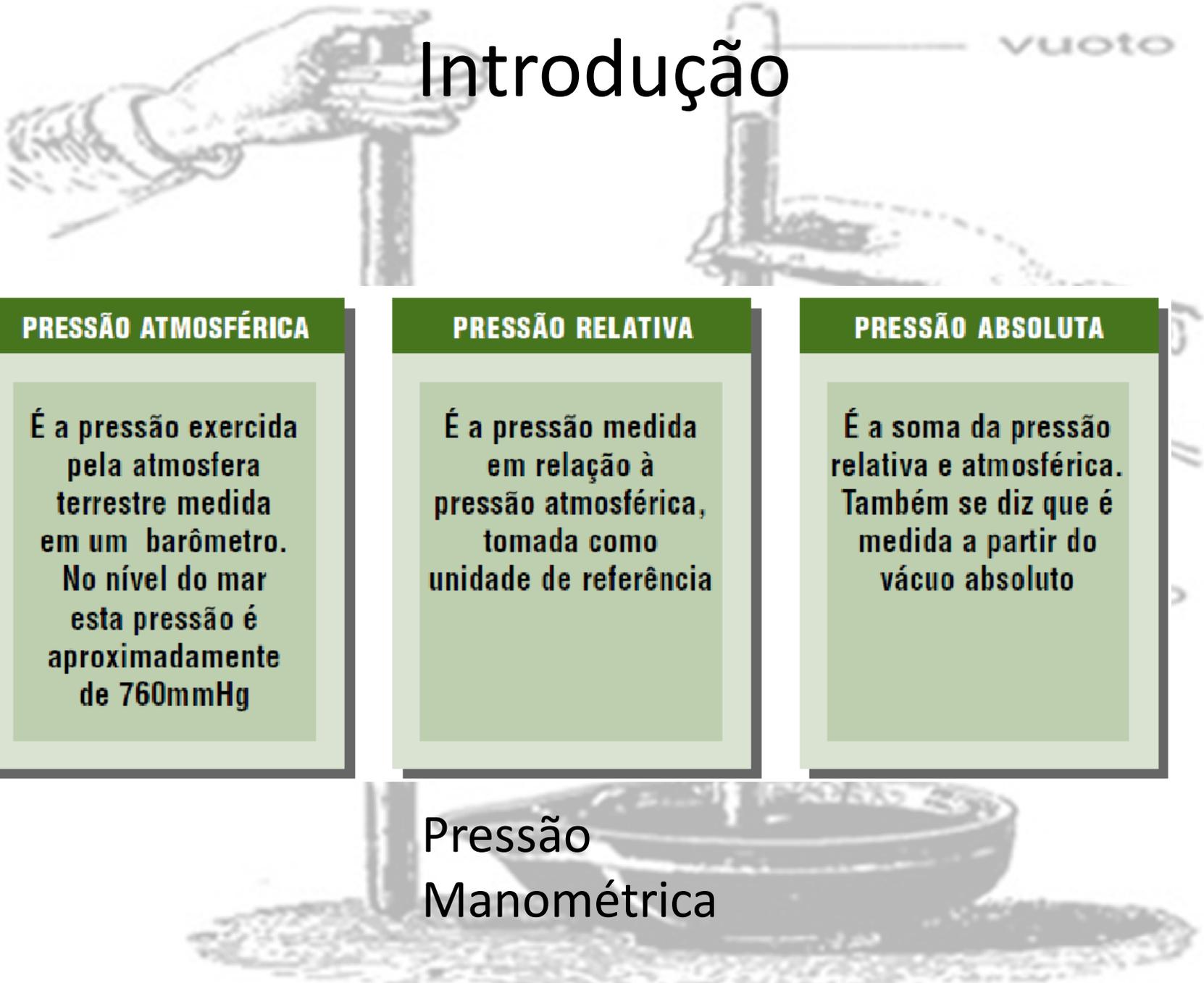




# Instrumentos de Pressão

Adrielle C. Santana



# Introdução

## PRESSÃO ATMOSFÉRICA

É a pressão exercida pela atmosfera terrestre medida em um barômetro. No nível do mar esta pressão é aproximadamente de 760mmHg

## PRESSÃO RELATIVA

É a pressão medida em relação à pressão atmosférica, tomada como unidade de referência

## PRESSÃO ABSOLUTA

É a soma da pressão relativa e atmosférica. Também se diz que é medida a partir do vácuo absoluto

