do local.
2. Somar à mesma, algebricamente, a variação de pressão do ponto inicial até o próximo menisco. O sinal será positivo se o próximo ponto estiver mais baixo e será negativo se estiver mais alto.
3. Continuar dessa forma até alcançar a outra extremidade do manômetro, igualando a pressão nesse ponto ao primeiro membro da equação analítica que vem se formando ao longo do circuito.

3.5 – Tipos de manômetros

3.5.1- Piezômetros

O mais simples dos manômetros é o tubo piezométrico, **Figura 3.1** ou simplesmente piezômetro usado para se medir pressões de líquidos. Consiste na inserção na canalização ou recipiente cuja pressão se deseja conhecer de um tubo vertical, transparente e graduado, aberto nas duas extremidades.



Obs: na equação 3.1 se $P_0 = 0$ estamos lendo a pressão efetiva. Se não, teremos a absoluta.

Limitações: não servem para medir pressões de gases, porque não se formam o menisco.

Recomendação: os tubos deverão ter diâmetros superiores a 1 cm para que se possa desprezar os efeitos da capilaridade

Pressão: A pressão é dada pela aplicação da lei de Stevin.

$$P_1 - \gamma \cdot h = P_0 \text{ ou } P_1 = P_0 + \gamma \cdot h \quad (3.1)$$

P_0 - Pressão atmosférica

Figura 3.1 – Ilustração do piezômetro

3.5.2- Manômetros em U

Para grandes ou pequenas pressões costuma-se usar o manômetro construído em tubo de perfil **U**. **Figura 3.2a e Figura 3.2b**.

Esses manômetros se prestam a medir pressões de fluidos gasosos ou líquidos, porém, neste último caso, o líquido cuja pressão se deseja conhecer, deverá ser imiscível no líquido manométrico. Os manômetros em **U** também prestam-se a medições de pressões efetivas positivas e negativas.

Os líquidos manométricos mais comuns são: água, tetracloreto de carbono e o mercúrio. Normalmente, o mercúrio é mais utilizada para medir pressões mais elevadas. É importante que o líquido manométrico tenha peso específico maior (cerca de 10 vezes mais) do que o do fluido que se deseja medir a pressão, para evitar ruptura dos manômetros ao realizar medições de pressões muito elevadas.

Na **Figura 3.2a**, considerando o ramo direito do manômetro aberto e desprezando a coluna de ar de altura h , pode-se escrever para a pressão em 1:

$$P_1 - P_0 = -\gamma \cdot h \quad (3.2)$$

3.5.3- Manômetros diferenciais

O manômetro diferencial, **Figura 3.3b**, é uma derivação do manômetro em **U padrão**, e difere deste por não possuir nenhuma extremidade aberta à atmosfera, ou seja, tem as suas extremidades ligadas a dois pontos distintos onde se pretende medir a diferença de pressão.

Na **Figura 3.2b**, a diferença de pressão entre os pontos 1 e 2 pode ser dada aplicando-se a regra do manômetro e princípio de Stevin.

