

# Medição de Nível

## Introdução

### ✓ Definição

- Nível é a altura do conteúdo de um reservatório que pode ser sólido ou líquido
- ✓ Os sensores de nível medem ou detectam a presença de líquido/sólido mantido em recipientes



# Introdução

- ✓ Muitos processos industriais exigem a medição exata da altura do fluido líquido ou sólido (pó, granulados, etc.) dentro de um reservatório
- ✓ Alguns reservatórios de processo possuem uma combinação de fluidos estratificados, naturalmente separada em camadas diferentes, em virtude de densidades diferentes, em que a altura do ponto de interface entre as camadas dos líquido é de interesse
- ✓ Existe uma grande variedade de tecnologias para medir o nível de substâncias em um reservatório, cada um baseado em diferentes princípios da física

# Aplicações

- ✓ O nível é uma variável importante na indústria não somente para a operação do próprio processo, mas também para fins de cálculo de custo e de inventário
  - Avaliar o volume estocado de materiais em tanques
  - Balanço de materiais de processos contínuos onde existam volumes líquidos ou sólidos de acumulação temporária, reações, mistura, etc.



- ✓ A medição do nível é importante para processos relacionados com:
  - A proteção ambiental
  - Segurança de uma fábrica
  - Controle de inventário no processo de armazenamento ou de tanques para:
    - Identificação estoque de material
    - Prevenção de transbordamento
    - Prevenção da sobrecarga para os agitadores
    - Prevenção da subcarga para os agitadores
    - Controle do enchimento e esvaziamento de tanque operados em bateladas
    - Operação ótima do nível

## Critérios de Seleção

- ✓ Sensores de nível por Contato ou Sem contato
  - Métodos de contato envolvem contato físico entre o dispositivo e os meios de comunicação
  - Métodos Sem contato medem o nível sem contato com o meio
  - Métodos sem contato são a melhor escolha para manutenção de meios corrosivos

## Critérios de Seleção

- ✓ Meios
  - Refere-se ao tipo de material que o sensor precisa medir.
  - Sensores de nível pode ser responsável por medir uma grande variedade de meios em sistemas de nível de fluidos em muitas indústria
  - Os dois tipos gerais de meios incluem materiais líquidos e sólidos
- ✓ Meios líquidos
  - Água (quente ou frio, limpo ou sujo, doce ou salgada)
  - Gasolina (combustíveis ou Diesel)
  - Fluido hidráulico
  - Fluidos altamente viscosos ou gomosos
- ✓ Materiais secos
  - Sólidos a granel
  - Pós

## Tipo de Tecnologia de Medição

- ✓ Sensores de nível estão disponíveis com várias tecnologias de diferentes modos de medidas
- ✓ As escolhas incluem
  - Métodos Diretos
  - Métodos Indiretos

# Tipos de Tecnologia de Medição

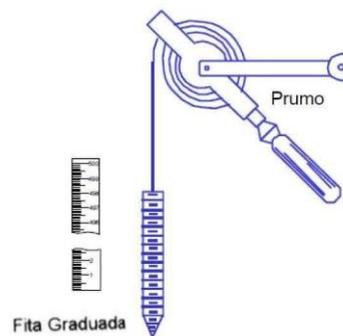
## ✓ Medição Direta

- É a medição que se faz tendo como referência a posição do plano superior da substância medida
- Empregam-se métodos tais como
  - Réguas ou gabaritos
  - Visores de nível ou visores de vidro (*Level Gauge*)
  - Bóias ou flutuadores

## Medição Direta de Nível

### ✓ Régua ou Gabarito

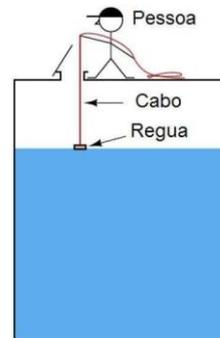
- Consiste em uma régua graduada que tem o comprimento conveniente, para ser introduzido dentro do reservatório onde vai ser medido o nível
- A determinação do nível se efetua através da leitura direta do comprimento marcado na régua, pelo líquido



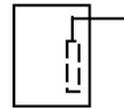
## Medição Direta de Nível

### ✓ Régua ou Gabarito

- São instrumentos simples e de baixo custo permitindo medidas instantâneas
- A graduação da régua deve ser feita a uma temperatura de referência, podendo estar graduada em unidades de comprimento, volume ou massa



**Simbologia**



## Medição Direta de Nível

### ✓ Visores de Nível

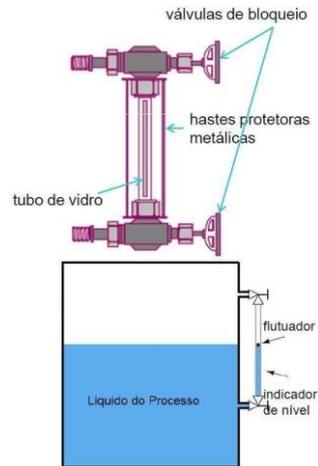
- Devido às suas características construtivas, os visores de nível são de fácil manutenção e construídos de maneira a oferecer segurança na operação
- Tipo de visores:
  - tubular
  - vidro plano
  - magnéticos
  - especiais (uso em caldeiras)

## Medição Direta de Nível

### ✓ Visores de Vidro Tubular

- Estes visores são normalmente fabricados com tubos de vidro retos com paredes de espessuras adequadas a cada aplicação
- O comprimento e o diâmetro do tubo irão depender das condições a que estará submetido o visor, porém

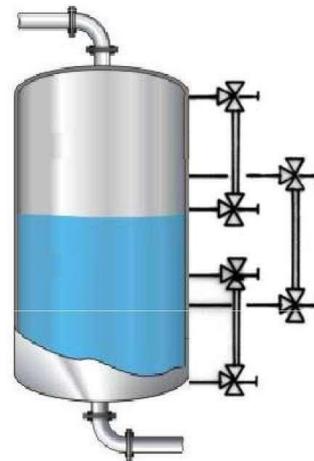
convém observar que os mesmos não suportam altas pressões e temperaturas