Pressão  
Manométrica

# Introdução

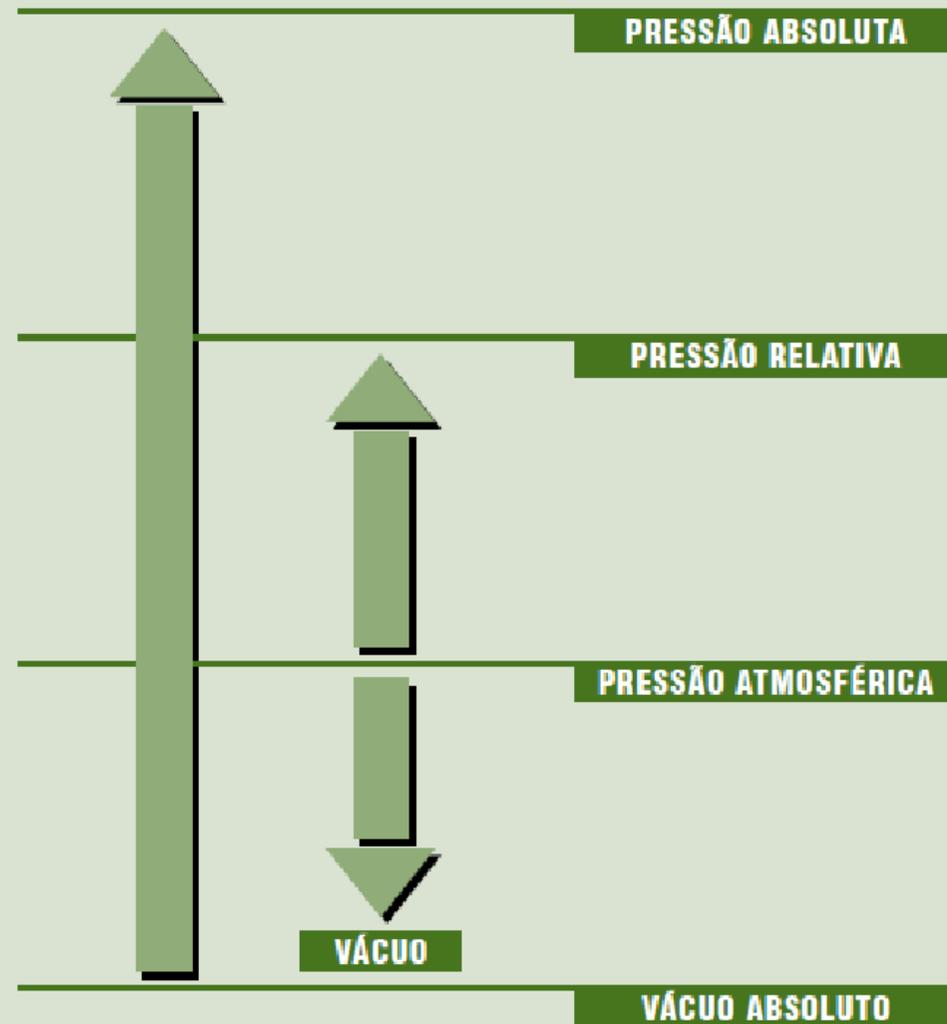
## PRESSÃO NEGATIVA OU VÁCUO

É quando um sistema tem pressão relativa menor que a pressão atmosférica

## PRESSÃO DIFERENCIAL

É a diferença entre duas pressões, representada pelo símbolo  $\Delta P$  (delta P). Essa diferença de pressão normalmente é utilizada para medir vazão, nível, pressão etc.

## DIAGRAMA DAS ESCALAS





# Introdução

## **Pressão estática ou de linha:**

É a pressão exercida em um ponto, em fluidos estáticos, que é transmitida integralmente em todas as direções e produz a mesma força em áreas iguais. É a pressão de processo aplicada em ambos as tomadas de um transmissor diferencial.

## **Pressão Dinâmica**

É a pressão exercida por um fluido em movimento paralelo à sua corrente.



# Introdução



	Kgf/cm <sup>2</sup>	lbf/pol <sup>2</sup>	BAR	Pol Hg	Pol H <sub>2</sub> O	ATM	mmHg	mmH <sub>2</sub> O	kpa
Kgf/cm <sup>2</sup>	1	14,233	0,9807	28,96	393,83	0,9678	735,58	10003	98,0665
lbf/pol <sup>2</sup>	0,0703	1	0,0689	2,036	27,689	0,068	51,71	70329	6,895
BAR	1,0197	14,504	1	29,53	401,6	0,98692	750,06	10200	100
Pol Hg	0,0345	0,4911	0,03386	1	13,599	0,0334	25,399	345,40	3,3863
Pol H <sub>2</sub> O	0,002537	0,03609	0,00249	0,07348	1	0,002456	1,8665	25,399	0,24884
ATM	1,0332	14,696	1,0133	29,921	406,933	1	760,05	10335	101,325
mmHg	0,00135	0,019337	0,00133	0,03937	0,5354	0,001316	1	13,598	0,13332
mmH <sub>2</sub> O	0,000099	0,00142	0,00098	0,00289	0,03937	0,00009	0,07353	1	0,0098
Kpa	0,010197	0,14504	0,01	0,29539	4,0158	0,009869	7,50062	101,998	1



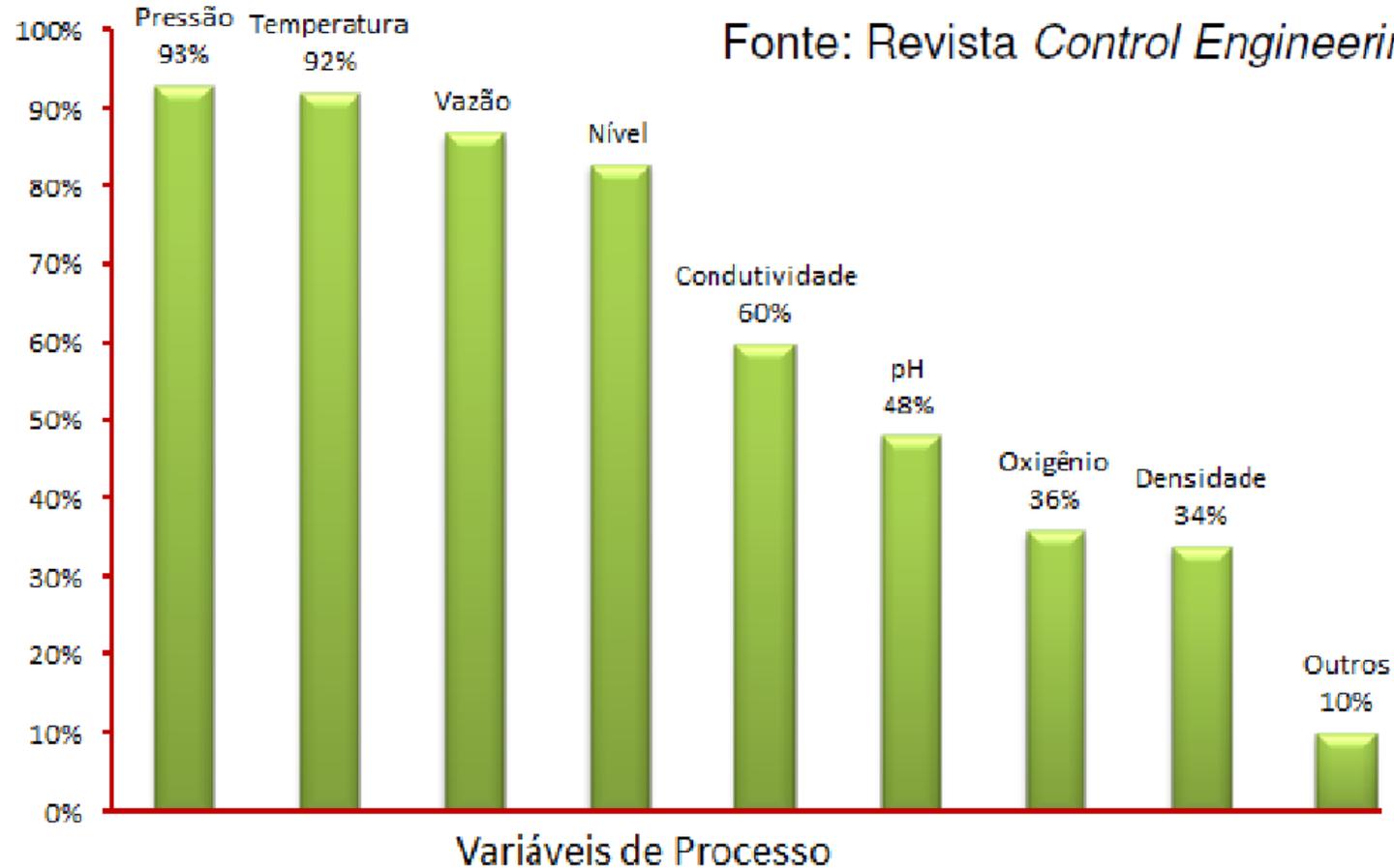
# Introdução

Milímetro de mercúrio (mmHg) = Torricelli (Torr)