$$P_1 - P_2 = (\gamma - \gamma_1)h \quad (3.3)$$

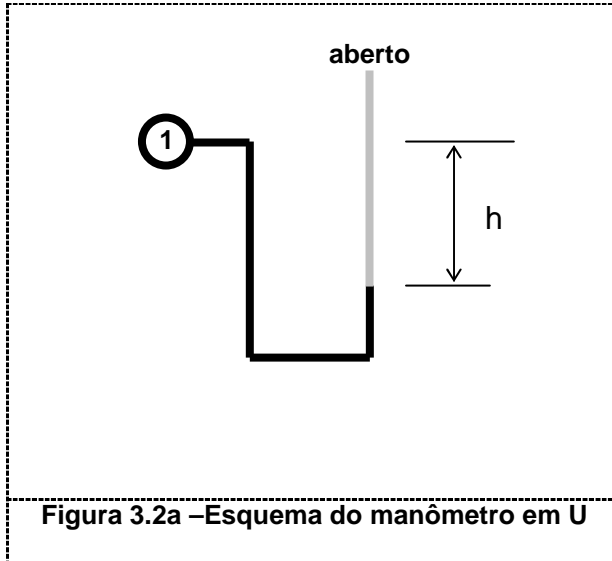


Figura 3.2a –Esquema do manômetro em U

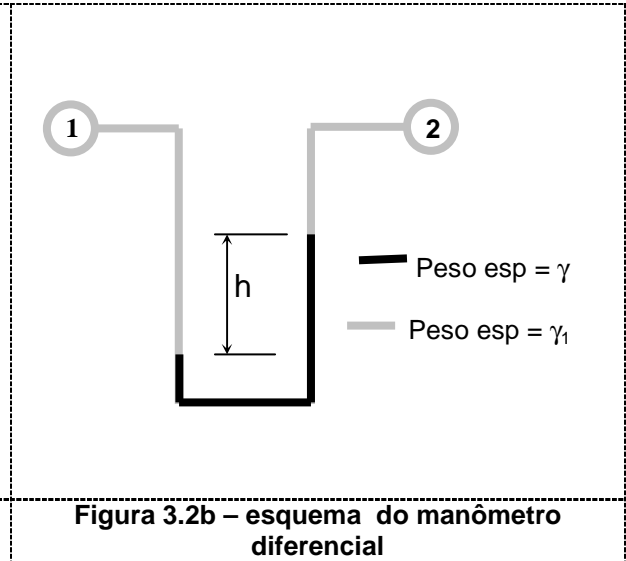


Figura 3.2b – esquema do manômetro diferencial

3.5.3- Manômetros tipo Bourdon

O manômetro mecânico do tipo BOURDON, **Figura 3.3**, é também largamente usado. O elemento medidor de pressão é um tubo metálico, achatado e curvado, fechado em uma extremidade e com a outra ligada ao local onde se pretende medir a pressão.

Quando a pressão interna do tubo aumenta, este tende a se endireitar, acionando um sistema mecânico ligado a um ponteiro que se desloca frente ao mostrador graduado.

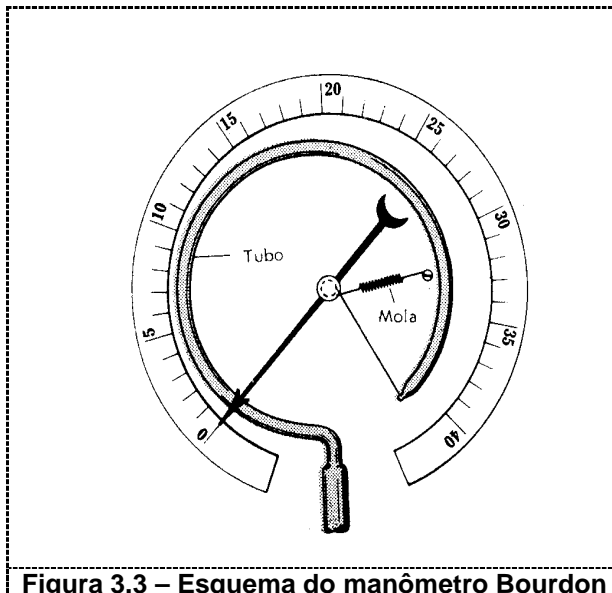


Figura 3.3 – Esquema do manômetro Bourdon

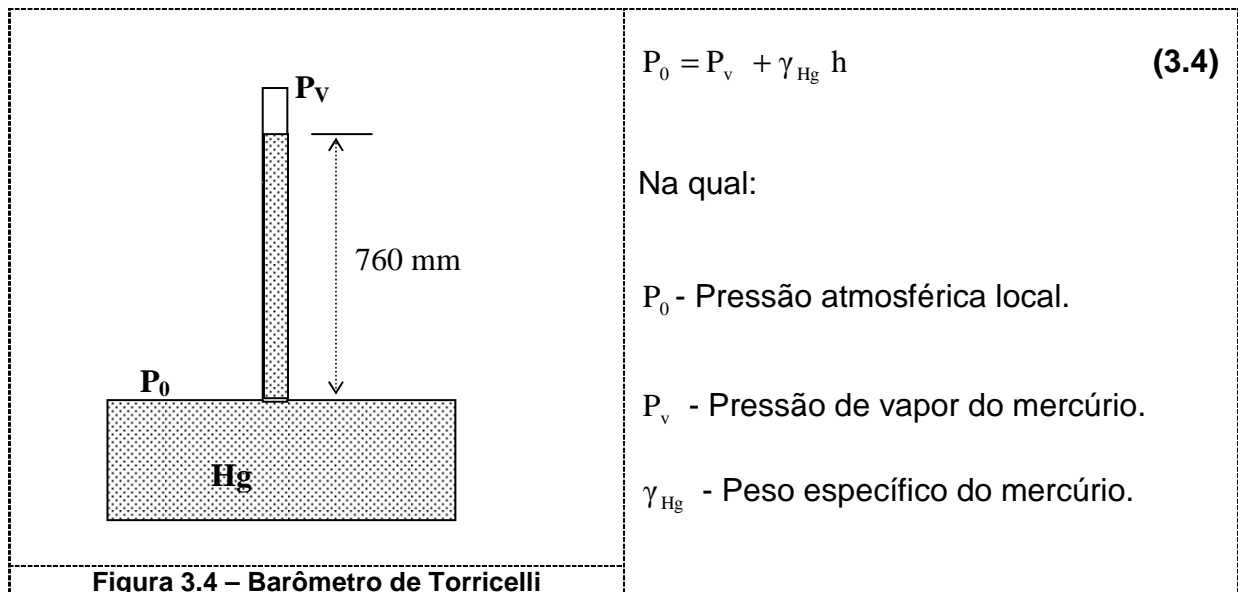
As principais vantagens desse manômetros em relação aos do tipo U são:

- Leituras menos sujeitas a alterações quando o medidor estiver ligado a uma peça móvel.
- Menores dimensões dos manômetros quando usados nas medidas de altas pressões.
- Ajustados à pressão nula, podem medir valores absolutos das pressões.