## Medição Direta de Nível

### ✓ Visores de Vidro Tubular

- Não recomendado para líquidos tóxicos, inflamáveis ou corrosivos
- Recomenda-se que o comprimento do tubo não exceda os 750 mm
- Caso seja necessário cobrir faixas de variação de nível maiores, recomenda-se usar dois ou mais visores com sobreposição de faixas visíveis

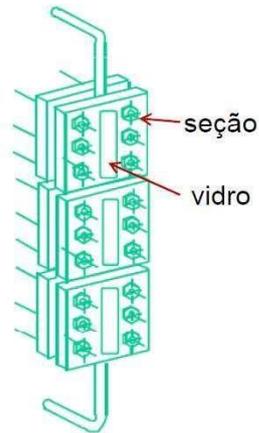


Esquema de visor com sobreposição das faixas visíveis

## Medição Direta de Nível

### ✓ Visores de Vidro Plano

- Representam cerca de 90% das aplicações de visores de nível em plantas industriais
- São compostos de um ou vários módulos onde se fixam barras planas de vidro
- São conhecidos como seções dos visores



Visor de vidro plano com três seções

## Medição Direta de Nível

### ✓ Visores de Vidro Plano

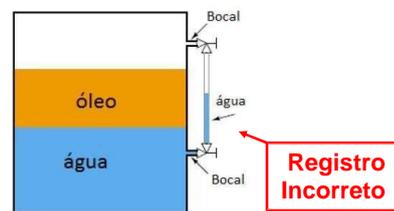
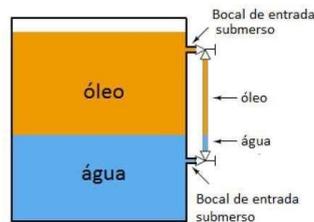


## Medição Direta de Nível

### ✓ Problema de Interface

- A única maneira de garantir adequada de indicação nível de

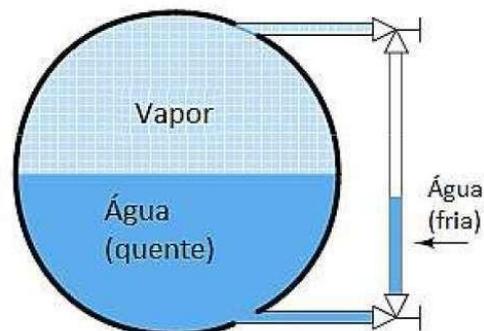
duas partes de interface líquida em um visor de vidro é manter as duas portas (bicos) submersas



## Medição Direta de Nível

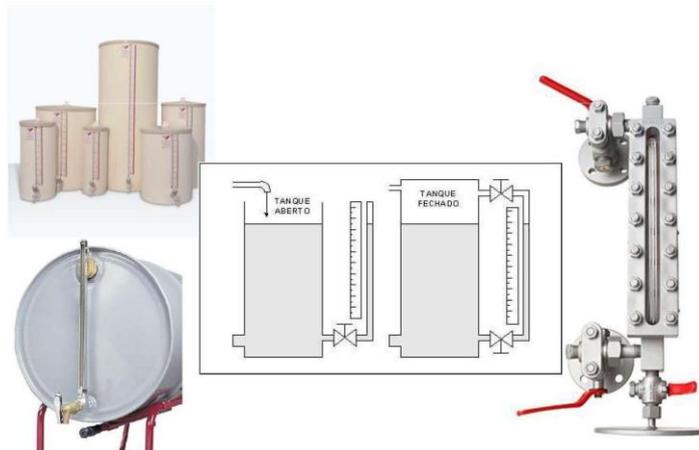
### ✓ Problema de Temperatura

- Quando o líquido no interior do recipiente é mais quente do que o líquido no medidor, as densidades são diferentes
- É observado em indicadores de nível de caldeira
  - A água no interior do visor de vidro esfria substancialmente em relação a temperatura no interior do tambor da caldeira



## Medição Direta de Nível

### ✓ Indicadores de Nível Transparente



## Medição Direta de Nível

### ✓ Indicadores Magnéticos de Nível

- Os transmissores de nível tipo boia magnética são instrumentos projetados para fornecerem indicação do nível de forma
- contínua, precisa e econômica, para líquidos mesmo incrustantes ou contaminados
- A variedade de materiais nas quais pode ser construído permite a sua utilização para a medição dos mais diversos líquidos de aplicação industrial, mesmo em severas condições de vapor e/ou névoa



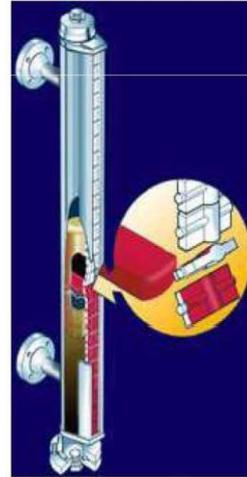
## Medição Direta de Nível

### ✓ Indicadores Magnéticos de Nível

- A indicação contínua de nível é obtida através de um sensor linear (utilizando-se de sensores magnéticos) e resistores de precisão

hermeticamente selados no interior da haste

- Uma boia magnética desloca-se pela haste, aciona os sensores, causando uma variação de resistência elétrica que é processada pela unidade eletrônica e convertida em sinal de 4 a 20mA
- Este sinal analógico pode ser utilizado diretamente pela malha de controle ou visualizado através de um indicador de nível digital



As cores branco e vermelho representam nível ar e líquido, respectivamente.