	Pa	bar	atm	Torr	psi
<b>1 Pa</b>	$\equiv 1 \text{ N/m}^2$	$= 10^{-5} \text{ bar}$	$\approx 9,87 \cdot 10^{-6} \text{ atm}$	$\approx 7,5 \cdot 10^{-3} \text{ Torr}$	$\approx 145 \cdot 10^{-6} \text{ psi}$
<b>1 bar</b>	$= 100\,000 \text{ Pa}$	$\equiv 10^6 \text{ dyn/cm}^2$	$\approx 0,987 \text{ atm}$	$\approx 750 \text{ Torr}$	$\approx 14,504 \text{ psi}$
<b>1 at</b>	$= 98\,066,5 \text{ Pa}$	$= 0,980665 \text{ bar}$	$\approx 0,968 \text{ atm}$	$\approx 736 \text{ Torr}$	$\approx 14,223 \text{ psi}$
<b>1 atm</b>	$= 101\,325 \text{ Pa}$	$= 1,01325 \text{ bar}$	$\equiv 1 \text{ atm}$	$= 760 \text{ Torr}$	$\approx 14,696 \text{ psi}$
<b>1 Torr</b>	$\approx 133,322 \text{ Pa}$	$\approx 1,333 \cdot 10^{-3} \text{ bar}$	$\approx 1,316 \cdot 10^{-3} \text{ atm}$	$\equiv 1 \text{ mmHg}$	$\approx 19,337 \cdot 10^{-3} \text{ psi}$
<b>1 psi</b>	$\approx 6894,757 \text{ Pa}$	$\approx 68,948 \cdot 10^{-3} \text{ bar}$	$\approx 68,046 \cdot 10^{-3} \text{ atm}$	$\approx 51,7149 \text{ Torr}$	$\equiv 1 \text{ lbf/in}^2$

# Introdução

Grandezas mais medidas em processos industriais.





# Introdução

Em geral mede-se pressão para:

- controle ou monitoração de processos;
- proteção (segurança);
- controle de qualidade;
- transações comerciais de fluidos (medição fiscal);
- estudos e pesquisas;
- balanços de massa e energia.





# Identificações

## a) Forma simples

PI	Indicadores de pressão;
PR	Registradores de pressão;
PC	Controladores de pressão;
PA	Alarmes de pressão.

## b) Formas compostas

PIC	Controladores-indicadores de pressão;
PRC	Controladores-registradores de pressão.

## c) Formas especiais

PCV	Válvulas de controle, auto-operadas por pressão;
PSV	Válvulas de segurança (“pressure safety valve”).





# Manômetros

## Manômetros

São dispositivos utilizados para indicação local de pressão e em geral divididos em duas partes principais:

- manômetro de líquidos, que utiliza um líquido como meio para se medir a pressão,
- manômetro tipo elástico, que utiliza a deformação de um elemento elástico como meio para se medir pressão.

TIPOS DE MANÔMETRO	ELEMENTOS DE RECEPÇÃO
MANÔMETROS DE LÍQUIDOS	TIPO TUBO EM "U" TIPO TUBO RETO TIPO TUBO INCLINADO
MANÔMETRO ELÁSTICO	TIPO TUBO DE BOURDON TIPO C TIPO ESPIRAL TIPO HELICOIDAL TIPO DIAFRAGMA TIPO FOLE TIPO CÁPSULA

# Manômetros

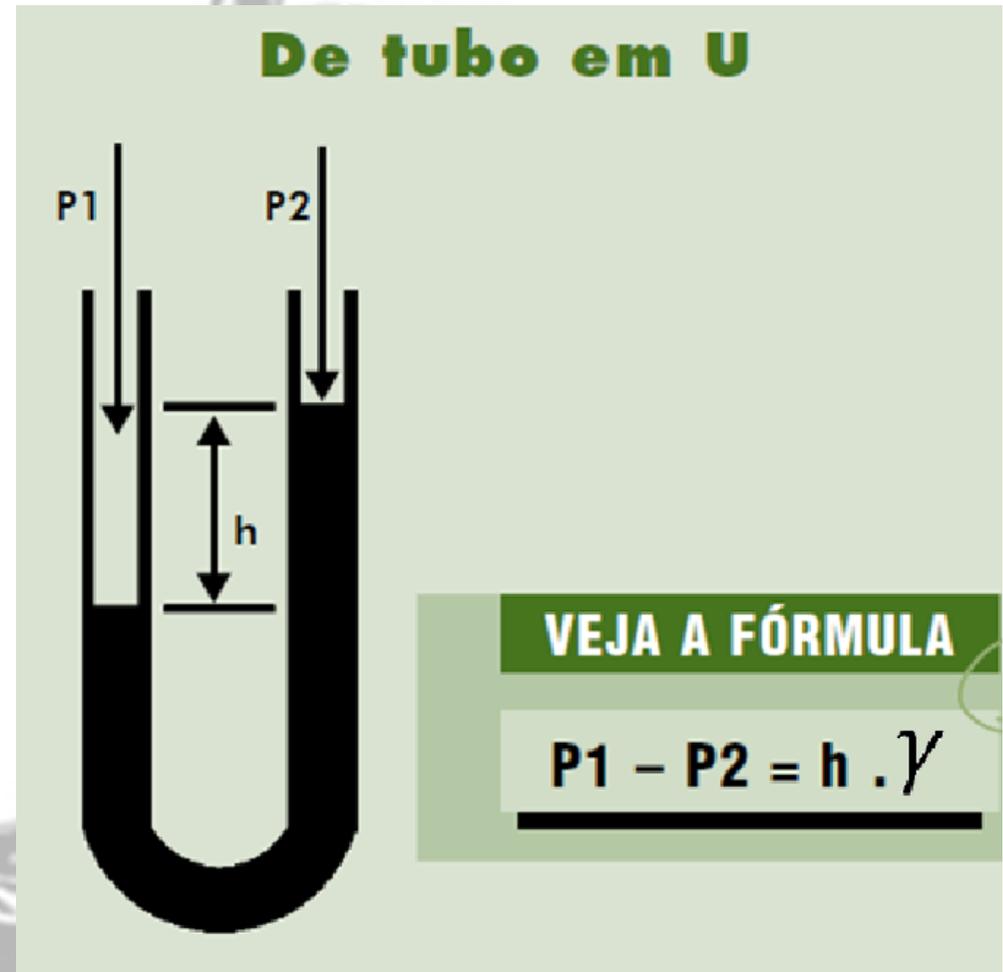
É um instrumento de medição e indicação local de pressão baseado na equação manométrica.