3.5.4 – Barômetro de Torricelli

O barômetro de TORRICELLI, **Figura 3.4**, consiste em um tubo de vidro fechado numa extremidade e cheio de mercúrio. Este tubo é invertido de forma que a extremidade aberta fique submersa em um recipiente contendo mercúrio.

O tubo de vidro possui uma escala de sorte que se possa determinar a altura “h” da coluna, que, na **Figura 3.4** em tela, observa-se igual a 760 mm Hg e que possibilita a determinação da pressão atmosférica, conforme **equação 3.4**.



3.6 – Comentários finais sobre o uso dos manômetros

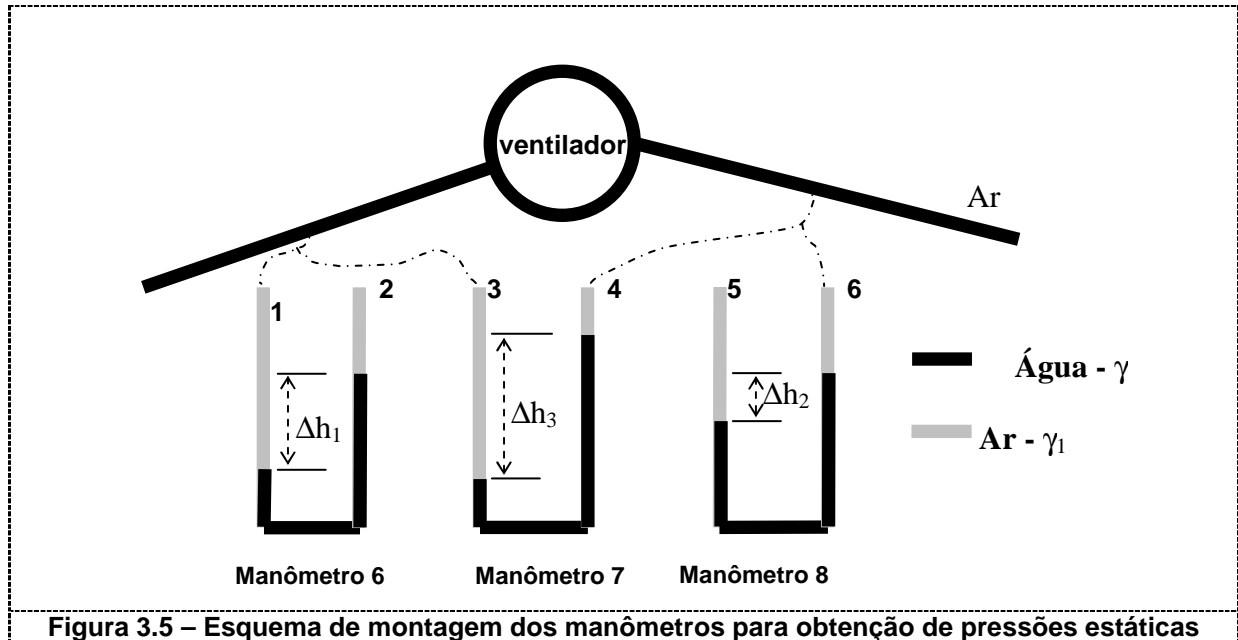
Não se deve esquecer que esses manômetros indicam valores relativos referindo sempre à pressão de um extremo à pressão do outro, que pode ser atmosférica ou outra qualquer. Assim, é importante saber que os manômetros fornecem sempre uma diferença de pressão.

Portanto, se em um ponto do sistema a pressão manométrica for de 15 m.c.a. e a pressão atmosférica for de 9 m.c.a., a pressão absoluta será 24m.c.a. Normalmente adota-se o valor médio para a pressão atmosférica igual a 10336 kgf/m².

3.7 – Exercícios referentes a aula prática número 3

Use o diagrama apresentado na Figura 3.5 e os dados da Tabela 3.1 para resolver a série de exercícios iniciada em 3.7.1 e finalizada pelo exercício 3.7.7. Use o peso específico do ar $\gamma_1 = 1,2 \text{ kgf/m}^3$ e adote para pressão atmosférica $p_0 = 10336 \text{ kgf/m}^2$. O peso específico da água deve ser obtido das tabelas convencionais.

