

Sistemas de Medidas e Instrumentação

Parte 3

Prof.: Márcio Valério de Araújo

Medição de Nível

Capítulo VII

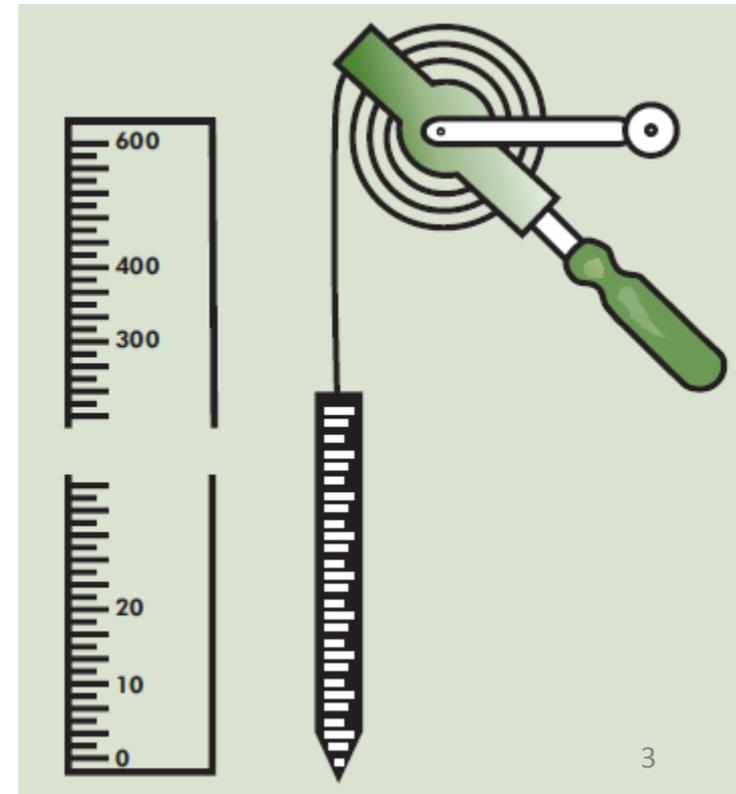
- Nível é a altura do conteúdo de um reservatório
- Através de sua medição é possível:
 - Avaliar o volume estocado
 - Fazer o balanceamento de materiais em processos
 - Aumentar a segurança e controle de alguns processos.
- Os 3 tipos básicos de medição de nível são:
 - Direto
 - Indireto
 - Descontínuo

Medição de Nível Direta

- É a medição para a qual tomamos como referência a posição do plano superior da substância medida. Neste tipo de medição podemos utilizar réguas ou gabaritos, visores de nível, bóia ou flutuador

1. RÉGUA OU GABARITO:

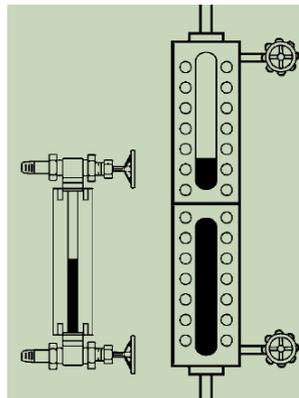
- Consiste em uma régua graduada que tem um comprimento conveniente para ser introduzida no reservatório a ser medido.
- A determinação do nível se efetuará através da leitura direta do comprimento molhado na régua pelo líquido.



Medição de Nível Direta

2. VISORES DE NÍVEL:

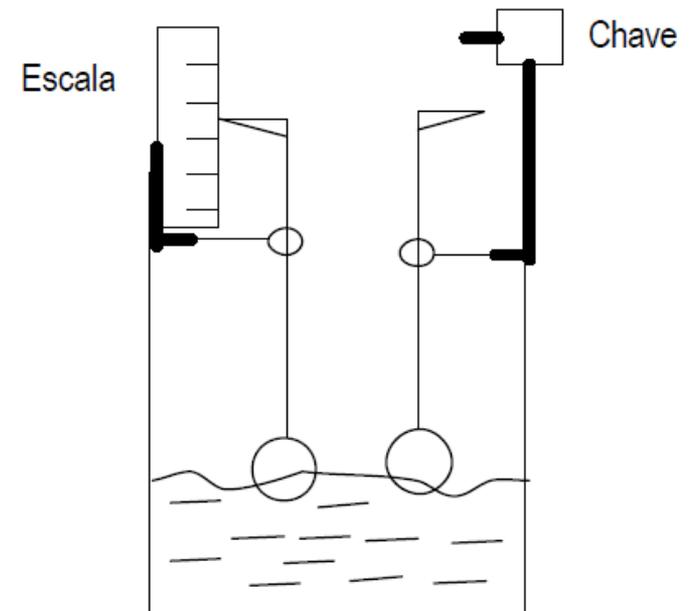
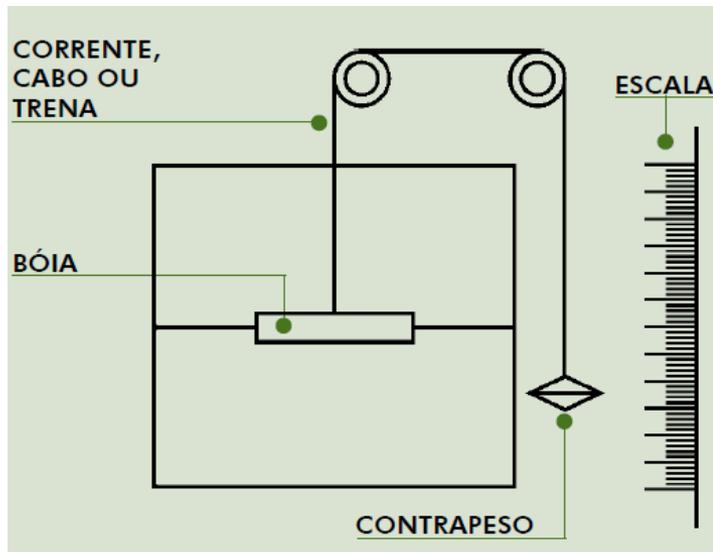
- Este medidor usa o princípio dos vasos comunicantes. O nível é observado por um visor de vidro especial, podendo haver uma escala graduada acompanhando o visor. São simples, baratos, precisos e de indicação direta. Esta medição é feita em tanques abertos e tanques fechados.
- Nessa medição pode-se usar vidro reflex, para produtos escuros sem interfaces, ou vidro transparente, para produtos claros e sua interface.



Medição de Nível Direta

3. BÓIA OU FLUTUADOR:

- Consiste numa bóia presa a um cabo que tem sua extremidade ligada a um contrapeso. No contrapeso está fixo um ponteiro que indicará diretamente o nível em uma escala. Esta medição é normalmente encontrada em tanques abertos.



Medição de Nível Indireta

- Neste tipo de medição o nível é medido indiretamente em função de grandezas físicas como: pressão, empuxo, radiação e propriedades elétricas.

