

Medição de Nível

Alunos: Eduardo P. Putti, Gabriel E. Dettenborn, Raian Lobato,
Thiarllis B. Andrade

Professores: Heron Avila

Chapecó, Setembro de 2025

Sumário

- 1) Introdução
 - 1.1 Definição de nível
 - 1.2 Importância de medição de nível
- 2) Métodos de medição de nível
 - 2.1 Métodos diretos
 - 2.2 Métodos indiretos
- 3) Exemplos comerciais
 - 3.1 SITRANS Probe LU240

Sumário

- 3.2 EICOS LA36M-40
- 4) Estação Festo
- 5) Características Metrológicas Importantes
- 6) Condicionamento de Sinais e Integração
- 7) P&DI
- 8) Considerações Finais
- 9) Referenciais
- 10) Agradecimentos

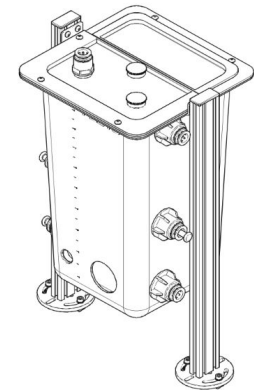
1 - Introdução

Contexto: Importância da instrumentação na automação industrial

Escopo: sensores de nível, exemplos comerciais e bancada FESTO

Motivação: Integrar teoria, caracterização metrológica e prática de bancada

Figura 1 - Festo



Fonte: Datasheet Festo (2025)

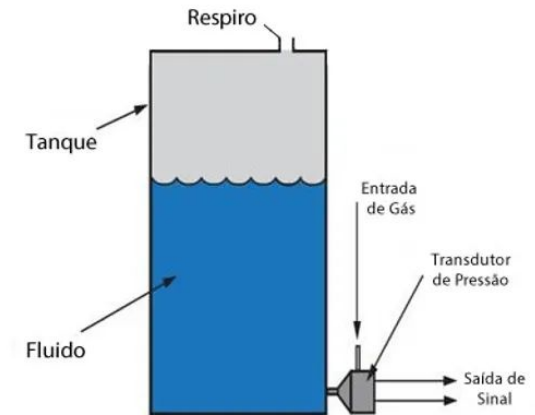
1.1 - Definição de Nível

Nível é a posição ocupada por líquidos, sólidos ou granulares em um recipiente

Medição referenciada a um ponto fixo (ex.: fundo do tanque)

Aplicações: estoques, processos, controle de bombas

Figura 2 -Sensor de nível por pressão diferencial



Fonte: Citisystems (2018)

1.2 - Importância da Medição de Nível

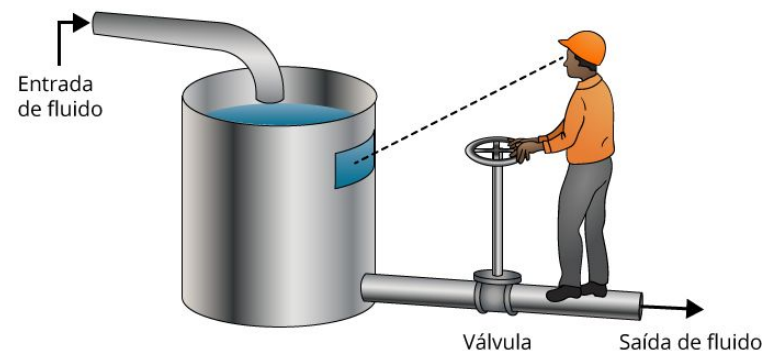
Segurança operacional e prevenção de transbordo

Controle de processos e qualidade do produto

Economia de recursos e logística de estoque

Integração com sistemas de controle e supervisão

Figura 3 - Sistema de controle manual para regular o nível de fluido



Fonte: Metrópole (2018)

2 - Métodos de Medição: Visão Geral

Diretos: medição física (visores, flutuadores)

Indiretos: inferência por grandezas relacionadas (pressão, tempo de voo, capacitância)

Critérios de escolha: natureza do produto, ambiente, precisão e custo

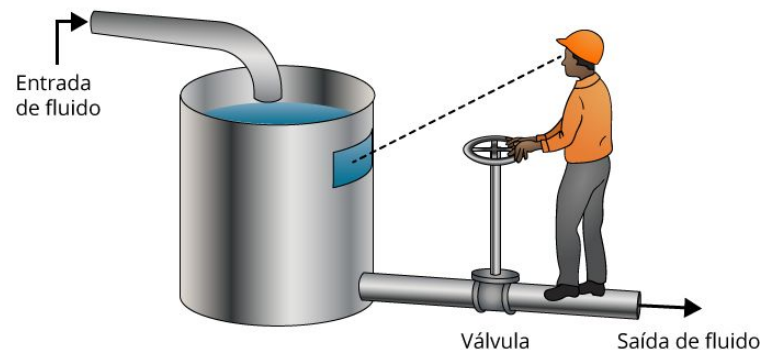
2.1 - Métodos Diretos (características)

