

# Nível: determinação da quantidade de fluido em um tanque

Marlo S. Moraes\*  
Ramon T. Costa\*\*

## Resumo

Medir a variável nível em processos industriais é quantificar referências por meio de monitoramento contínuo ou discreto com o objetivo de avaliar e controlar volumes de estocagens em tanques ou recipientes de armazenamento. Para este projeto foi feito um levantamento bibliográfico sobre Níveis, visando ao completo esclarecimento sobre o assunto, levantando os conceitos, métodos e teoremas intrínsecos a esse universo. O tema foi estudado com o intuito de adquirir domínio sobre o mesmo, sanar dúvidas, aferir a veracidade das informações consultando fontes confiáveis e publicar aqui os resultados.

Palavras-chave: Nível. Conceitos. Métodos.

## Introdução

Nível é a altura de um conteúdo em um reservatório. O conteúdo pode ser sólido ou líquido. Mediante a determinação de nível de reservatório, temos as seguintes condições:

- Avaliar estoques de tanque de armazenamento.
- Controle de processos contínuos onde existam volumes líquidos ou sólidos de acumulação temporária, amortecimento, mistura, residência, etc.

## Métodos de Medição de Nível

Os três tipos básicos de medição são:

- Direto
- Indireto
- Descontínuo

## Medição direta

Método de medição direta é a medição em que tomamos como referência a posição do plano superior da substância medida e pode ser realizada:

- Pela observação visual direta, através de comparação com uma escala graduada;
- Pela determinação da posição de um detector, como uma boia, sobre a superfície do produto que se deseja medir;

- Pelo contato de eletrodos com a superfície livre do nível a ser medido;
- Pela interrupção de um feixe de luz enviado para uma célula fotoelétrica, pela interposição entre o emissor e a célula do produto cujo nível se deseja medir;
- Pela reflexão de ondas de rádio ou sônicas na superfície livre do produto.

Alguns exemplos de medição direta podem ser citados como:

Régua ou gabarito - que consiste em uma régua graduada que tem um comprimento adequado para ser introduzida no reservatório. A determinação do nível se dá através da leitura direta do comprimento molhado na régua pelo líquido.

Visores de Nível - que usam o princípio de vasos comunicantes no qual o nível pode ser analisado por um visor de vidro especial.

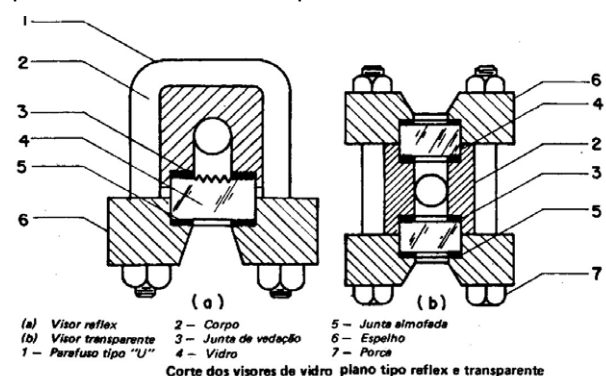


Figura 1 - Medição de nível por visor de nível

Fonte: eng. Marcelo Saraiva Coelho

Boia ou flutuador - que é ter uma boia 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.

\* Técnico em Eletromecânica pelo IF Fluminense, campus Macaé.  
\*\* Técnico em Eletromecânica pelo IF Fluminense, campus Macaé.

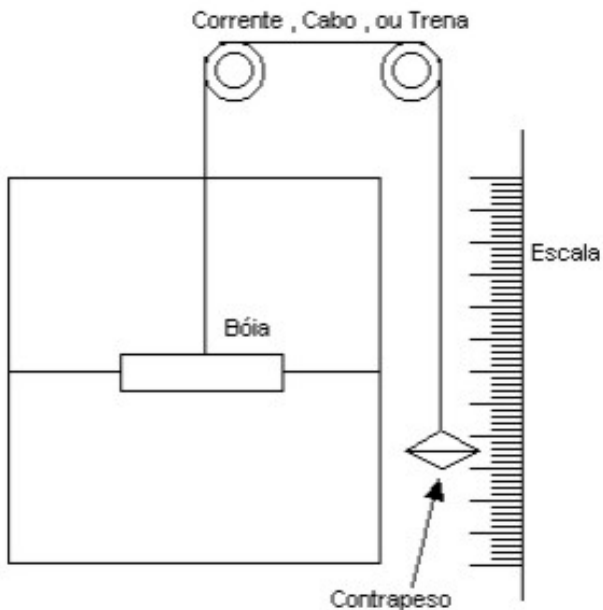


Figura 2 - Medição de nível por boia  
Fonte: apostila de Roberto Silva

### Medição indireta

O método de medição indireta é o método que faz uso de uma segunda variável para a determinação do nível. As variáveis são propriedades físicas como: pressão, empuxo e radiação.