MEDIÇÃO DE NÍVEL POR PRESSÃO HIDROSTÁTICA

- Neste tipo de medição usamos a pressão exercida pela altura da coluna líquida, para medirmos indiretamente o nível, como mostra a seguir o Teorema de Stevin:

$$\underline{P = h \cdot \delta}$$

P = Pressão em mm ou polegadas de coluna líquida

h = Nível em mm ou em polegadas

δ = densidade relativa do líquido na temperatura ambiente

- Essa técnica permite que a medição seja feita independente do formato do tanque, seja ele aberto, seja pressurizado.

MEDIÇÃO DE NÍVEL POR PRESSÃO HIDROSTÁTICA

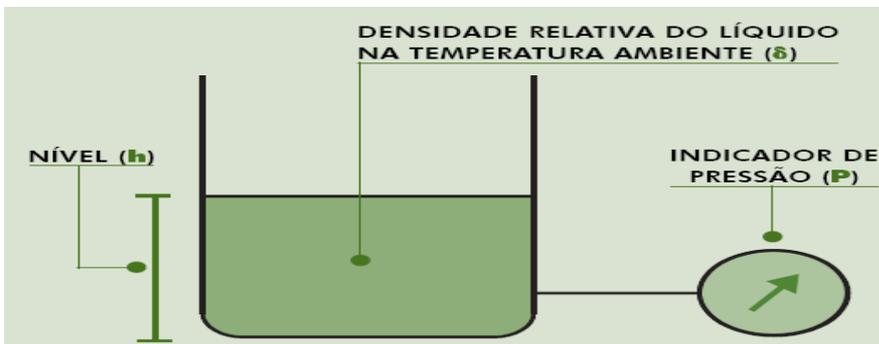
- Neste tipo de medição, utilizamos um transmissor de pressão diferencial cuja cápsula sensora é dividida em duas câmaras: a de alta (**H**) e a de **baixa pressão (L)**.
- Este transmissor de nível mede a pressão diferencial, subtraindo-se a pressão da câmara alta (**H**) da **câmara baixa (L)**.

$$\Delta P = P_H - P_L$$

ΔP = Diferencial de pressão

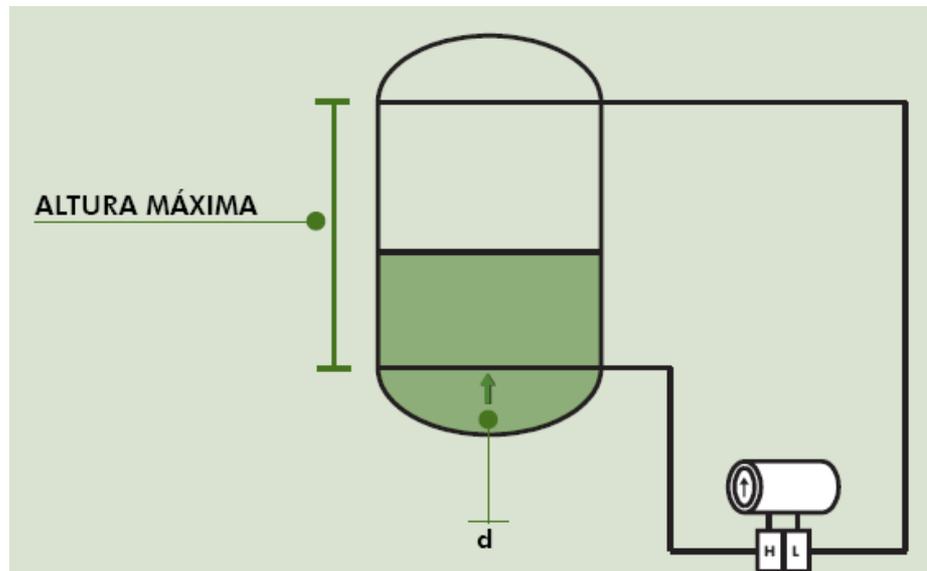
P_H = Pressão na câmara de alta

P_L = Pressão na câmara de baixa



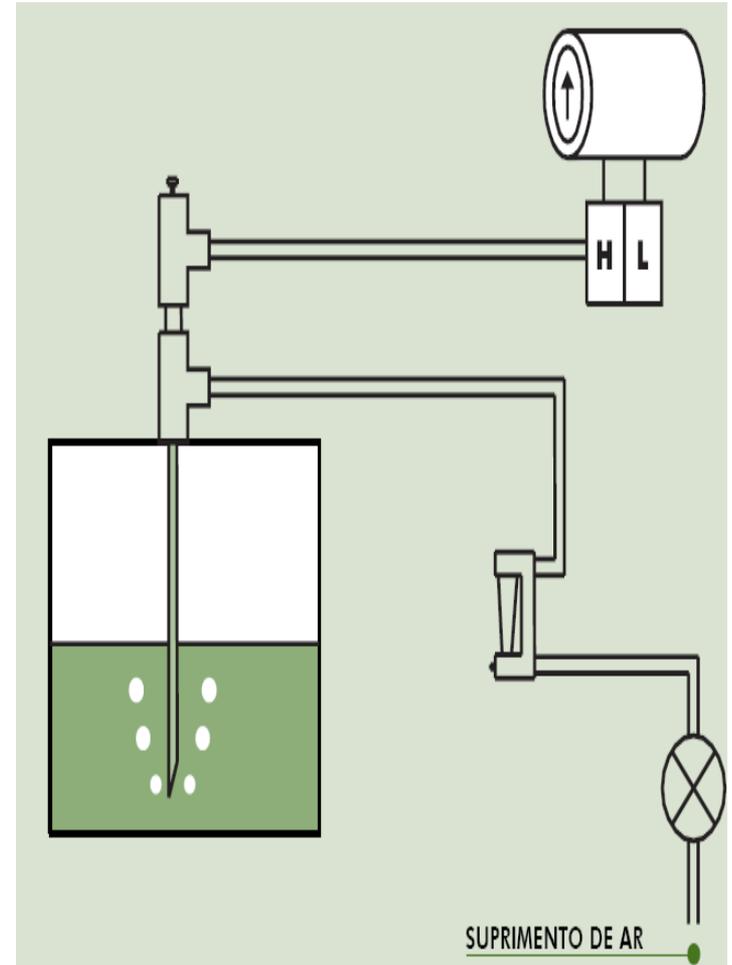
MEDIÇÃO DE NÍVEL POR PRESSÃO DIFERENCIAL EM TANQUES PRESSURIZADOS

- Para medição em tanques pressurizados, a tubulação de impulso da parte de baixo do tanque é conectada à câmara de alta pressão do transmissor de nível.
- A pressão atuante na câmara de alta é a soma da pressão exercida sob a superfície do líquido e a pressão exercida pela coluna de líquido no fundo do reservatório.