## Medição Direta de Nível

### ✓ Medidor de Nível com Flutuador

- A maioria dos detectores de tipo flutuante utiliza o princípio da perda de peso, de um corpo flutuante para indicar o nível do fluido
- O flutuador é selecionado de tal modo que é mais leve do que o fluido
- À medida que o nível do fluido aumenta o flutuador sobe
- Isto é detectado pela montagem eletrônica para indicar o nível

#### Simbologia



## Medição Direta de Nível

### ✓ Medidor de Nível com Flutuador

#### ○ Vantagens

- Técnicas simples e comprovada
- Altura do tanque ilimitado
- Uma melhor precisão (dependendo do tipo de flutuador)
- Baixo custo capital e de manutenção

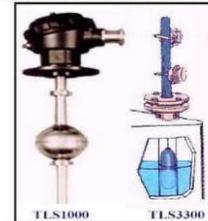
#### ○ Desvantagens

- Sujeitos ao desgaste, a corrosão, falha mecânica
- Ficar travado devido ao entupimento, deposição e/ou acumulação de material

Side Magnetic Level Switch



Top Mounted Magnetic Level switch



## Medição Indireta de Nível

✓ É o tipo de medição indiretamente que se faz para determinar o nível em função de grandezas físicas como

- Pressão (cabeça de pressão)
- Empuxo
- Atenuação da radiação
- Mudança de capacitância
- Fotoelétrico

# Medição Indireta de Nível

## ✓ Tipos de Medição Indireta de Nível

- Pressão
  - Níveis por borbulhadores
  - Por manômetros de tubo em U
  - Níveis por diafragma
  - Por células de pressão diferencial
- Elétricos
  - Sensores capacitivos
  - Detector condutivo
  - Sensores radioativos
  - Sensores ultrassônicos
  - Detector de nível por lâminas vibrantes

# Medição Indireta de Nível

- ✓ A **PRESSÃO** é muitas vezes usada como um método indireto de medir níveis de líquidos
- ✓ A **PRESSÃO** aumenta com o aumento da profundidade em um fluido

$$\Delta P = \gamma \cdot \Delta h$$

$\Delta P$ : mudança na pressão

$\gamma$ : peso específico

$\Delta h$ : profundidade

Observe que as unidades devem ser consistentes, ou seja, libras e pés, ou N e metro

## Medição Indireta de Nível

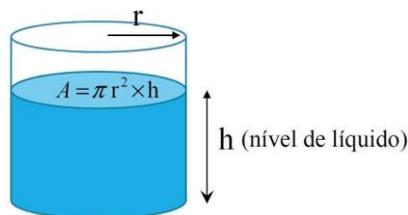
- ✓ **EMPUXO** é um método indireto utilizado para medir níveis de líquidos
- ✓ O nível é determinado utilizando a flutuação de um objeto parcialmente imerso em um líquido
- ✓ O empuxo  $B$  ou força ascendente sobre um corpo de um líquido pode ser calculada a partir da equação

$$B = \gamma \cdot A \cdot h$$

- $A$  área é a área da seção transversal do objeto
- $h$  é a profundidade de imersão do objeto

## Medição Indireta de Nível

- ✓ O nível de líquido é então calculado a partir do peso de um corpo de um líquido  $W_L$ , que é igual ao seu peso no ar ( $W_A - B$ ), a partir do qual se obtém  $h$



$$h = \frac{W_A - W_L}{\gamma \cdot A}$$

$$V = A \cdot h = \pi r^2 \cdot h$$

- ✓ O peso de material  $W$  no recipiente é dado por  $W = \gamma \cdot V$

# Medição Indireta de Nível

- ✓ Capacitância
  - É uma grandeza elétrica que existe em duas superfícies condutoras isoladas entre si
- ✓ Sondas capacitivas podem ser utilizadas em líquidos não condutores e sólidos em fluxo livre para a medição de nível
- ✓ Muitos materiais, quando colocados entre as placas de um capacitor, a capacitância aumenta por um fator  $\mu$ , chamada de constante dielétrica do material ( $\mu_{ar} = 1$ ;  $\mu_{água} = 80$ )
- ✓ A capacitância ( $C$ ) é dada por

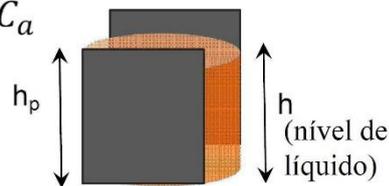
$$C = C_a \cdot \mu \cdot \frac{h}{h_p} + C_a$$

$C_a$ : Capacitância sem líquido

$\mu$ : Constante dielétrica do líquido entre as placas

$h_p$ : Altura das placas

$h$ : Profundidade ou do nível do líquido entre as placas



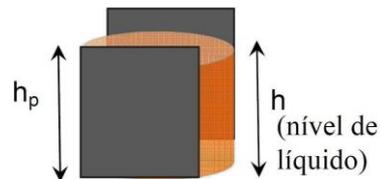
# Medição Indireta de Nível

- ✓ Capacitância
  - É uma grandeza elétrica que existe em duas superfícies condutoras isoladas entre si
- ✓ Logo

$$h = \frac{C - C_a}{\mu \cdot C_a} \cdot h_p$$

TABLE 6.1 Dielectric Constant of Some Common Liquids

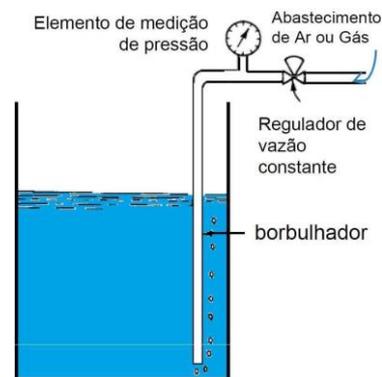
Liquid	Dielectric constant
Water	80 @ 20°C
	88 @ 0°C
Glycerol	42.5 @ 25°C
	47.2 @ 0°C
Acetone	20.7 @ 25°C
Alcohol (Ethyl)	24.7 @ 25°C
Gasoline	2.0 @ 20°C
Kerosene	1.8 @ 20°C