Medição de nível por pressão - “A pressão exercida no fundo de um reservatório contendo um líquido é igual ao produto da densidade do líquido pela altura da coluna líquida.” (Teorema de Stevin). Pode-se usar a pressão, devido a altura da coluna líquida, para se medir indiretamente o nível, desde que a densidade ou o peso específico do líquido seja constante.

Através da equação:  $h = P/d$

onde:

$h$  = nível em mm ou em polegada

$P$  = Pressão em mm H<sub>2</sub>O ou polegada H<sub>2</sub>O

$d$  = densidade relativa do líquido em relação a água na temperatura ambiente.

Medição de Nível por Pressão Diferencial em Tanques Fechados e Pressurizados - Onde a tomada da parte de baixo do tanque é conectada à câmara de alta pressão. A pressão que atua na câmara de alta é a soma da pressão exercida sob o líquido e a coluna de líquido. A câmara de baixa pressão é conectada somente à pressão exercida sob a superfície.

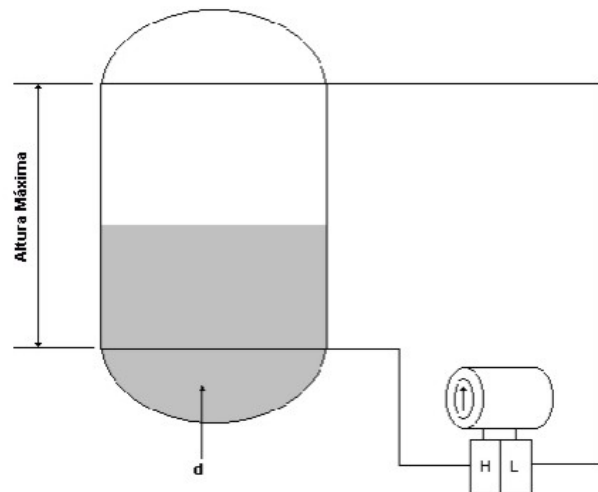


Figura 3 - Nível por pressão diferencial em tanques  
Fonte: apostila de Roberto Silva

Quando o fluido possui alta viscosidade, ou quando se condensa nas linhas de impulso, ou até mesmo quando o fluido é corrosivo deve se usar selagem. Selam-se as tubulações de impulso e as câmaras do instrumento. Na Figura 4, tem-se um sistema de medição de nível com selagem, na qual deve ser feita a elevação do zero, que anula o efeito de coluna líquida na linha de impulso de baixa pressão.

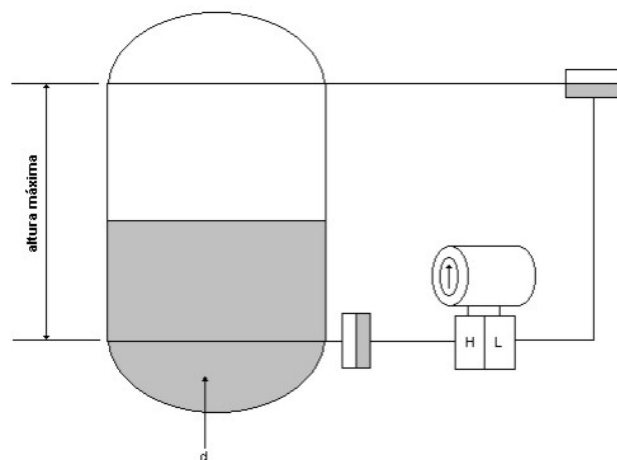


Figura 4 - Elevação do zero  
Fonte: eng. Marcelo Saraiva Coelho

Medição de Nível com Borbulhador - Neste tipo de medição, um tubo é inserido no líquido em um vaso. Uma das pontas é submersa no líquido cujo nível se deseja medir. Através da ponta superior fornece-se ar ou gás inerte permanentemente. O ar ou gás devem estar a uma pressão ligeiramente superior à máxima pressão hidrostática exercida pelo líquido. Ajusta-se em 20% a mais do que a pressão hidrostática. Quando as bolhas escapam

da ponta imersa, sabe-se que a pressão exercida pela coluna líquida está sendo vencida. A medida se faz através de um instrumento receptor podendo ser um manômetro ou outro instrumento transmissor de pressão.