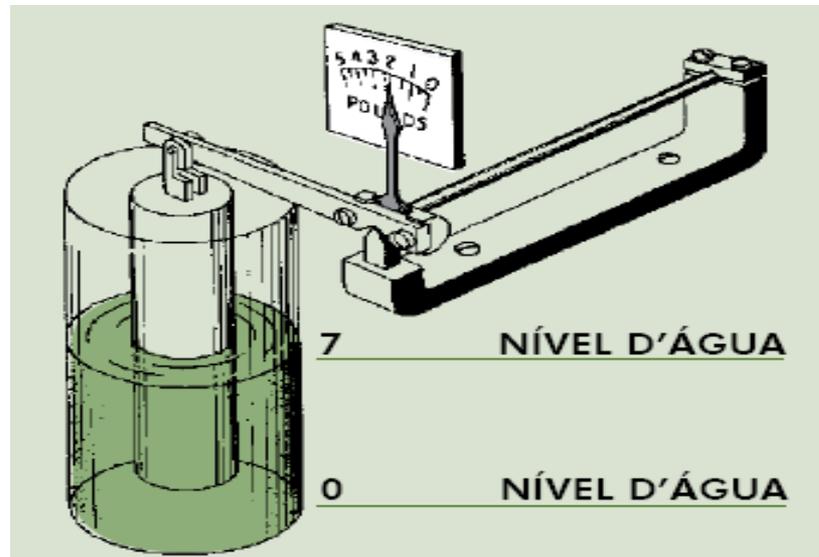
MEDIÇÃO DE NÍVEL COM BORBULHADOR

- Com o sistema de borbulhador podemos detectar o nível de líquidos viscosos, corrosivos, bem como de quaisquer líquidos a distância.
- Neste sistema necessitamos de um suprimento de ar ou gás e uma pressão ligeiramente superior à máxima pressão hidrostática exercida pelo líquido.
- Ajustamos a vazão de ar ou gás até que se observe a formação de bolhas em pequenas quantidades.



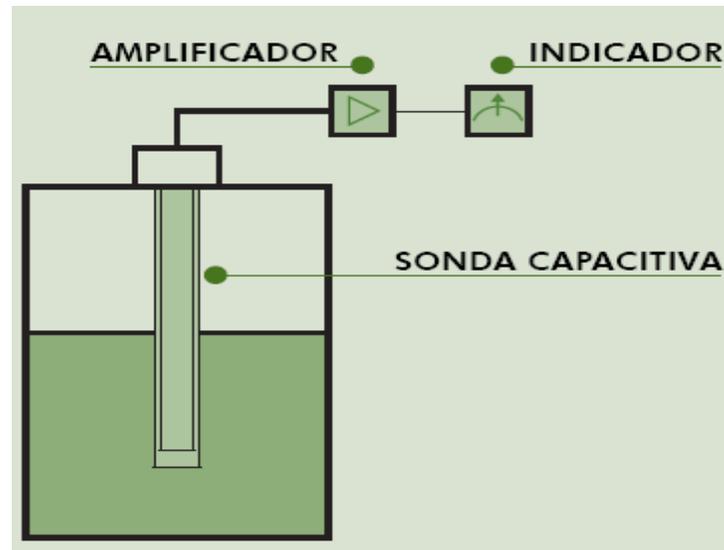
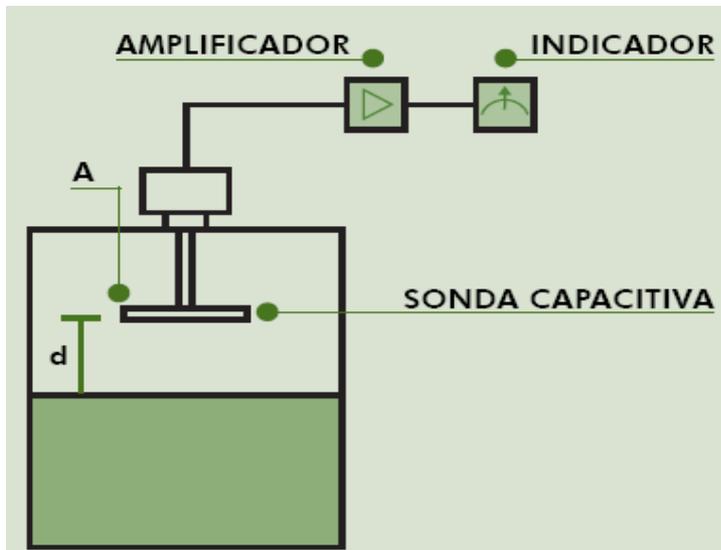
MEDIÇÃO DE NÍVEL POR EMPUXO

- Baseando-se no princípio de Arquimedes, usa-se um deslocador *que sofre* o empuxo do nível de um líquido, transmitindo para um indicador este movimento, por meio de um tubo de torque.
- O medidor deve ter um dispositivo de ajuste para densidade do líquido cujo nível estamos medindo, pois o empuxo varia com a densidade.



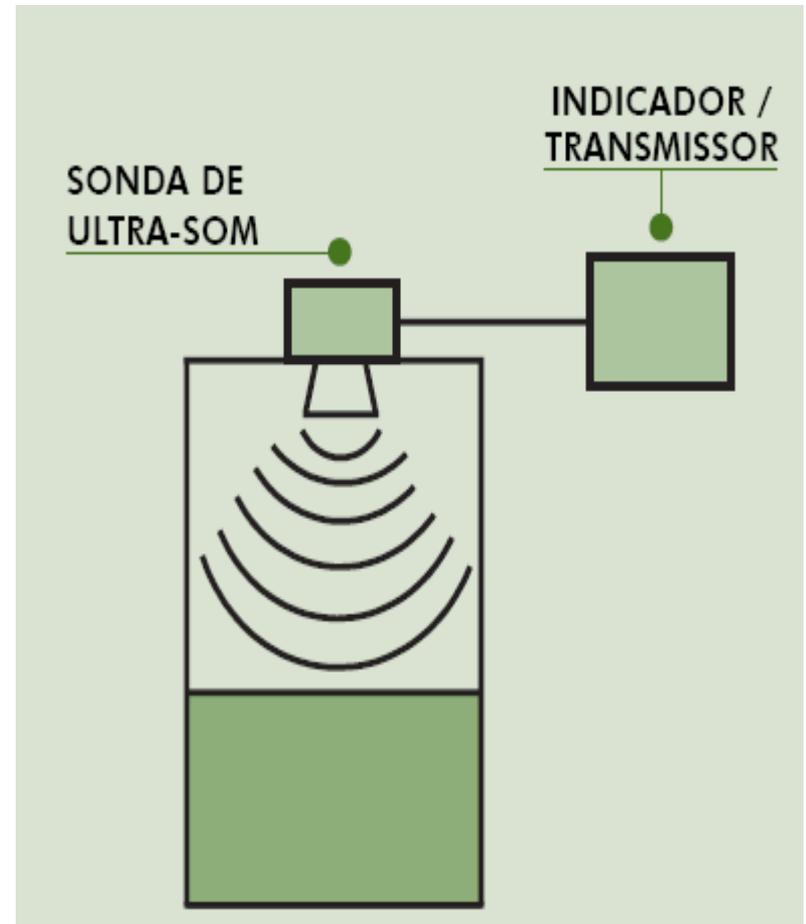
MEDIÇÃO DE NÍVEL POR CAPACITÂNCIA

- A capacitância é uma grandeza elétrica que existe entre duas superfícies condutoras isoladas entre si.
- A capacidade do conjunto depende do nível do líquido.
- À medida que o nível do tanque for aumentando, o valor da capacitância aumenta progressivamente devido ao dielétrico ar ser substituído pelo dielétrico líquido.