Sua construção simples e de baixo custo Basicamente é constituído por tubo de vidro com área seccional uniforme, uma escala graduada, um líquido de enchimento e suportados por uma estrutura de sustentação.

O valor de pressão medida é obtida pela leitura da altura de coluna do líquido deslocado em função da intensidade da referida pressão aplicada.

## *Líquido de enchimento*

qualquer líquido c/ baixa viscosidade, e não volátil nas condições de medição. (H<sub>2</sub>O e Hg)



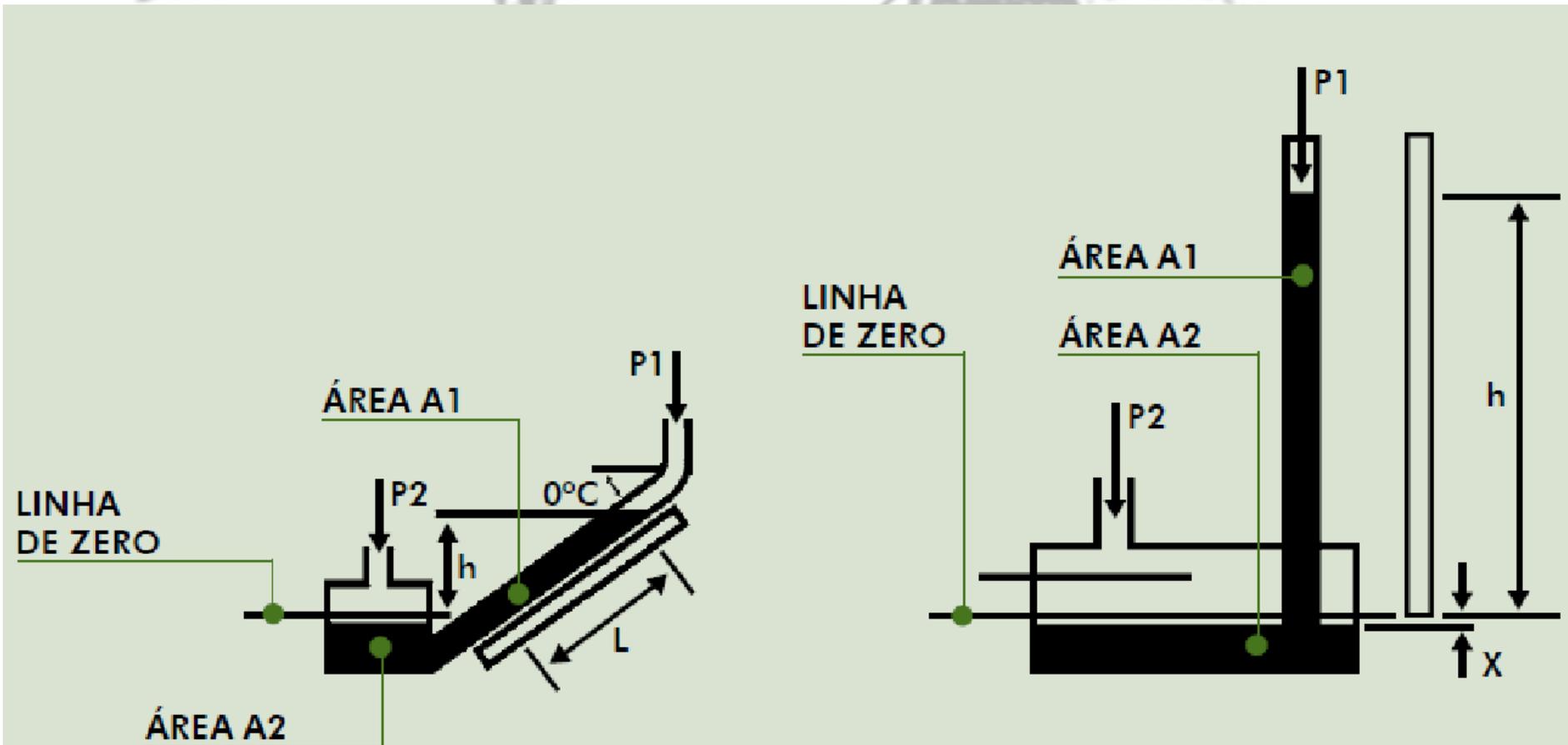
Onde  $\gamma$  é o peso específico do líquido de enchimento.  $\gamma_{\text{água}} = 9790,4 \text{ N/m}^3$