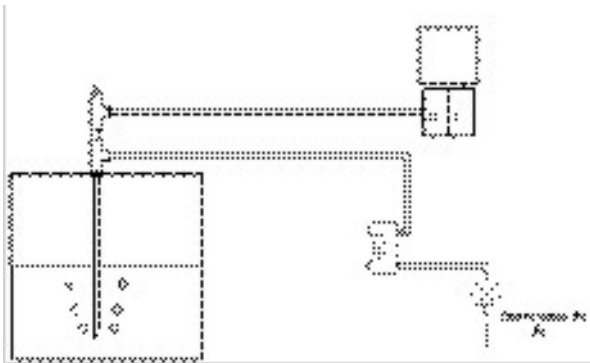


Figura 5 - Borbulhador  
Fonte: apostila de Roberto Silva

Medição de nível por empuxo - "Todo o corpo mergulhado em um fluido sofre a ação de uma força vertical dirigida de baixo para cima igual ao peso do volume do fluido deslocado." - Princípio de Arquimedes.

Baseado no princípio de Arquimedes, usa-se um flutuador que, ao sofrer empuxo, transmite para um indicador esse movimento, por meio de um tubo de torque. O medidor deve ter um dispositivo de ajuste para densidade do líquido cujo nível está medindo, pois o empuxo varia proporcionalmente com a densidade segundo a fórmula:

$$E = V \cdot \Theta$$

Onde:

E = empuxo

V = volume

$\Theta$  = densidade ou peso específico do líquido

Medição de nível por interface - Interface é o ponto comum entre dois fluidos não miscíveis. Na indústria (muito comum em torres de destilação, de lavagem e decantadores) muitas vezes têm-se um tanque contendo 2 líquidos e tem-se a necessidade de medir o nível de interface. Um dos métodos mais utilizados para a medição de interface é através da variação do empuxo, ao se considerar um flutuador de forma cilíndrica mergulhado em 2 fluidos com pesos específicos diferentes 1 e 2. Desta forma, pode-se considerar que o empuxo aplicado no flutuador será a soma dos empuxos E1 e E2 aplicados no cilindro, pelos líquidos de pesos específicos 1 e 2, respectivamente. O empuxo será dado por:

$$E_t = E_1 + E_2$$

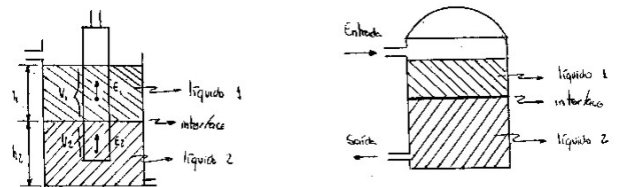


Figura 6 - interface de líquidos  
Fonte: eng. Marcelo Saraiva Coelho

## Medição de Nível com Raios Gamas

Os medidores que utilizam radiações nucleares são completamente isentos do contato com os fluidos. São muito utilizados para a indicação e controle de materiais de manuseio extremamente difíceis e corrosivos, abrasivos, muito quentes, sob pressões elevadas ou de alta viscosidade. Desta forma, torna-se possível realizar, a qualquer momento, a manutenção desses medidores sem interferir ou parar o processo. O sistema de medição por raios gama consiste em uma emissão de raios gama montado verticalmente numa lateral do tanque, e do outro lado do tanque teremos uma câmara de ionização que transforma a radiação gama recebida em um sinal elétrico de corrente contínua. Como a transmissão dos raios é inversamente proporcional à massa do líquido do tanque, a radiação captada pelo receptor é inversamente proporcional ao nível do líquido do tanque, já que o material bloquearia parte da energia emitida.

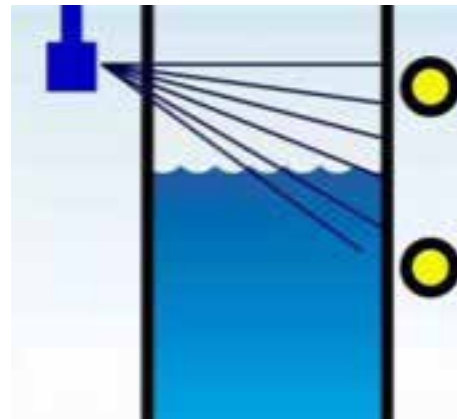


Figura 6 - Nível por raios gama  
Fonte: <http://process-auto.com/port>

Medição de Nível por capacitância - Capacitância é a grandeza elétrica que existe entre 2 superfícies condutoras isoladas entre si. O medidor por capacitância consiste de uma sonda vertical inserida no vaso no qual se deseja majorar o nível. Esta sonda serve como uma das placas do capacitor. A outra é formada pelas paredes do vaso e o fluido comporta-se como o dielétrico.