MEDIÇÃO DE NÍVEL POR ULTRA-SOM

- O ultra-som consiste em uma onda sonora cuja frequência de oscilação é maior que aquela sensível pelo ouvido humano, ou seja, acima de 20 KHz.
- A propagação do ultra-som depende, portanto, do meio (sólido, líquido ou gasoso).
- A velocidade do som é a base para a medição através da técnica de *eco*, usada nos dispositivos ultra-sônicos.

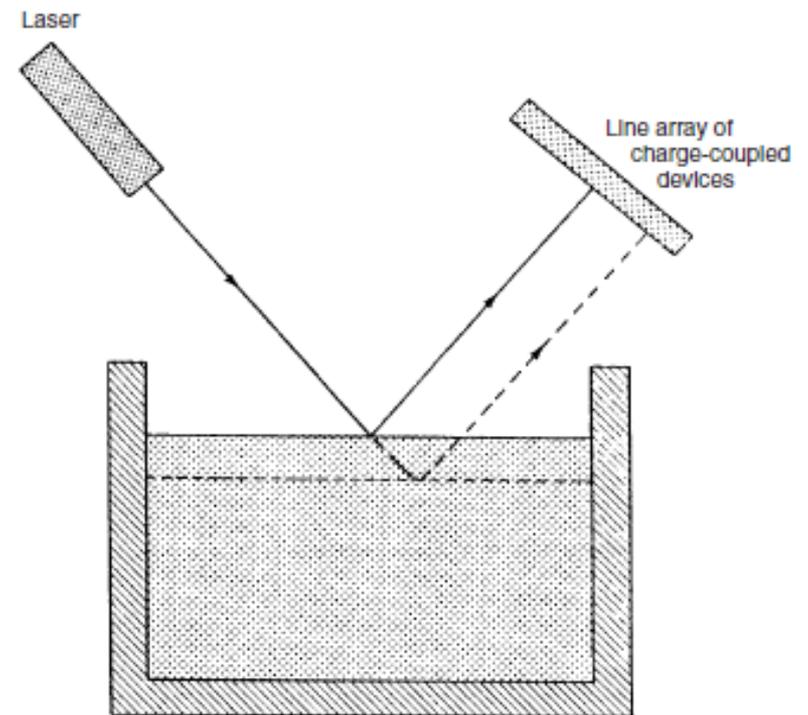


MEDIÇÃO DE NÍVEL POR RADAR

- O radar possui uma antena cônica que emite pulsos eletromagnéticos de alta frequência à superfície a ser detectada.
- A distância entre a antena e a superfície a ser medida será então calculada em função do tempo de atraso entre a emissão e a recepção do sinal.
- Essa técnica pode ser aplicada com sucesso na medição de nível de líquidos e sólidos em geral.
- A grande vantagem deste tipo de medidor em relação ao ultrassônico é a imunidade à efeitos provocados por gases, pó, e espuma entre a superfície e o detetor.

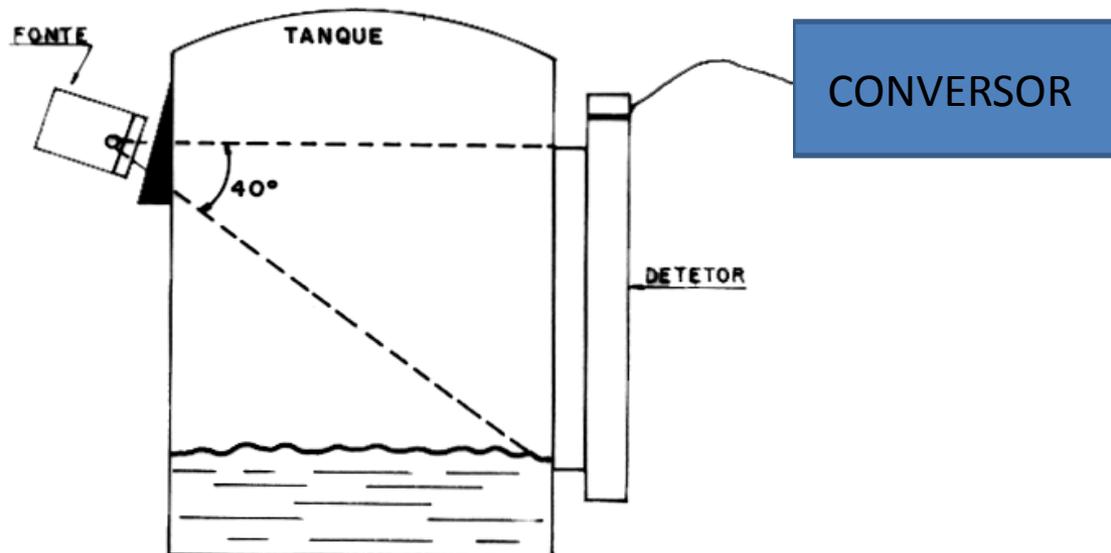
Medição por Laser

- Semelhante a medição por ultra som e por radar.
- Pode ser usado fora do tanque, caso haja uma janela de vidro.



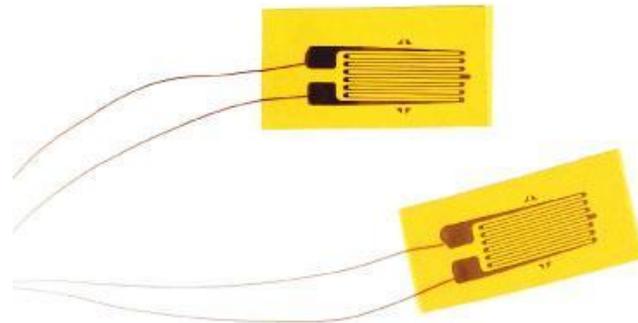
MEDIÇÃO DE NÍVEL POR RADIAÇÃO

- Os sistemas radiamáticos são utilizados para medição de nível de líquidos, polpas ou sólidos granulados em aplicações onde nenhuma outra tecnologia disponível pode ser aplicada.
- Esses sistemas consistem de uma fonte de emissão de raio gama (γ), um detector tipo câmara de ionização ou cintilação e uma unidade eletrônica conversora e transmissora de sinal.



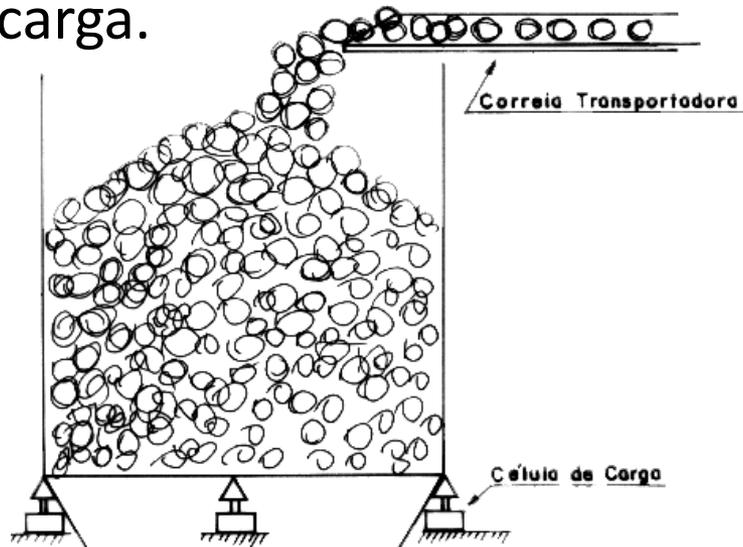
MEDIÇÃO DE NÍVEL POR PESAGEM

- A medição de nível por pesagem consiste basicamente na instalação de células de cargas nas bases de sustentação do silo cujo nível se deseja medir.
- Célula de carga é um sensor constituído por fitas extensiométricas (STRAIN-GAUGES) fixados adequadamente em um bloco de aço especial com dimensões calculadas para apresentar uma deformação elástica e linear quando submetido a uma força. Essa deformação é detectada pelas fitas extensiométricas através da variação de sua resistência elétrica.