# Manômetros em U

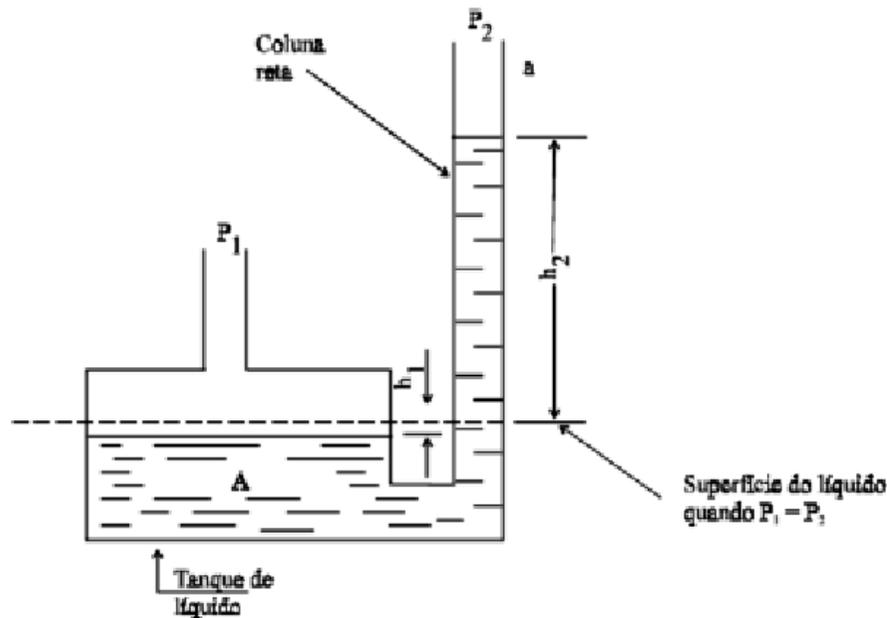


# Manômetros

vuoto



# Manômetro em Coluna Vertical



$$P_1 - P_2 = \gamma \cdot (h_2 + h_1)$$

Como o volume deslocado é o mesmo, teremos:

$$A \cdot h_1 = a \cdot h_2 \therefore h_1 = \frac{a}{A} \cdot h_2$$

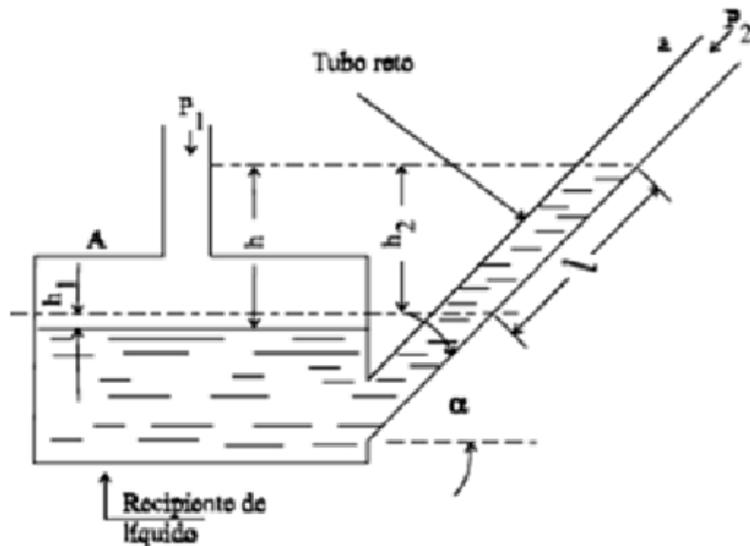
$$P_1 - P_2 = \gamma \cdot h_2 \left(1 + \frac{a}{A}\right)$$

Como "A" é muito maior que "a", obtemos:

$$P_1 - P_2 = \gamma \cdot h_2$$

# Manômetro de Líquido de Coluna Inclinada

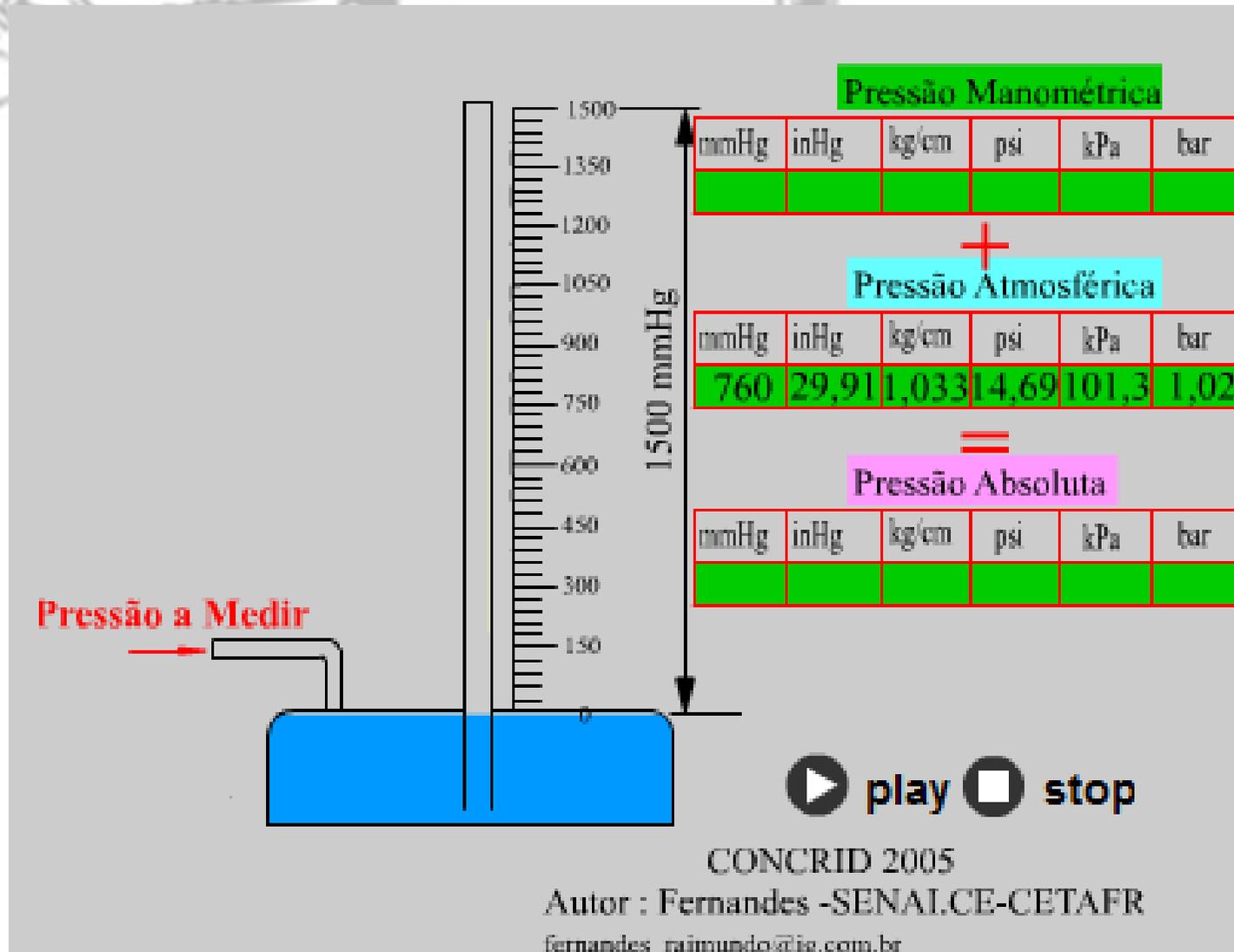
Utilizado para medir baixas pressões ( $\sim 50 \text{ mmH}_2\text{O}$ )



$$P_1 - P_2 = \gamma \cdot l \cdot \text{sen } \alpha \left( 1 + \frac{a}{A} \right)$$