## Medição Indireta de Nível

### ✓ Medidor de Nível por Borbulhador

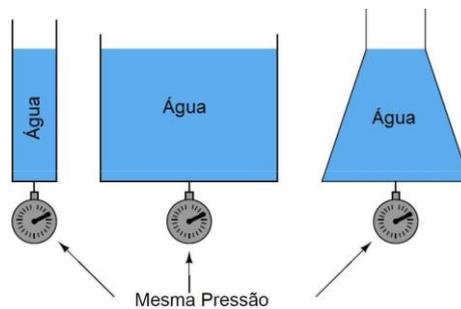
- Passa-se uma pequena vazão de ar por um tubo submerso no reservatório que vai até o nível mínimo do mesmo, de modo a produzir uma corrente contínua de bolhas
- A pressão necessária para produzir a vazão contínua de bolhas é uma medida da coluna de líquido



## Medição Indireta de Nível

### ✓ Medidor de Nível por Pressão Hidrostática

- Uma coluna vertical de fluido exerce uma pressão devido ao próprio peso da coluna
- A relação entre a altura da coluna, e a pressão do fluido na parte inferior da coluna é constante para qualquer fluido específico (densidade), independentemente da largura ou forma do reservatório



## Medição Indireta de Nível

### ✓ Medidor de Nível por Pressão Hidrostática

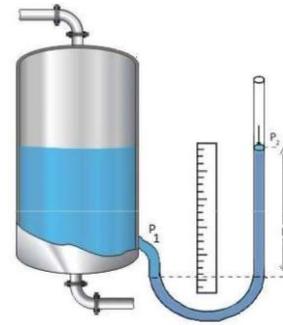
- Por tanto, o Nível pode ser inferido a partir da a pressão exercida pela altura da coluna líquida do líquido dentro do tanque
- Baseia-se no Teorema de Stevin:

$$P = \gamma \cdot h$$

$P$ : pressão em mm H<sub>2</sub>O ou polegada H<sub>2</sub>O

$h$ : nível em mm ou em polegadas

$\gamma$ : densidade relativa do líquido na temperatura ambiente ou densidade específica



A 4°C a água pura tem uma densidade (peso ou massa) de cerca de 1 g/cm<sup>3</sup>, 1g/ml, 1 kg/litro, 1000 kg/m<sup>3</sup> ou 62,4 lb/ft<sup>3</sup>

## Medição Indireta de Nível

### ✓ Medidor de Nível por Pressão Hidrostática

- Exemplo

A pressão gerada por uma coluna de óleo de 12pés de elevação tendo uma densidade específica ( $\gamma$ ) de 40 lb/ft<sup>3</sup> é

$$P = \gamma \cdot h$$

$$P = \frac{12 \text{ ft} \cdot 40 \text{ lb}}{1 \text{ ft}^3}$$

$$P = \frac{480 \text{ lb}}{\text{ft}^2}$$

$$P = \frac{480 \text{ lb}}{\text{ft}^2} \cdot \frac{1 \text{ ft}^2}{144 \text{ in}^2} = \frac{3,33 \text{ lb}}{\text{in}^2} = 3,33 \text{ PSI}$$

## Medição Indireta de Nível

### ✓ Medidor de Nível por Pressão Hidrostática

- O nível do líquido é proporcional à pressão no fundo do tanque
- Coloca-se medidores de pressão para medir a pressão do recipiente e a pressão no fundo do recipiente

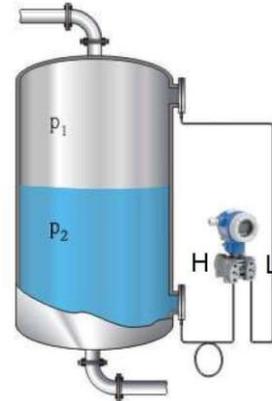
$$P_{fundo} - P_{superfície} = \rho \cdot g \cdot h$$

$$g : 9,8066 \text{ m/s}^2 = 32.174 \text{ ft/s}^2$$

$\rho$  : densidade do líquido

Fator de conversão:

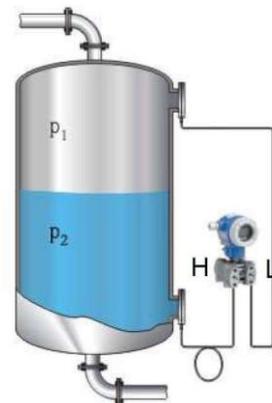
$$g_c = 9,80 \text{ kg.m/kgf.s}^2 = 32,174 \text{ lb.ft/lbf.s}^2$$



## Medição Indireta de Nível

### ✓ Medidor de Nível por Pressão Hidrostática

- Vantagens
  - Econômico e fácil de instalar
  - Verificação online e manutenção possível
- Desvantagens
  - Não é possível medir nível de sólidos
  - Fluido precisa estar limpo para ser medido
  - Variação de densidade provoca erro



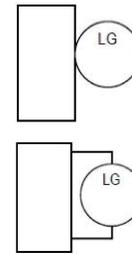
# Medição Indireta de Nível

## ✓ Medidor de Nível por Pressão Hidrostática

### ○ Supressão de zero

- Se o fluido do processo possui alta viscosidade, ou quando o fluido se condensa nas tubulações de impulso, ou ainda no caso do fluido ser corrosivo, deve-se utilizar um sistema de selagem nas tubulações de impulso, das câmaras de baixa e alta pressão do transmissor de nível
- Selam-se, então, ambas as tubulações de impulso, bem como as câmaras do instrumento

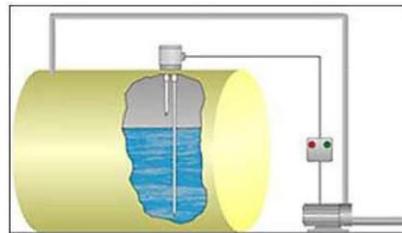
### Simbologia



# Medição Indireta de Nível

## ✓ Medidor por Transdutor Condutivo

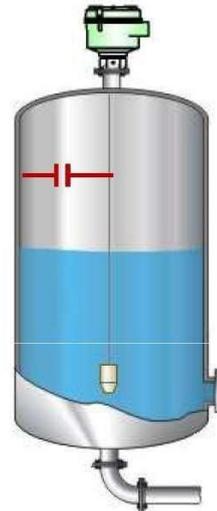
- Os sensores são utilizados para detecção de nível de líquidos condutores, tais como água e líquidos altamente corrosivos
- Empregam baixa tensão, fonte de alimentação de corrente limitada aplicada através de eletrodos separados
- Sensores de alta tensão são projetados para operar em meios menos condutores (maior resistência)