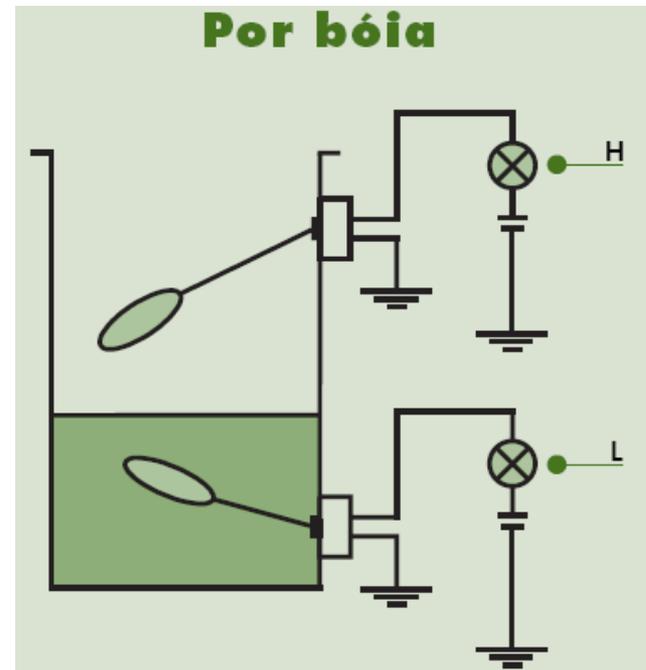
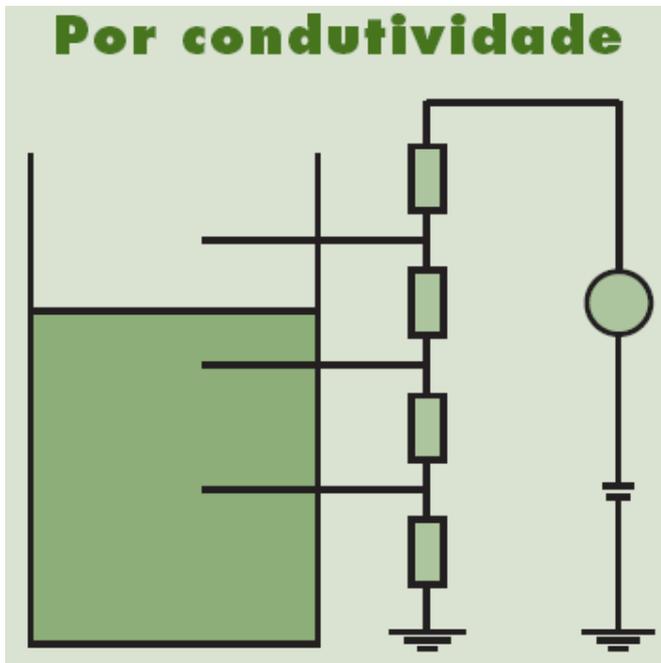
MEDIÇÃO DE NÍVEL POR PESAGEM

- As células de carga podem ser instaladas sob os pontos de apoio da estrutura do silo, de tal forma que o seu peso é nelas aplicado.
- Para silos pequenos podem ser usadas células de carga que são deformadas por tração, sendo neste caso o silo suspenso por uma única célula, eliminando-se o problema de distribuição de carga.



Medição de nível descontínua

- Estes medidores são empregados para fornecer indicação apenas quando o nível atinge certos pontos desejados, como, por exemplo, em sistemas de alarme e segurança de nível alto ou baixo.
 - POR CONDUTIVIDADE
 - POR BOIA



MEDIÇÃO DE VAZÃO

Capítulo VIII

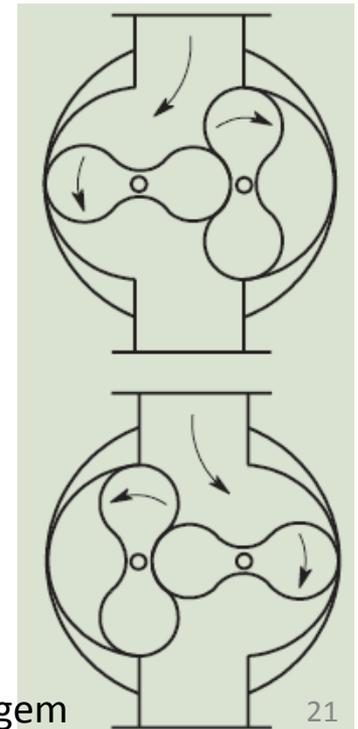
- A vazão é considerada uma das principais variáveis em um processo contínuo, pois é através de sua medição que determina-se o controle e balanço de materiais.
- A medição da vazão inclui no seu sentido mais amplo, a determinação da quantidade de líquidos, gases e sólidos que passa por um determinado local na unidade de tempo.
- Quando se mede a vazão em unidades de volume, devem ser especificadas as "condições base" consideradas. Assim no caso de líquidos, é importante indicar que a vazão se considera "nas condições de operação", ou a 0 °C, 20 °C, ou a outra temperatura qualquer.

MEDIÇÃO DE VAZÃO

- Existem vários métodos para medição de vazão e a cada dia novas tecnologias surgem no mercado.
- Entre os métodos mais usados atualmente destacamos por classe:
 - Medição por deslocamento positivo
 - Medição por pressão diferencial
 - Medição por área variável
 - Medição através de velocidade
 - Medição por tensão induzida
 - Medidores Mássicos
 - Medição Através de Vortices
 - Medição Térmica
 - Medição em canais abertos

Medição por deslocamento positivo

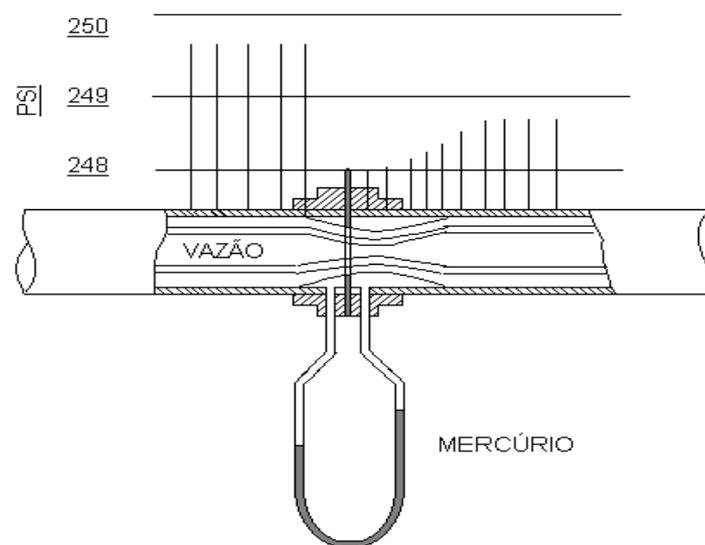
- São aqueles que o fluido, ao passar em quantidades sucessivas pelo mecanismo de medição, aciona o mecanismo de indicação.
- Estes medidores são utilizados como elementos primários das bombas de gasolina e dos hidrômetros.