Precisão de  $0,02 \text{ mmH}_2\text{O}$

# Manômetro em Coluna Vertical



# Manômetro do Tipo Elástico



Baseiam-se na lei de *Hooke* sobre elasticidade dos materiais. O elemento de recepção de pressão tipo elástico sofre deformação tanto maior quanto a pressão aplicada. Esta deformação é medida por dispositivos mecânicos, elétricos ou eletrônicos.

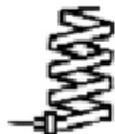
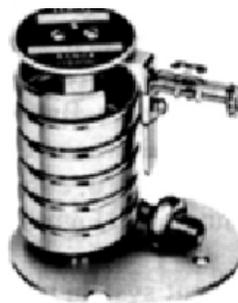
Essa **deformação** provoca um **deslocamento linear** que é convertido de forma **proporcional a um deslocamento angular através de mecanismo específico**. Ao deslocamento angular é anexado um ponteiro que percorre uma escala linear e cuja faixa representa a faixa de medição do elemento de recepção.



# Manômetro do Tipo Elástico

## Tubo de Bourdon.

Com a pressão agindo em seu interior, o tubo tende a tomar uma seção circular, resultando num movimento em sua extremidade fechada. Esse movimento através da engrenagem é transmitido a um ponteiro que vai indicar uma medida de pressão. Os materiais que constituem o tubo podem ser um metal ou uma liga metálica desde que permitam a elasticidade deste.

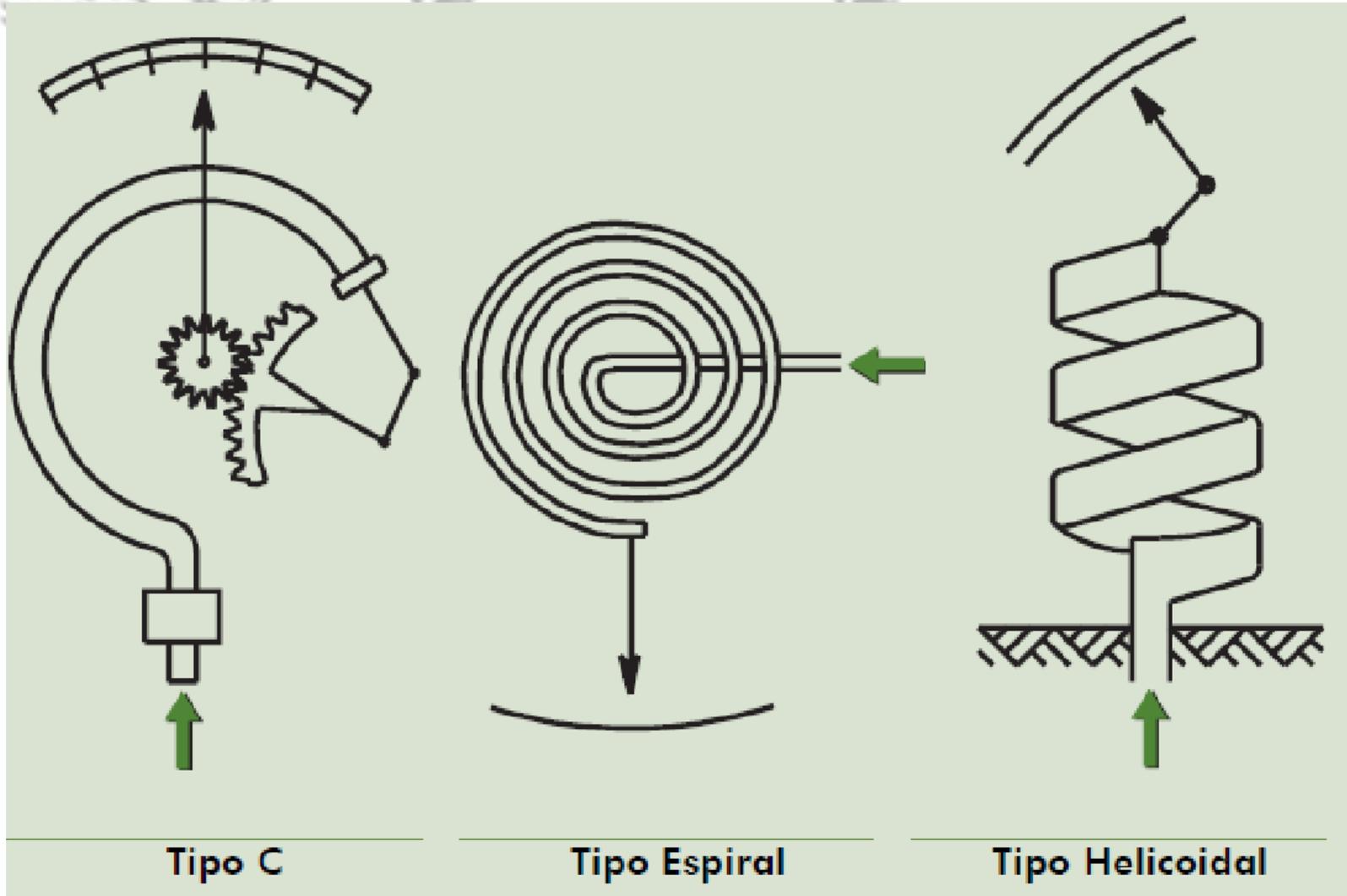


[LINK](#)