Tabela 3.1 – Tomada de dados de pressão estática e temperatura							T = _____ °C	
Manômetro número 06			Manômetro número 07			Manômetro número 08		
Tubo retangular de 270 x 310 mm			Diferença de pressão			Tubo circular		
h_s	h_i	Δh_1	h_s	h_i	Δh_3	h_s	h_i	Δh_2



3.7.1. Use a regra do manômetro para estabelecer a equação analítica que fornecerá a pressão efetiva **positiva**. Em seguida, calcule numericamente a pressão. Apresente o resultado em unidades de pressão do sistema técnico ou MKFS, em metros de coluna de água (m.c.a) e também em metros de coluna de ar (m.c.ar).

3.7.2. Use a regra do manômetro para estabelecer a equação analítica que fornecerá a pressão efetiva **negativa**. Em seguida, calcule numericamente a pressão. Apresente o resultado em unidades de pressão do sistema técnico ou MKFS, em metros de coluna de água (m.c.a) e também em metros de coluna de ar (m.c.ar).

3.7.3. Calcular a pressão absoluta no tubo de **seção retangular** em unidades de pressão do sistema técnico, em metros de coluna de água e em metros de coluna de ar.

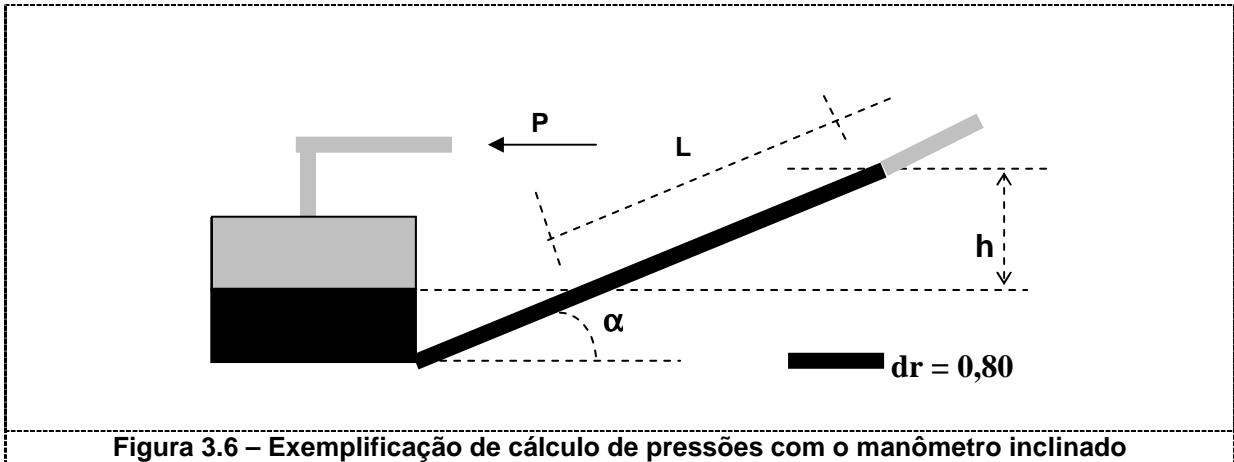
3.7.4. Calcular a pressão absoluta no tubo de **seção circular** em unidades de pressão do sistema técnico, em metros de coluna de água e em metros de coluna de ar.

3.7.5. Qual a relação existente entre Δh_1 , Δh_2 e Δh_3 ?

3.7.6. Explique por que o resultado do exercício 3.7.5 é verdadeiro?

3.7.7 Na sua opinião faz sentido pensar em obter a pressão absoluta no manômetro 07? Por quê?

3.7.8. Um dos recursos utilizados quando há a necessidade de medições de pressões pequenas é o de inclinar o manômetro para a obtenção de leituras mais precisas. O tubo inclinado ocasiona um deslocamento maior do menisco quando comparado a aquele promovido pelo tubo na vertical. Este exercício tem por objetivo apresentar através de um exemplo simples a aplicação do manômetro inclinado. Calcule a pressão “P” que é a mesma que atua no reservatório quando a leitura na régua corresponder a $L = 0,40 \text{ m}$ e o ângulo $\alpha = 30^\circ$. O fluido tem densidade $dr = 0,80$.



3.7.9. Na **Figura 3.2b**, calcule a diferença de pressão entre os pontos 1 e 2 se o fluido escuro for mercúrio de densidade relativa $dr = 13,6$ e o líquido claro for água $dr = 1,0$. Considere $h = 40 \text{ cm}$.

3.8. Bibliografia:

- Victor L. Streeter, Meica dos Fluidos, 7ª edição, pág 30,31,32,34
- Azevedo Neto 1º vol, 7ª edição, pág 17.