Tipo engrenagem

Medição por pressão diferencial

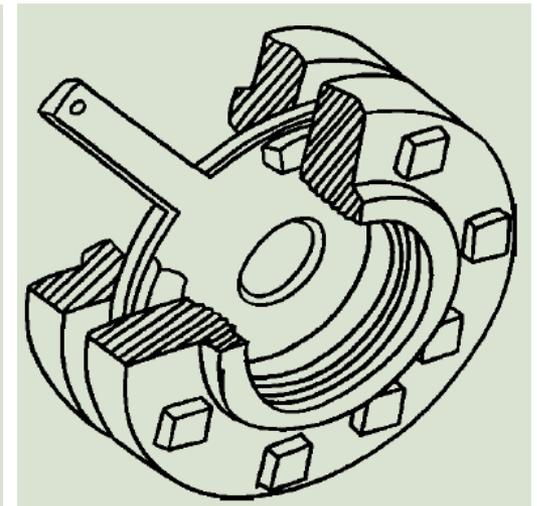
- A pressão diferencial é produzida por vários tipos de elementos primários, colocados nas tubulações de forma tal que o fluido passe através deles.
- A sua função é aumentar a velocidade do fluido diminuindo a área da seção em um pequeno comprimento para haver uma queda de pressão. A vazão pode então, ser medida a partir desta queda.



Medição por pressão diferencial

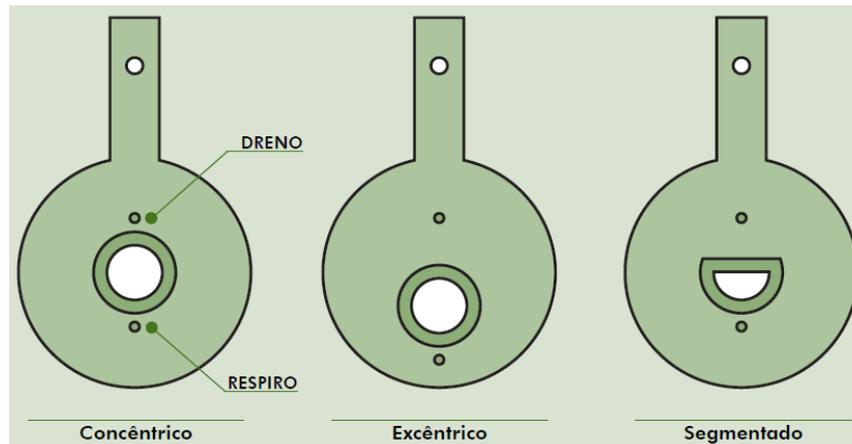
- Dos muitos dispositivos inseridos numa tubulação para se criar uma pressão diferencial, o mais simples e mais comumente empregado é o da placa de orifício.
- Consiste em uma placa precisamente perfurada, a qual é instalada perpendicularmente ao eixo da tubulação.

VANTAGENS	DESVANTAGENS
Instalação fácil	Alta perda de carga
Economia	Baixa rangeabilidade
Construção simples	
Manutenção e troca simples	



Placa de Orifício

- Tipos de orifício e suas aplicações:



ORIFÍCIO CONCÊNTRICO

Este tipo de placa é utilizado para líquidos, gases e vapor que não contenham sólidos em suspensão

ORIFÍCIO EXCÊNTRICO

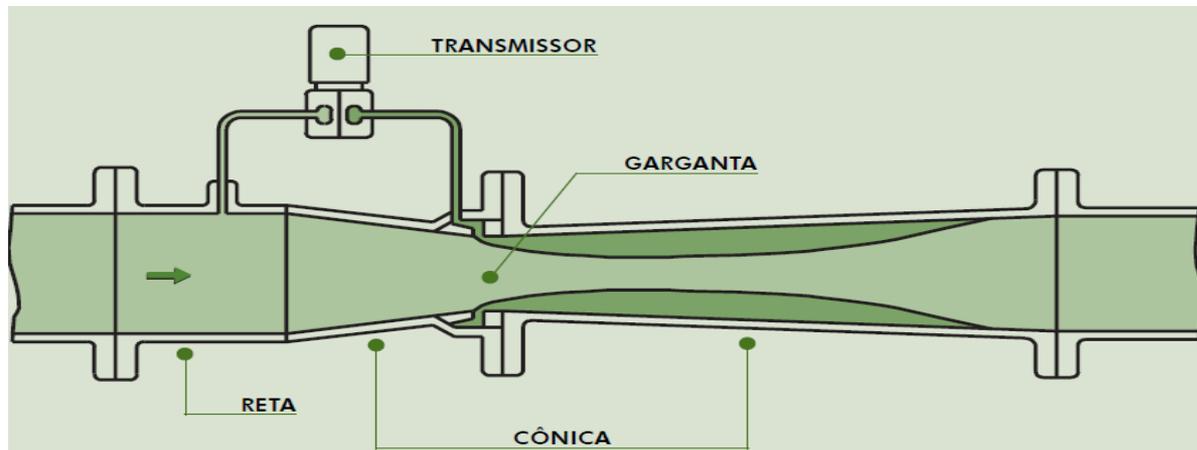
Utilizada quando tivermos fluido com sólidos em suspensão, os quais possam ser retidos e acumulados na base da placa, sendo o orifício posicionado na parte de baixo do tubo

ORIFÍCIO SEGMENTADO

Esta placa tem a abertura para passagem de fluido, disposta em forma de segmento de círculo. É destinada a uso em fluidos laminados e com alta percentagem de sólidos em suspensão

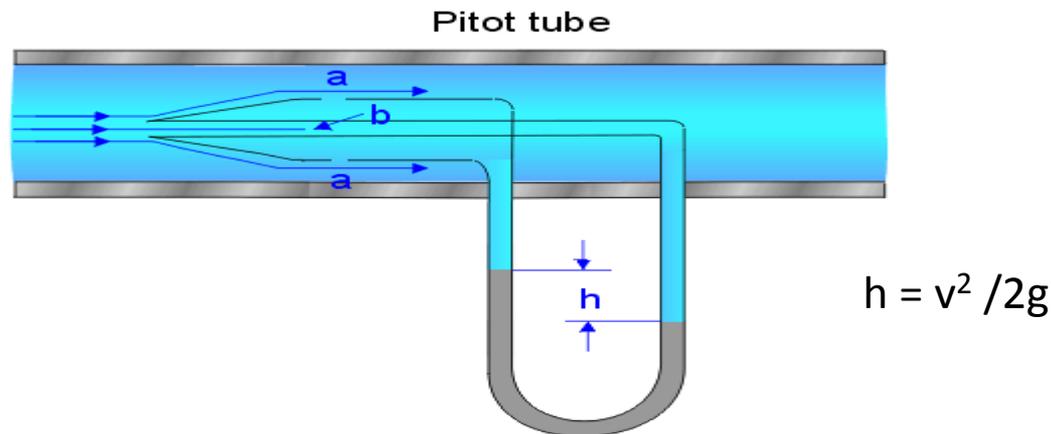
Medição por pressão diferencial

- o tubo venturi combinado dentro de uma unidade simples, uma curta garganta estreitada entre duas seções cônicas.
- É usualmente instalado entre dois flanges, numa tubulação, sendo seu propósito acelerar o fluido e temporariamente baixar sua pressão estática.
- Seu uso é recomendado quando se deseja um maior restabelecimento de pressão e quando o fluido medido carrega sólidos em suspensão.