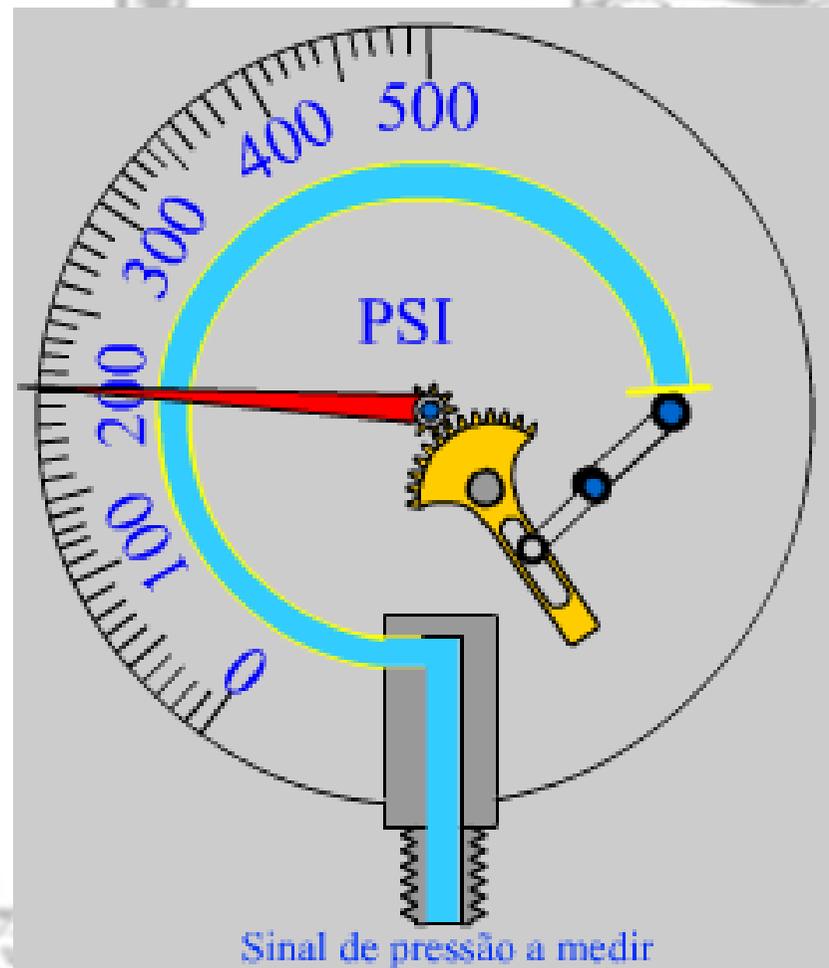
# Manômetro do Tipo Elástico

Gama de pressões (Psi)	Material usado nos tubos	Aplicação recomendada
15 - 1 000	Bronze fosforoso	Ar, acetona, benzina, salmoura, ácido bórico, butano. álcool, éter, gasolina, azoto, vapor de água, ácido tánico, água, óleos, etc.
100 - 10 000	Cobre berílio	Oxigénio e todos os fluidos referidos anteriormente.
15 - 1 500	Aço de liga (SAE 4130 G150)	Amónia, acetileno, cloro (seco), gasolina, querosene, vapor de água e outros meios não corrosivos para o aço carbono.
15 - 1 500	Aço inox Tipo 316 30L (por extrusão)	Óleos com enxofre, hidrogénio, água oxigenada, ácido acético, ácido cítrico, formaldeído e anidrido carbónico (húmido).
1 000 - 10 000	Aço inox Tipo 316 30L (por furação)	Ácido carbónico e outros meios não corrosivos para este material.
1 000 - 10 000	Aço inox Tipo 431	Nitrato de amónio, etc.
15 - 100 000	"K" Monel	Salmoura, água do mar, cloro (seco), clorato de amónio, bromo (seco), cloreto de cálcio, cloreto de sódio, tetracloreto de carbono, etc.

# Manômetro do Tipo Elástico

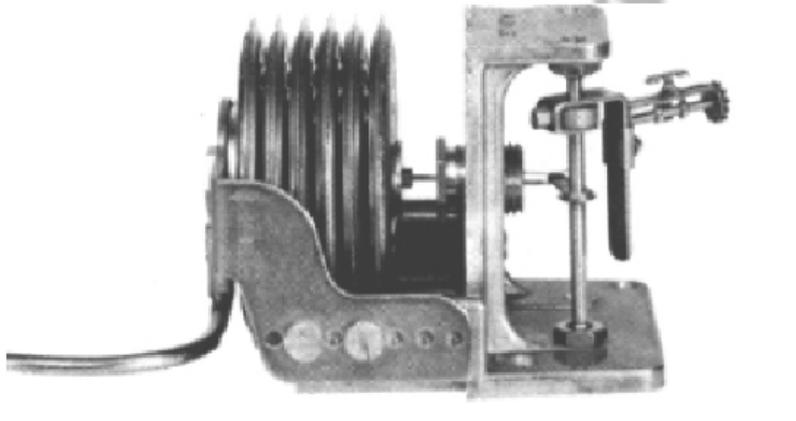
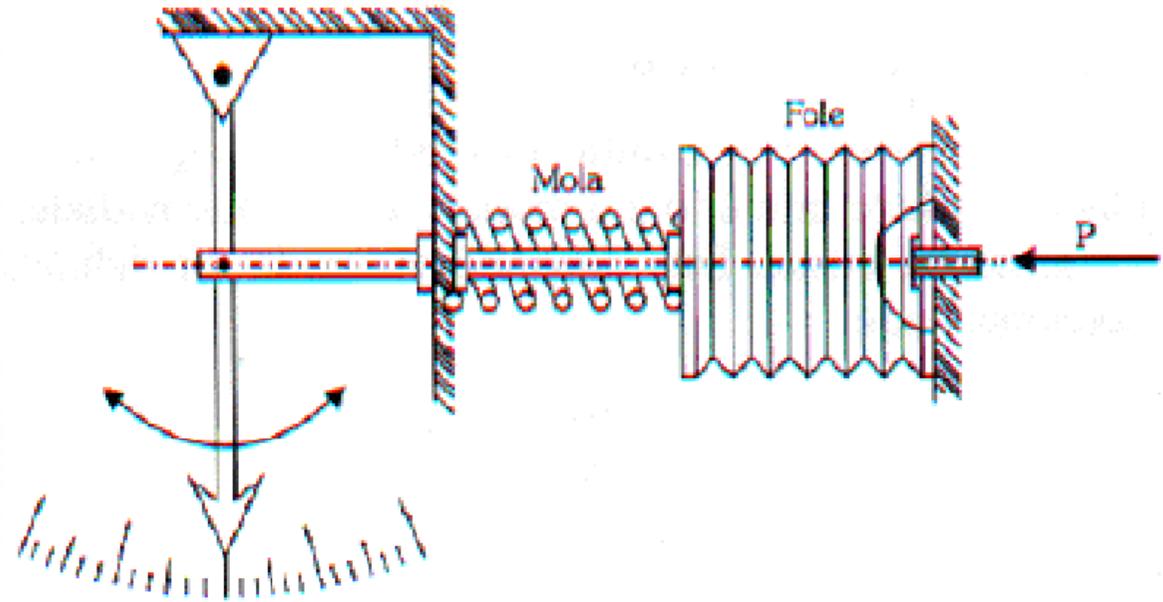