A capacitância é medida através de um circuito em ponte AC, excitado por um oscilador de alta frequência (500 KHz a 1,5 MHz. Ao variar o nível no interior do vaso, altera-se as proporções entre o líquido e vapor. Como a constante dielétrica da maioria dos líquidos é maior do que a dos vapores, as variações de nível se traduzem em variações (quase) lineares de capacitância. A capacitância é convertida por um circuito eletrônico numa corrente elétrica sendo este sinal indicado em um medidor.

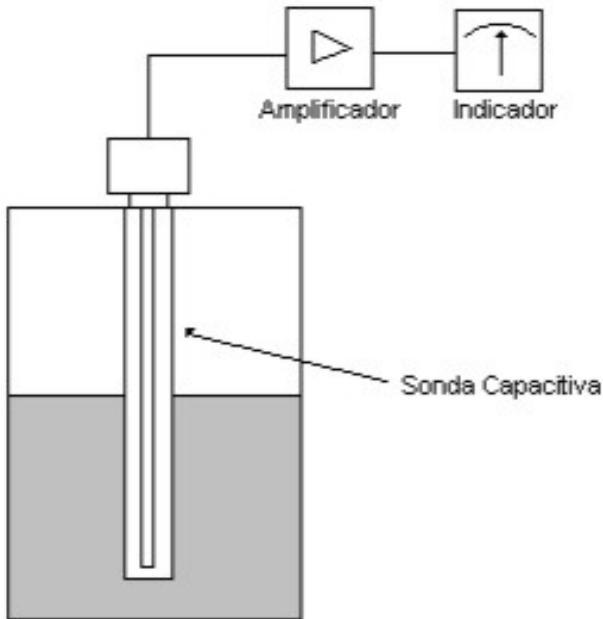


Figura 7: Nível por capacitância  
Fonte: apostila de Roberto Silva

### Medição de nível por ultrassom

Geração do Ultrassom:

As ondas de ultrassom são geradas pela excitação elétrica de materiais piezoelétricos. A característica marcante desses materiais é produção de um deslocamento quando aplicamos uma tensão. Assim sendo, eles podem ser usados como geradores de ultrassom, compondo, portanto, os transmissores. Tem seu princípio na reflexão da onda gerada pelo transdutor, quando encontra a interface com o produto, no intervalo de tempo gasto pela onda desde o momento em que ela é gerada até o instante em que ela retorna ao transdutor (depois de refletir-se na interface). Essa técnica é chamada de ECO. O tempo entre a emissão e a recepção da onda refletida (ECO), é proporcional à distância entre o sensor e o objeto que ocasionou a reflexão. Pode-se escrever:

$$\text{DISTÂNCIA} = \text{VELOCIDADE} * \text{TEMPO}$$

onde:

Velocidade= velocidade de propagação da onda ultrassônica em um determinado meio; Tempo=

metade do tem decorrido entre a emissão e a recepção da onda refletida ( eco)

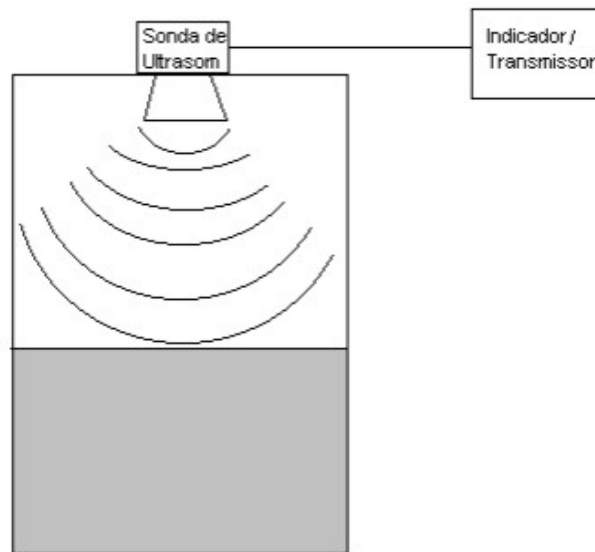


Figura 8 - Medidor de nível por ultrassom  
fonte: apostila de Roberto Silva

### Medidores descontínuos de nível

Chaves de nível - Estes medidores são empregados para fornecer indicação apenas quando o nível atinge certos pontos desejados. Nos líquidos que conduzem eletricidade, pode-se mergulhar eletrodos metálicos de comprimento diferente. Quando houver condução entre os eletrodos teremos a indicação de que o nível atingiu a altura do último eletrodo alcançado pelo líquido.