Medição por pressão diferencial

- O Tubo Pitot mede a diferença entre a pressão estática e a pressão total dada pela soma da pressão estática e aquela devida a velocidade do fluido.
- Um tubo Pitot possui duas aberturas para a medição das pressões, uma perpendicular ao eixo do fluxo, sendo esta a tomada de baixa pressão e a outra, com frente para o fluido, fornecendo o ponto de impacto é a tomada de alta.
- A diferença entre a pressão total e a pressão estática da linha nos dará a pressão dinâmica, a qual é proporcional ao quadrado da velocidade.
- É um dispositivo que mede a vazão através da velocidade detectada na tubulação.



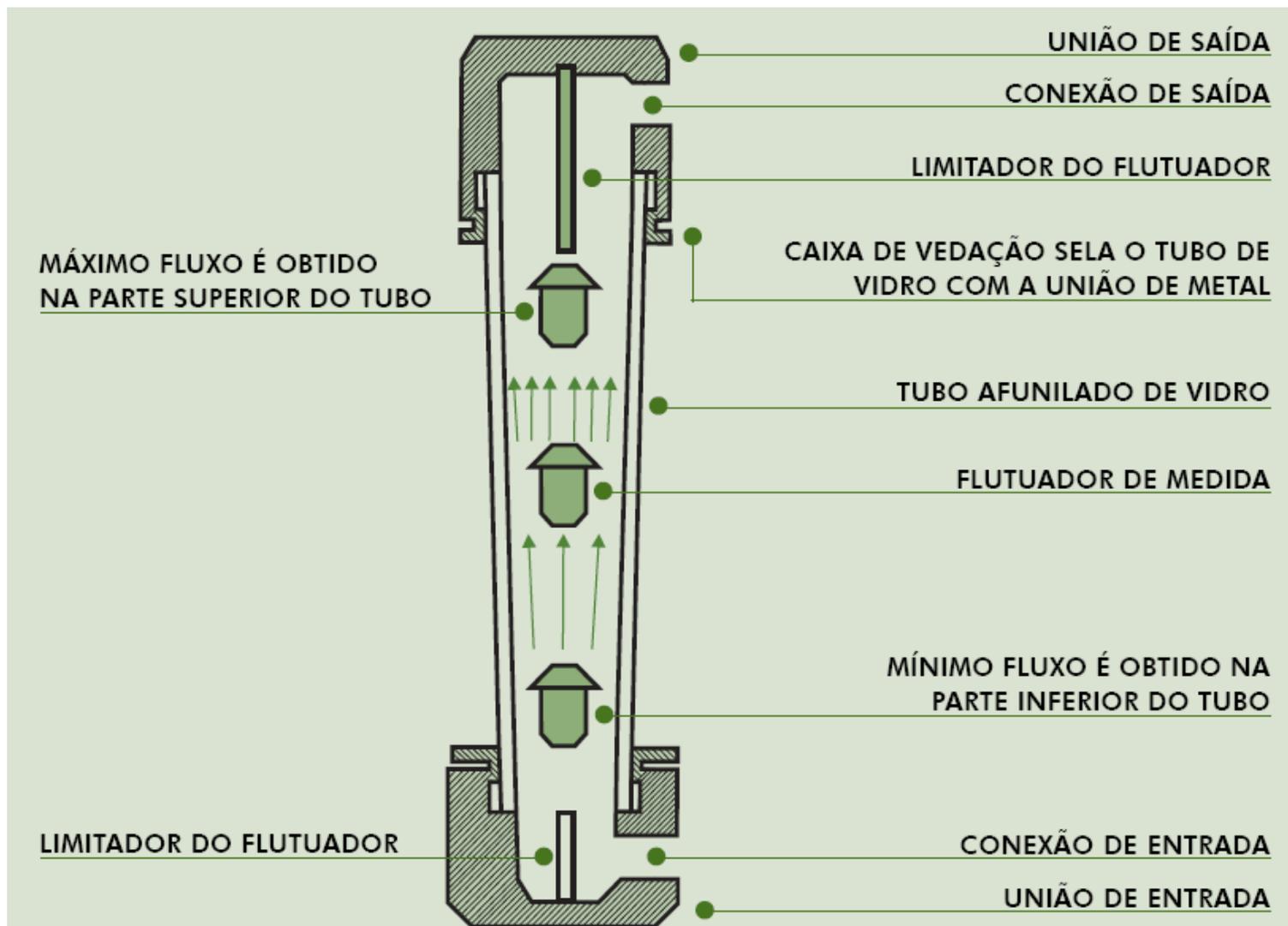
Medição por área variável

- Rotômetros são medidores de vazão por área variável, nos quais um flutuador varia sua posição dentro de um tubo cônico, proporcionalmente à vazão do fluido.

○ ROTÔMETRO É FORMADO POR DUAS PARTES

- ✓ Um tubo de vidro de formato cônico, o qual é colocado verticalmente na tubulação em que passará o fluido a ser medido. A extremidade maior do tubo cônico fica voltada para cima
- ✓ No interior do tubo cônico, um flutuador que se moverá verticalmente em função da vazão medida

Medição por área variável

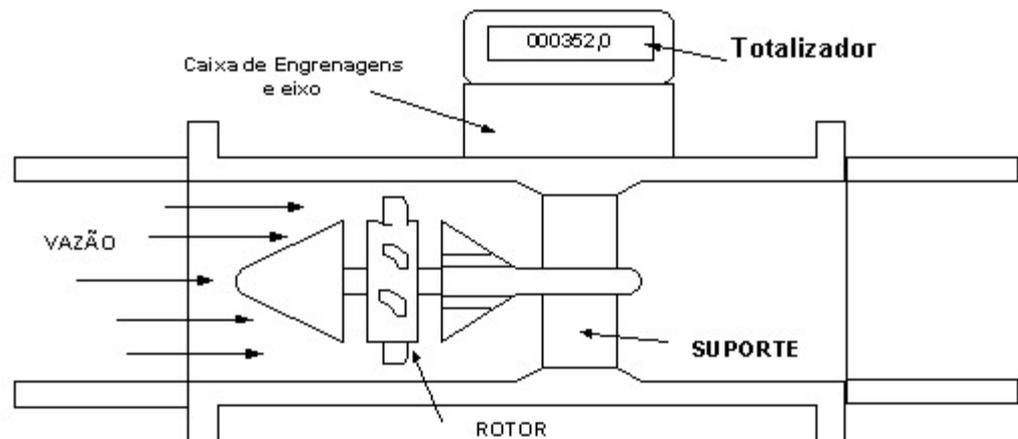
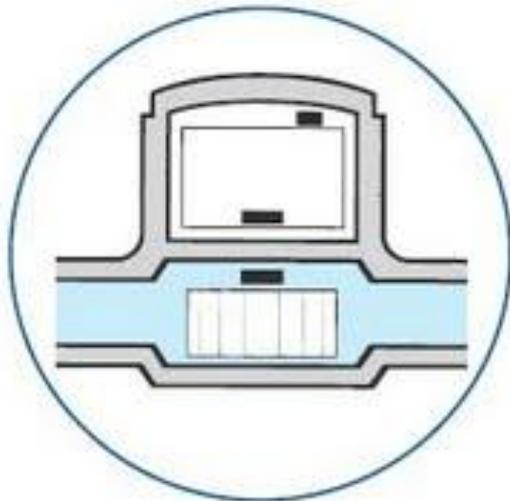