## Medição Indireta de Nível

### ✓ Medidor por Transdutor Capacitativo

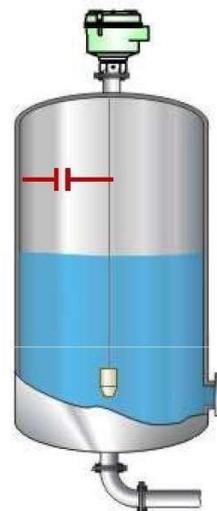
- A capacitância pode ser lida por uma fonte ou por um circuito que converta linearmente capacitância em saída analógica ou digital
- Nenhuma parte móvel está presente uma vez que a medição é totalmente baseada na variação de capacitância formada pelo conjunto haste (do instrumento), produto a medir e parede do tanque (ou uma haste auxiliar/referência)



## Medição Indireta de Nível

### ✓ Medidor por Transdutor Capacitativo

- Aplicações
  - Monitoramento contínuo do nível de tanques, reservatórios ou silos
  - Vários tipos de líquidos condutivos ou não, tais como água, óleo e sólidos

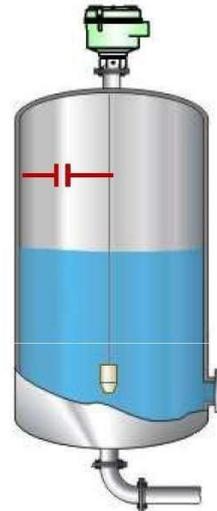


## Medição Indireta de Nível

### ✓ Medidor por Transdutor Capacitivo

#### ○ Vantagens

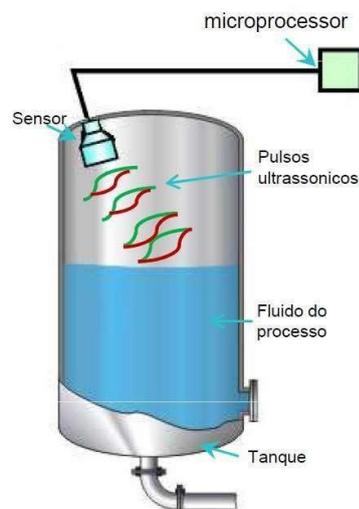
- Longa duração e baixa necessidade de manutenção através da construção mecânica robusta meios pastosos, corrosivos entre outros
- Sólidos como pós e granulados com constante dielétrica relativa  $> 2$
- Não possui partes móveis
- Estrutura compacta e resistente
- Instalação simples e econômica
- Opera em temperaturas e pressões altas



## Medição Indireta de Nível

### ✓ Medição de Nível por Ultrassom

- Utilizado na medição contínua e precisa do nível de produtos líquidos ou sólidos armazenados em tanques, reservatórios ou silos
- Baseia-se na emissão de pulsos ultrassônicos de alta frequência por um sensor instalado no tanque/silo que são refletidos pelo material que está sendo monitorado
- O sensor utiliza cristais piezoelétricos de alto desempenho para gerar curtos impulsos de ultrassom, na forma de ondas sonoras
- Estes pulsos são direcionados para um alvo específico, de onde é refletida de volta ao transdutor que atua como transmissor/receptor



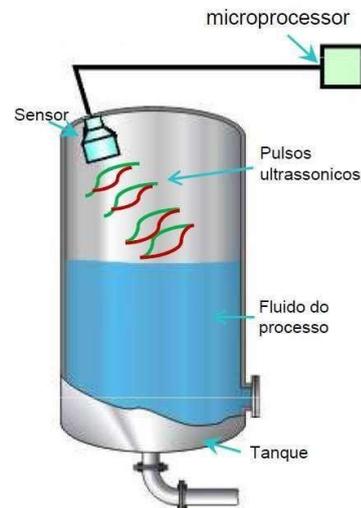
# Medição Indireta de Nível

## ✓ Medição de Nível por Ultrassom

- O tempo de trânsito tomada para receber o impulso refletido é medido pelo dispositivo eletrônico

$$d = (\text{Velocidade do Som}) \cdot (\text{tempo})$$
$$h(\text{Nível}) = L - d$$

- Diferentes opções de materiais para o transdutor (para compatibilidade química)
- Diferentes saídas (4-20mA, RS485 ou Hart)
- Diferentes versões para áreas classificadas, versões para montagem remota ou integral além de poderem efetuar a indicação de volume e funções de controle ou alarme de nível



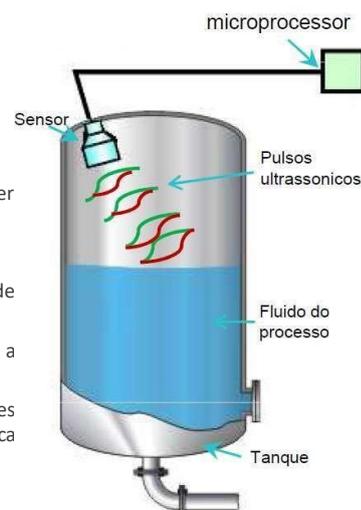
# Medição Indireta de Nível

## ✓ Medição de Nível por Ultrassom

- Vantagens
  - Baixo custo
  - Sem contato

**Simbologia**

- Altamente confiável para a medição de sólidos e, pode ser utilizado sem quaisquer restrições (abertos ou fechados)
- Desvantagens
  - Se o silo é alimentado pneumáticamente, a poeira pode impedir um sinal de retorno para o sensor
  - Materiais de alta temperatura também podem mudar a velocidade de transmissão → problemas de precisão
  - O eco material também representa um desafio; superfícies inclinadas podem causar reflexo indireto levando a fraca reflexão e/ou ecos de divisão