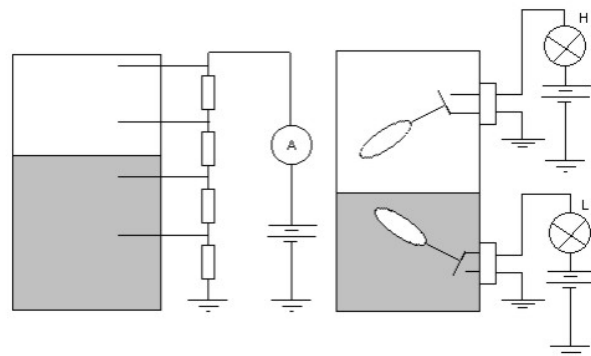


Figura 9 - Medidor descontínuo de nível  
Fonte: apostila de Roberto Silva

### Materiais e Métodos

Para este projeto foi feito um levantamento bibliográfico sobre o assunto, visando ao completo esclarecimento sobre ele, levantar curiosidades e sanar dúvidas.

Foram utilizados como base publicações, livros e artigos de outros autores sobre o assunto. Também foram utilizados materiais didáticos adquiridos com professores da instituição.

O tema foi estudado com o intuito de adquirir domínio sobre o mesmo, aferir a veracidade das informações consultando em diversas fontes distintas e publicar aqui os resultados.

Práticas e trabalhos de campo sobre o tema, tais como, verificar na prática a função de um sensor de nível, desenvolver um sensor básico de nível, acompanhar e relatar um sensor em funcionamento etc., não foram possíveis devido a indisponibilidades de horários, estruturas, entre outros.

Professores do campus foram consultados com o intuito de sanar algumas dúvidas, esclarecer determinados conceitos e proporcionar segurança sobre os conhecimentos adquiridos.

## Conclusão

Com os conceitos apresentados neste trabalho podemos concluir que a medida do nível de um reservatório contendo líquido ou sólido, é efetuada a fim de manter esta variável em um valor fixo ou entre dois valores determinados, ou ainda para determinar a quantidade (volume ou massa) do fluido em questão. O nível é uma variável importante da indústria não somente para a operação do próprio processo, mas também para fins de cálculo de custo e de inventário. Os sistemas de medição de nível variam em complexidade desde simples visores para leituras locais até indicação remota, registro ou controle automático.

## Referências

CASTELETTI, Luiz Francisco. Instrumentação Industrial. Apostila do Colégio Politec. Disponível em: <<http://eletricistamazinho.files.wordpress.com/2010/09/instrumentacao.pdf>>. Acesso em: 2012.

COELHO, Marcelo Saraiva. Técnicas de medição de nível. Disponível em: <<http://www.dca.ufrn.br/~acari/Sistemas%20de%20Medida/SLIDES%20INSTRUMENTACAO%20NIVEL.pdf>>. Acesso em: 2012.

PROCESS Automation. Disponível em: <<http://process-auto.com/port/>>. Acesso em: 2012.

SENAI ESPIRITO SANTO; COMPANHIA SIDERÚRGICA DE TUBARÃO. CPM – Programa de Certificação do Pessoal de Instrumentação.

1999. Disponível em: <[http://www.dequi.eel.usp.br/~felix/Instrumentacaobasica1\\_pdf.pdf](http://www.dequi.eel.usp.br/~felix/Instrumentacaobasica1_pdf.pdf)>. Acesso em: 2012.

SENAI SÃO PAULO. Instrumentação básica. 2003. Trabalho elaborado pela Escola SENAI “Antonio Souza Noschese”. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/88249987/87/Medicao-Indireta>>. Acesso em: 2012.

SILVA, Roberto. Apostila de Instrumentação - Campus Macaé. Disponível em: <[http://www.adjutojunior.com.br/instrumentacao/modulo4\\_medicao\\_nivel.pdf](http://www.adjutojunior.com.br/instrumentacao/modulo4_medicao_nivel.pdf)>. Acesso em: 2012.