

**Objetivos da quarta aula da unidade 2:**

**Mostrar alguns exemplos práticos, onde se utilizam os conceitos de escalas de pressão;**

**Introduzir o conceito de escala absoluta;**

**Introduzir o conceito de escala relativa ou efetiva;**

**Provocar a reflexão do aluno com relação às limitações do uso do piezômetro;**

**Construir o diagrama comparativo entre escalas;**

**Propor uma nova tarefa.**

Antes de entrar no próximo item da unidade 2, gostaria de relatar alguns momentos de minha vida profissional, nos quais deparei-me com o conceito que iremos estudar.

1. Atuando na área comercial de bombas a vácuo e representando uma multinacional francesa, em diversas ocasiões atendendo clientes, antes de solucionar os problemas, era submetido a uma espécie de avaliação oral, onde perdi a conta das vezes que tive de responder perguntas como estas:

**P1-** Nesta máquina, atuamos com vacuômetros, a pressão que o mesmo está registrando está em que escala de pressão?

**P2-** Neste processo, necessitamos escolher uma bomba de vácuo, que irá propiciar uma depressão de -350 mmHg. A propósito esta depressão está em que escala?

**P3-** Nossa fábrica está situado ao nível do mar. Efetuando uma análise do processo concluímos a necessidade de uma depressão de 15,2 psi. Isto será viável?

2. Atuando na área de saneamento, no estudo do fenômeno de cavitação, tinha que determinar, tanto a pressão barométrica como a pressão de vapor. Quantas e quantas vezes, tive que responder:

**P4-** A pressão barométrica (ou pressão atmosférica), que é lida pelo barômetro, está em que escala?

**P5-** A pressão de vapor, que representa a pressão que a uma dada temperatura observa-se à vaporização do líquido, que é geralmente determinada em manuais de termodinâmica, está em que escala de pressão?

**Observação:** Cavitação em instalações hidráulicas, representa o fenômeno de vaporização do fluido na própria temperatura de escoamento, devido à existência de uma pressão muito baixa.

**P6-** Ao ler uma carga de pressão através de um piezômetro, qual a escala que este aparelho medidor de pressão opera?

**Observação:** Piezômetro é um simples tubo de vidro graduado, que é aberto nas extremidades.

**P7-** Estando em um local, onde a pressão barométrica é 8,9 mca, qual a máxima altura teórica de sucção?

**Observação:** mca = metro de coluna de água =  $1000 \text{ kgf} / \text{m}^3$ .

O próximo item estudado, permitirá responder a todas estas perguntas.

## 2.5 Escalas de pressão

Para o estudo básico de Mecânica dos Fluidos, tanto a **escala absoluta** como a **escala efetiva ou relativa**, são igualmente importantes.

### 2.5.1 Escala absoluta

É a escala de pressão que adota como zero o vácuo absoluto, o que justifica a afirmação que nesta escala só existe pressões positivas, teoricamente poderíamos ter a pressão igual a zero, que representaria a pressão do vácuo absoluto.

**Esta é realmente a única escala física de pressão e para diferenciá-la usaremos o símbolo “abs”.**

O aparelho mais comum que efetua leituras de pressões absolutas é o barômetro, utilizado na determinação da pressão atmosférica local, também denominada de pressão barométrica.

O barômetro foi idealizado por Torricelli (figura 2.14), que definiu a pressão atmosférica padrão como sendo a pressão determinada ao nível do mar (mar Atlântico - altitude igual a zero), a uma temperatura aproximadamente igual a 15°C e para o ar com uma massa específica aproximadamente igual a 1,226 kg/m<sup>3</sup>.

Para as condições descritas, considerando o mercúrio como fluido manométrico ( $\gamma_{\text{Hg}}=13592,105 \text{ kgf/m}^3$ ), onde se desprezou a sua pressão de vapor, obteve-se a carga de pressão de 760 mmHg.

**Observação:** Nos problemas, geralmente adota-se:  $\gamma_{\text{Hg}}=13600 \text{ kgf/m}^3$ , o que resultaria uma pressão atmosférica padrão, ao nível do mar, igual a 10336 kgf/m<sup>2</sup>.