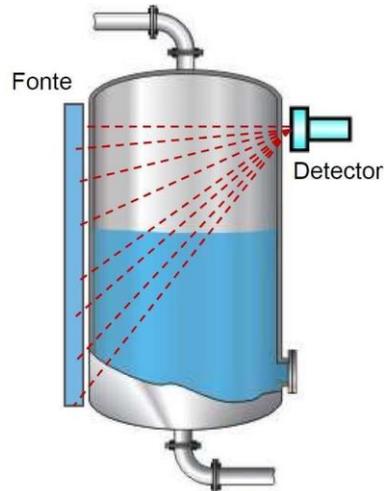


## Medição Indireta de Nível

### ✓ Transmissor por Radiação

- Utiliza uma fonte que contém algum tipo de material radioativo como cézio ou de cobalto localizado sobre um lado do recipiente enquanto do outro lado contém o detector eletrônico
- A radiação gama tem transmissibilidade muito menor através do material que o ar, assim atenuação indica a sua presença entre a fonte e o detector
- O conjunto é constituído por uma fonte radioativa que emite radiação e um detector que detecta a radiação atenuada e converte-o em uma percentagem de nível real

Para a medição contínua de nível, tanto a fonte como o módulo receptor devem estar alinhados para garantir o conteúdo completo do silo seja medido

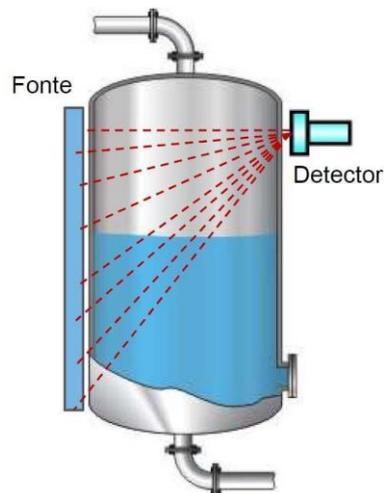


## Medição Indireta de Nível

### ✓ Transmissor por Radiação

#### ○ Aplicação

- Para fluidos de processo altamente corrosivos ou tóxicos onde penetrações para o vaso deve ser minimizado e onde os requisitos de tubulação fazem medição impraticável
- Em processos onde as condições internas do reservatório são muito violentas para qualquer instrumento resistir (por exemplo, unidade de coqueificação retardada na indústria de refino de petróleo)

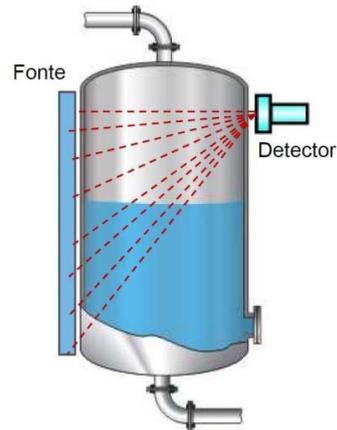


# Medição Indireta de Nível

## ✓ Transmissor por Radiação

### ○ Vantagens

- Baixo Custo de Manutenção e Alta Confiabilidade
- Técnica não invasiva
  - ❖ Nenhuma exposição à corrosão, a alta pressão, ou condições abrasivas ou a processo de alta temperaturas
- Sem partes móveis
  - ❖ Detectores sem partes móveis evitam problemas de desgaste, corrosão ou falhas mecânicas no processo
- Tecnologia comprovada
  - ❖ Medidas por radiações nucleares provaram ser confiável ao longo do tempo em milhares de aplicações



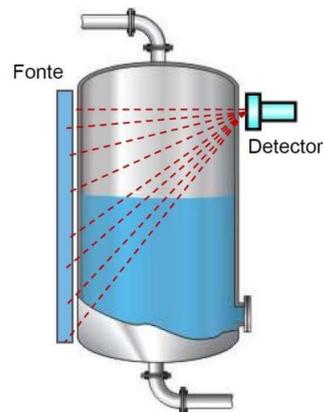
# Medição Indireta de Nível

## ✓ Transmissor por Radiação

### ○ Desvantagens:

- Normalmente são mais caros do que outros e podem ser proibitivos
- Ao requererem uma fonte de radiação nuclear exige licenciamento, bem como um profissional conhecedor de segurança nuclear
- A fonte irá se deteriorar ao longo do tempo e, eventualmente, precisará de eliminação e substituição, um

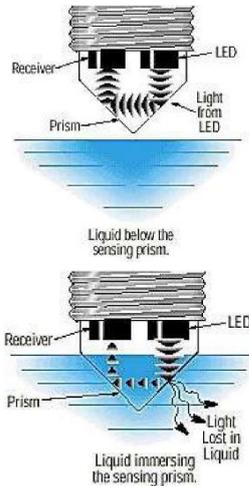
processo muito rigoroso, caro e formal



## Medição Indireta de Nível

### ✓ Transmissores Óticos

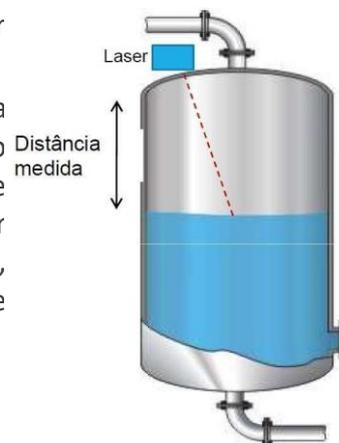
- Os sensores óticos usam luz visível, infravermelho ou laser para detectar o nível de fluido
- Baseiam-se na habilidades do material para transmissão da luz, reflexão ou de refração
- Podem ser utilizados na detecção de nível por contato ou sem contato com o fluido
- Nos sistemas sem contato, a luz é destinada para baixo sobre a superfície do líquido e a luz refletida é detectada por uma célula fotoelétrica
- Seu tempo de resposta é quase imediato e altamente preciso