Medição por área variável

- Quando a vazão começa e o fluido atinge o flutuador, o empuxo torna o flutuador mais leve; porém, como o flutuador tem uma densidade maior que a do fluido, o empuxo não é suficiente para levantar o flutuador.
- A área de passagem oferece resistência à vazão, e a queda de pressão do fluido começa a aumentar. Quando a pressão diferencial, somada ao efeito de empuxo do líquido, excede a pressão devido ao peso do flutuador, então ele sobe e flutua na corrente.
- O flutuador ficará em equilíbrio dinâmico quando a pressão diferencial através do flutuador, somada ao efeito do empuxo, contrabalançar o seu peso.

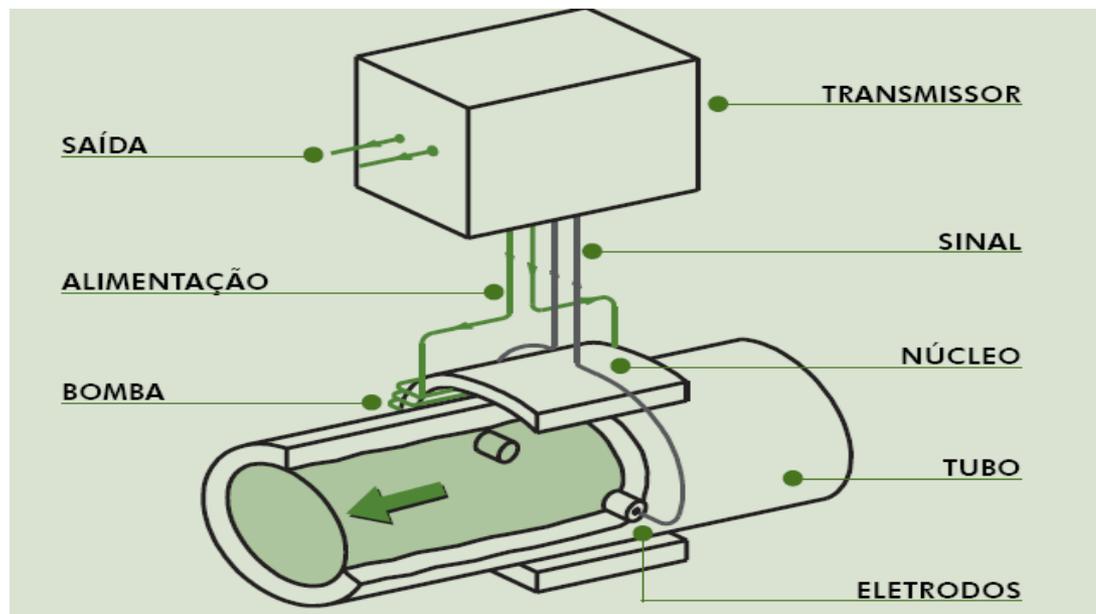
Medição através de velocidade

- O Medidor Tipo Turbina é constituído basicamente por um rotor montado axialmente na tubulação .
- O rotor é provido de aletas que o fazem girar quando passa um fluido na tubulação do processo .
- Uma bobina captadora com um imã permanente é montada externamente fora da trajetória do fluido .



Medição por tensão induzida

- O medidor magnético de vazão é seguramente um dos mais flexíveis e universais dentre os métodos de medição de vazão
- O medidor eletromagnético de vazão é baseado na Lei de Faraday. Segundo esta lei, quando um objeto condutor se move em um campo magnético, uma força eletromotriz é gerada.



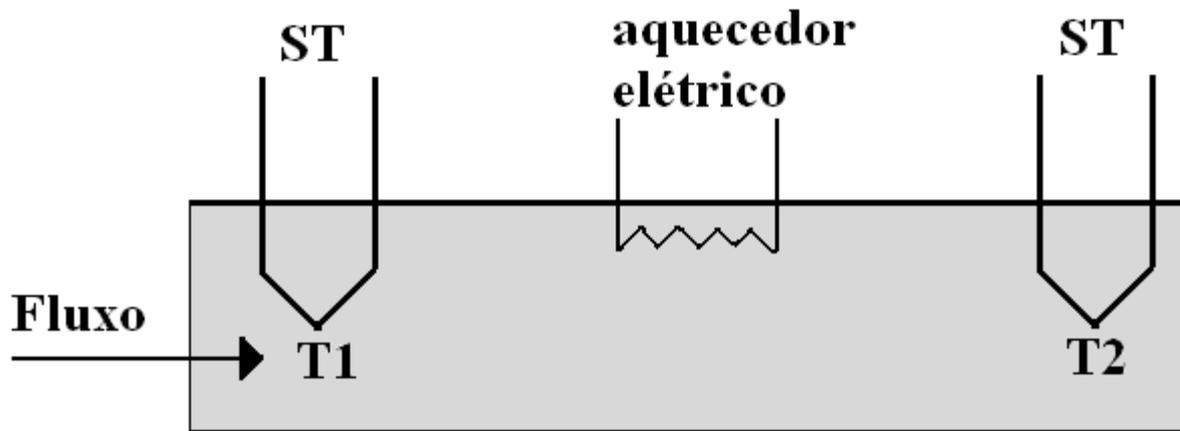
Medidores de quantidade por pesagem

- São utilizados para a medição de sólidos, como as balanças industriais.
- A Figura abaixo apresenta um exemplo de medição de quantidade por peso em correia transportadora.



Medição Térmica

- Um sensor de temperatura mede o valor na montante do tubo.
- Uma resistência elétrica aquece o fluido a uma taxa constante.
- Outro sensor mede o valor da temperatura na jusante.
- A variação da temperatura $T_2 - T_1$ é proporcional a vazão.



Medição em canais abertos

- Os dois principais tipos são: o vertedor e a calha de Parshall.
 - O vertedor mede a altura estática do fluxo em reservatório que verte o fluido de uma abertura de forma variável.
 - O medidor tipo calha Parshall é um tipo de Venturi aberto que mede a altura estática do fluxo. É mais vantajoso que o vertedor, porque apresenta menor perda de carga e serve para medir fluidos com sólidos em suspensão.