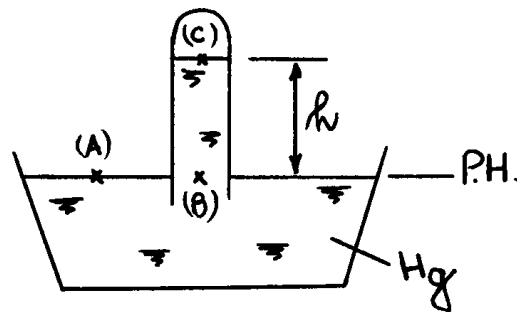


Figura 2. 14

Evocando o teorema de Stevin, podemos escrever que:

$$p_A = p_B = p_C + \gamma_{\text{Hg}} \cdot h, \text{ onde } p_C \text{ foi considerado igual a zero (v\u00e1cuo absoluto).}$$

Como  $p_A = p_{\text{atm}}$ , temos:

$$p_{\text{atm}} = \gamma_{\text{Hg}} \cdot h \quad \text{Equa\u00e7\u00e3o 2. 6}$$

Na determina\u00e7\u00e3o da press\u00e3o atmosf\u00e9rica padr\u00e3o, temos:

$$p_{\text{atm}} = 13592,105 \cdot 0,76 = 10330 \text{ kgf/m}^2$$

**Observa\u00e7\u00e3o:** \u00c9 comum na Engenharia, tamb\u00e9m trabalharmos com a **press\u00e3o atmosf\u00e9rica t\u00e9cnica**, que \u00e9 igual a 10000 kgf/m<sup>2</sup>.

### 2.5.2 Escala Efetiva ou Relativa

\u00c9 a escala de press\u00e3o que adota como zero a press\u00e3o atmosf\u00e9rica local, o que justifica a afirma\u00e7\u00e3o que nesta escala existe: press\u00f5es negativas (depress\u00f5es ou v\u00e1cuos t\u00e9cnicos), nulas e positivas.

Devemos salientar que a menor depressão possível é  $-p_{\text{atm}}$ , que para a escala absoluta, corresponderia ao vácuo absoluto.

Os aparelhos mais utilizados para a determinação da pressão efetiva são: o piezômetro e o manômetro metálico. Neste item, estaremos falando do piezômetro, que é simplesmente um tubo de vidro graduado aberto em suas extremidades.

Através do piezômetro, efetuamos leituras de cargas de pressão (coluna do fluido =  $h$ ), como mostra a figura 2.15.

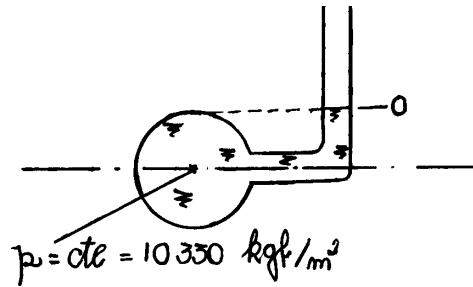


Figura 2. 15

A coluna  $h$  registrada no piezômetro da figura 2.14 é denominada de **carga de pressão**. Ela representa a relação entre a pressão da seção (1) e o peso específico do fluido.

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

Equação 2. 7

Na prática, a partir da carga de pressão lida no piezômetro, determina-se a pressão média da seção, onde o mesmo foi instalado.

**Na Escola da Vida a prática da reflexão é uma rotina.**

**Colocando em prática a certeza anterior, gostaria que cada equipe refletisse sobre as limitações de uso de um piezômetro.**

Apesar das suas limitações, o conceito de carga de pressão que introduzimos em seu estudo será básico para o estudo dos escoamentos fluidos, como mostraremos em unidades posteriores.

## 2.6 Diagrama comparativo entre escalas de pressão

Através deste diagrama, objetivamos mostrar a relação entre as escalas de pressão e demonstrar que a menor depressão possível é  $-p_{\text{atm}}$  local.

O diagrama encontra-se representado pela figura 2.16.