## Medição Indireta de Nível

### ✓ Transmissores Óticos

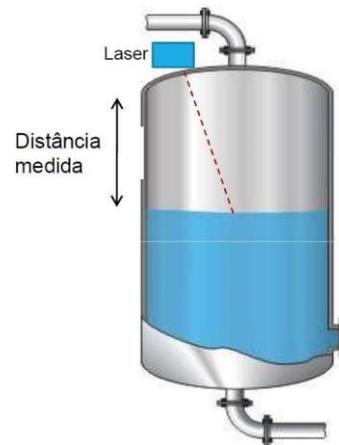
- Pouco usados, talvez o fator mais limitante da medição a laser é a necessidade de se ter uma superfície suficientemente refletora
- Muitos fluidos não refletem o suficiente para que este seja uma técnica de medição prática, e na presença de poeira ou de vapores de espessura no espaço entre o laser e o líquido, pode-se dispersar a luz, causando um enfraquecimento do sinal de luz e tornando o nível mais difícil de medir



## Medição Indireta de Nível

### ✓ Transmissores Óticos

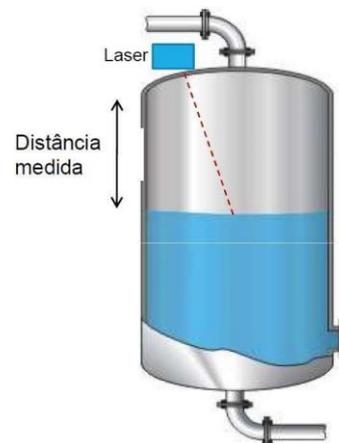
- No entanto, os lasers têm sido aplicados com grande sucesso na medição de distâncias entre os objetos
- Aplicações desta tecnologia incluem controle de máquinas em movimento e de grande porte, onde alguns pontos de emissão de laser e refletores móveis são posicionados
- O transmissor calcula a distância entre o emissor e o refletor com base no tempo que o laser leva para retornar
- A mesma tecnologia é empregada em fitas métricas a laser para uso na construção civil



## Medição Indireta de Nível

### ✓ Transmissores Óticos

- Têm sido utilizados eficazmente para sólidos e fornecer medição do volume exato
- Podem ser aplicados na medição industrial de nível, mas deve ter cuidado para assegurar a lente esteja limpa
- Podem também ser utilizados para
  - Detectar os níveis de espuma ou materiais específicos
  - Para determinar se um material atingiu uma viscosidade específica, a densidade, a opacidade, ou condição de condutividade térmica



## Medição Indireta de Nível

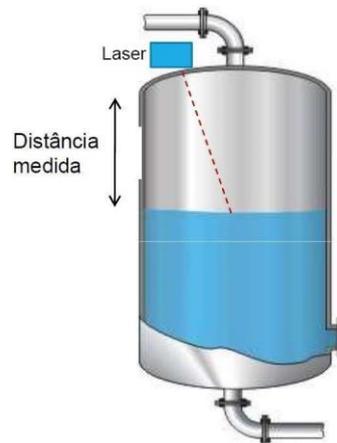
### ✓ Transmissores Óticos

#### ○ Vantagens

- Faixa extremamente longa
- Taxas de atualização muito rápida
- O feixe do laser é extremamente estreito, que o torna ideal para aplicações estreitas

#### ○ Desvantagem

- Baixo desempenho em aplicações em ambiente com muito pó onde ou onde o laser não penetra na superfície



## Medidores de Nível em Sólidos

### ✓ Problema

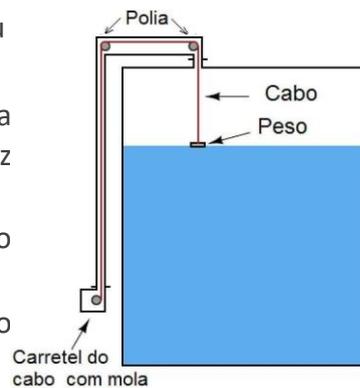
- Definir o nível
- A superfície pode não ser perfeitamente horizontal
- Pode-se utilizar alguns dos sensores que já são utilizados para líquidos e outros especificamente projetados para sólidos



## Medidores de Nível em Sólidos

### ✓ Apalpador

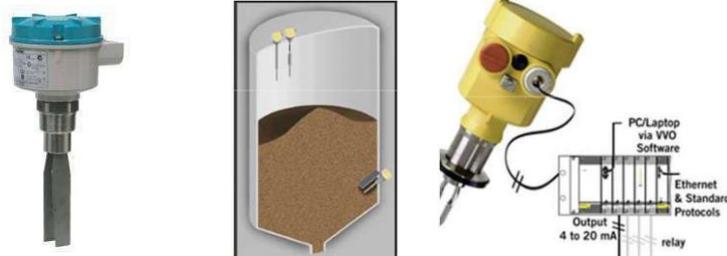
- É uma medição realizada periodicamente
- Consta de um cabo com um peso em seu extremo, movido por um motor
- Quando o peso encontrar com a superfície do material, anula-se a rigidez do cabo
- Em seguida, comuta-se a direção de giro do motor erguendo o peso
- Durante a descida, mede-se o cabo desenrolado, indicando o nível



## Medidores de Nível em Sólidos

### ✓ Vibratório

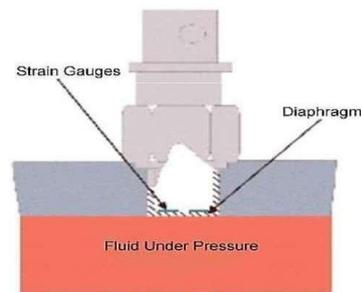
- Em um sensor de nível de elemento vibratório, consiste de uma sonda em forma de diapásão que vibra a uns 80 Hz
- Quando o material cobre o diapásão as vibrações se amortecem, o que produz a ativação de um interruptor
- A atenuação das oscilações indica se o sólido/líquido tiver atingido o nível medido
- As oscilações são estimuladas e detectadas por meios eletrônicos