# Manômetro do Tipo Elástico



# Manômetro do Tipo Elástico

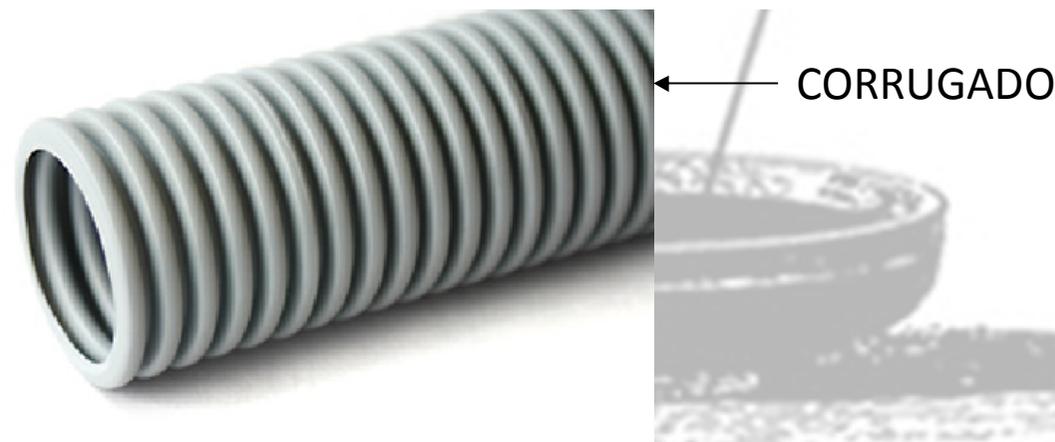
## Tipo Fole



# Manômetro do Tipo Elástico

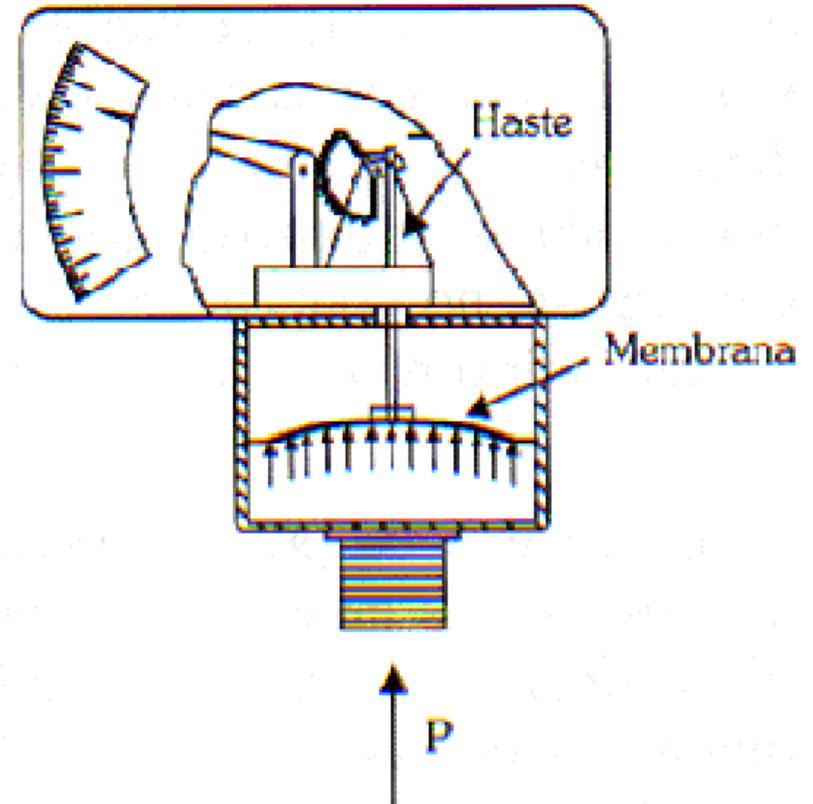
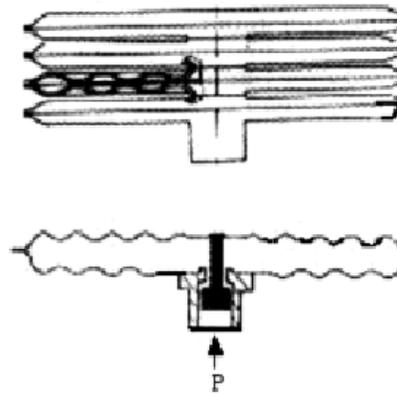
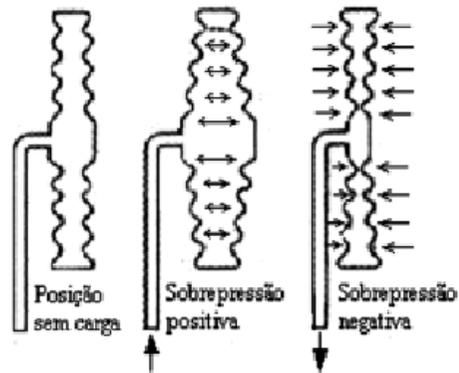
Consiste, basicamente, em um cilindro metálico, corrugado ou sanfonado.

Quando uma pressão é aplicada no interior do fole, provoca sua distensão, e como ele tem que vencer a flexibilidade do material e a força de oposição da mola que tende à mantê-lo fechado, o deslocamento do ponteiro ligado à haste é proporcional à pressão aplicada à parte interna do fole.



# Manômetro do Tipo Elástico

## Tipo Diafragma



# Manômetro do Tipo Elástico

## Indicadores tipo diafragma

São os mais comumente usados, com grande vantagem sobre os anteriores, por serem mais robustos, compactos e econômicos.

Geralmente, são designados pelo símbolo "DG" (*draft-Gage*).

A figura **anterior** mostra um desses instrumentos. Em geral, a escala é em polegadas ou centímetros de coluna de água.