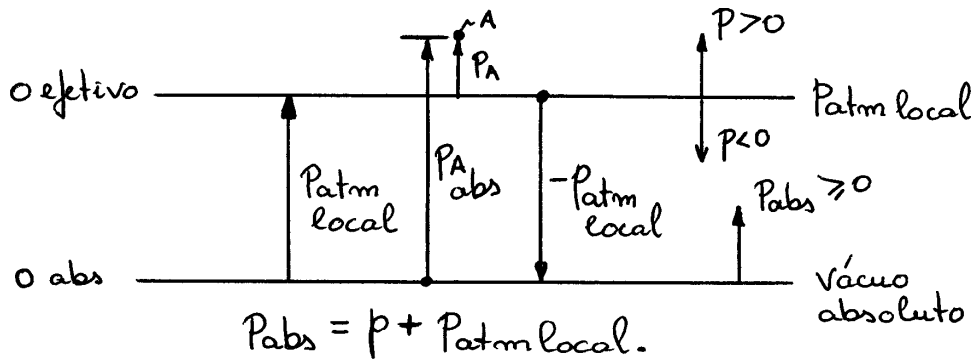


Figura 2. 16

## 2.8 Manômetro metálico tipo Bourdon

Este aparelho é usado em diversas aplicações da Engenharia, o que justifica a sua abordagem nesta unidade. Mencionamos alguns exemplos: calibragem de pneus em postos de gasolina, “garrafas de oxigênio” em hospitais, etc. ...

Demonstramos seu princípio de funcionamento através da figura 2.17.

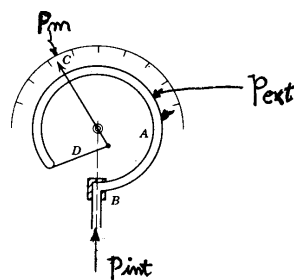


Figura 2. 17

A pressão medida ( $p_m$ ) pelo manômetro metálico tipo Bourdon é também denominada de pressão manométrica e indica a diferença entre a pressão interna e a pressão externa.

$$p_m = p_{\text{int}} - p_{\text{ext}}$$

Equação 2. 8

Na maioria das aplicações a pressão externa é a pressão barométrica, o que implica dizer que a pressão medida é a pressão interna do fluido na escala efetiva. A figura 2.18 mostra esta situação.

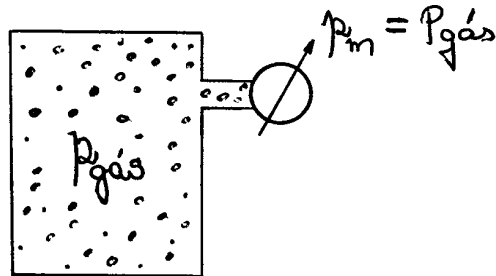


Figura 2. 18

**Observação:** Na prática considera-se a pressão manométrica como sinônimo de pressão efetiva.

Podem existir situações especiais onde a pressão manométrica representa a diferença entre duas pressões efetivas, a figura 2.19 exemplifica esta situação.

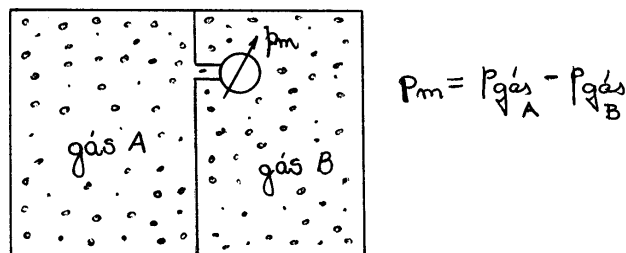


Figura 2. 19

**Tarefa proposta:**

Para a próxima aula:

- esclarecer as questões mencionadas na página 106 e 107;
- apresentar as limitações do uso de um piezômetro;
- explicar a resolução de dois dos exercícios propostos.

**Certeza**

**Não sou simplista  
nem tão pouco preciso crescer  
preciso é reviver  
o ato de nascer  
deixando de olhar o nascente  
na busca de algo  
sepultado no poente.**

**Raimundo Ferreira Ignácio**