## Medidores de Nível em Sólidos

### ✓ Membrana Sensitiva

- Membrana acoplada á parede do recipiente no ponto no que se quer detectar o nível
- Ela transmite a pressão para um sensor interno através de uma membrana fina biológica ou de metal
- Quando o material chega à altura do interruptor, pressiona a membrana e ativa um interruptor
- O nível é medido com base no princípio de que a pressão é proporcional ao nível de líquido multiplicado pela gravidade específica
- O nível é igual à pressão hidrostática (pressão) de medição dividida pela densidade do líquido



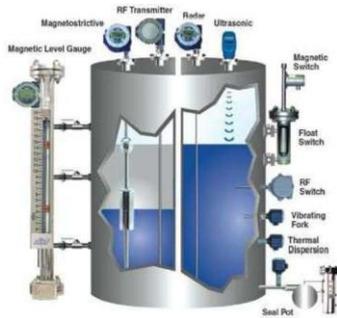
## Medidores de Nível em Sólidos

### ✓ Peso

- Se detecta o nível de material mediante o peso
- Como mudanças de peso do recipiente, as células de carga são comprimidas ou relaxadas em uma escala microscópica, fazendo com que os medidores de tensão dentro de alterem a resistência
- Estas pequenas alterações na resistência elétrica correspondem a uma indicação direta do peso do vaso



# Vantagens e Desvantagens de cada Método



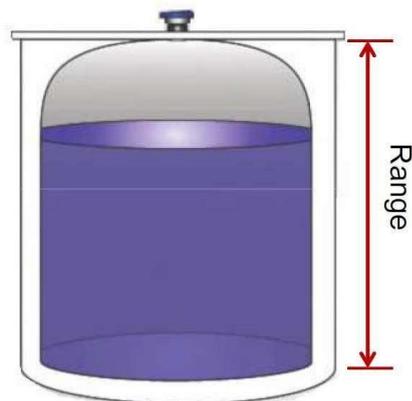
TIPO DE INSTRUMENTO	CHAVE DE NÍVEL	MEÇÃO CONTÍNUA														
		INDICAÇÃO					TRANSMISSÃO/CONTROLE									
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Visor de Nível		R					E	R	B			R				
Bóia/Flutuador		E	R	R			B		R	R		B		R	R	
Deslocador		E	B				E		B			E		B		
Pressão Hidros.		B	R	R	R		B	R	R			B	R	R		
Borbulhador		R		R			B	R	B	R		B	R	B	R	
Cél. Carga				R	B				R	B		B	B	R	B	
Ultra-Sônico		B	R		B	B						B	R		R	E
Radiação		B	B	E	R	E	E	R		B	E	B	R		B	R
Capacitivo		B	B	R	B		R	R	R		R	B	B	R		B
Conductividade		R			R	R										
Pás Rotativas						B										
Lâminas Vibrat.		B	B		E	B										
Deteção Térm.		B	R		R	R						B	R		R	R

- 1 - Líquidos limpos
- 2 - Líquidos com espuma
- 3 - Interface
- 4 - Polpas
- 5 - Sólidos

- E - Excelente (sem restrições de uso)
- B - Bom (com restrições de uso)
- R - Regular (poucas aplicações)

## Especificações para Sensores de Nível

- ✓ Range
  - Deve-se escolher a faixa de sensor pelo menos tão alto quanto os tanques
  - Dobra-se o alcance do sensor para adicionar uma margem contra temperaturas mais elevadas, efeitos de condensação e turbulência



## Especificações para Sensores de Nível

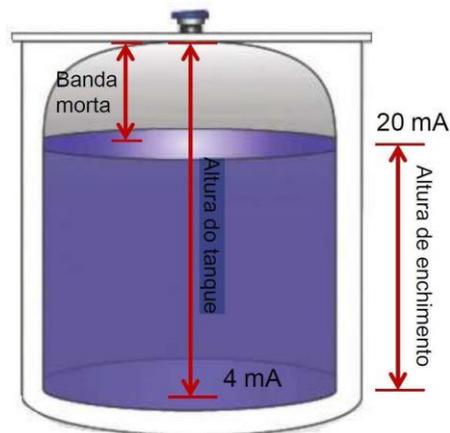
### ✓ Altura do Tanque

- É definida como a distância entre a face

inferior do sensor instalado, até o fundo do tanque

### ✓ Altura de Elevação

- É a distância a partir da face do transdutor para a parte superior do tanque



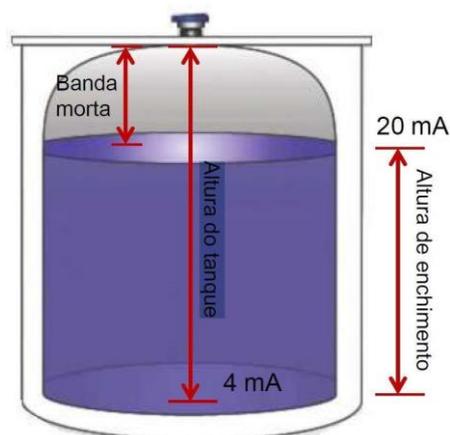
## Especificações para Sensores de Nível

### ✓ Altura de Enchimento

- É definida como a distância do fundo do tanque, até à altura máxima desejada de líquido

### ✓ Banda Morta

- É a distância mínima a partir da face do transdutor a partir da qual o Altura do tanque sensor pode medir



## Conclusão

- ✓ A medição de nível é uma medição amplamente utilizada nas aplicações industriais, com grande importância, muito simples em seus conceitos, mas que na prática requer artifícios e técnicas avançadas
- ✓ Existe uma variedade de sistemas de medição de nível envolvendo líquidos, sólidos, vapor, gases; sendo que cada um possui suas vantagens e desvantagens
- ✓ Com o avanço tecnológico e exigências dos processos com exatidão, variabilidade dos processos, otimização de matéria-prima, existem hoje no mercado equipamentos com alta exatidão e desempenho