Leitura visual imediata, operação simples

Vantagens: baixo custo, robustez em aplicações simples

Limitações: partes móveis, não indicados para ambientes agressivos ou pressão elevada

Figura 3 - Sistema de controle manual para regular o nível de fluido



Fonte: Metrópole (2018)

2.1 - Visores e Indicadores de Nível

Princípio: vasos comunicantes (nível igual no tanque e no visor).

Vantagens: simplicidade, sem energia elétrica

Limitações: não usado com líquidos opacos; pressão limitada;

Figura 4 - Indicador de nível de líquidos



Fonte: Direct Industry (2025)

2.1 - Boias e Flutuadores

Princípio: Empuxo (Lei de Arquimedes)

Tipos: mecânicos, magnéticos, com transmissor elétrico;

Vantagens: econômicos;

Limitações: Partes móveis, densidade constante,
desgaste mecânico, dependência de densidade

Figura 5 - Boia Sensor de Nível de Combustível



Fonte: Lord Energy (2025)

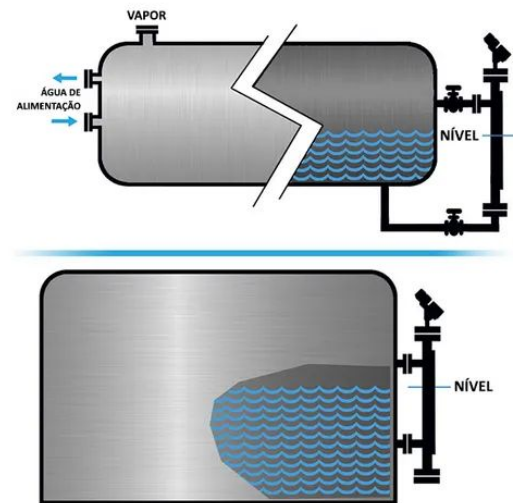
2.1 - Indicadores Magnéticos

Princípio: ímã no flutuador aciona paletas magnéticas externas

Vantagens: operação sem contato, resistem a pressões maiores

Limitações: aplicáveis apenas a líquidos; custo mais elevado

Figura 6 - Indicador de nível magnético



Fonte: Alutal (2022)

2.2 - Métodos Indiretos (características)

Inferem nível por grandezas correlacionadas: pressão, capacitância, tempo de voo

Vantagens: versatilidade, integração com automação

Limitações: exigem compensações (temperatura, densidade, espuma)

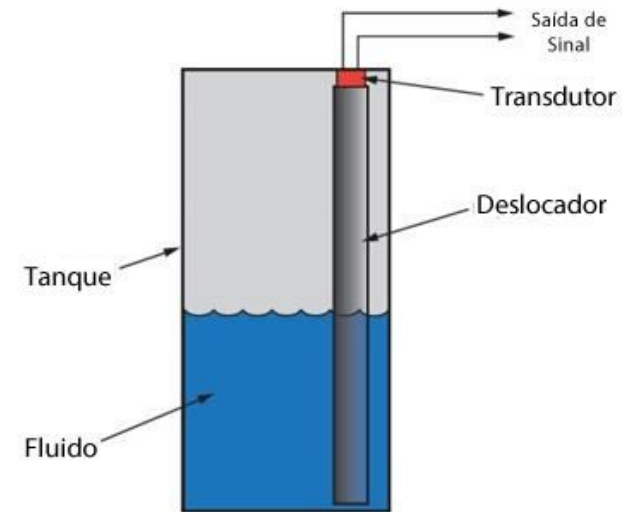
2.2 - Medidor por Deslocador

Princípio: empuxo proporcional ao volume deslocado ($F = \rho \cdot g \cdot V_d$).

Vantagens: boa precisão para líquidos homogêneos

Limitações: sensível à variação de densidade

Figura 7 - Sensor de nível do tipo Deslocador



Fonte: Citisystems (2018)

2.2 - Medidor Hidrostático

Princípio: pressão no fundo ($P = \rho \cdot g \cdot h$)

Vantagens: simples e robusto;
compensa pressão de gás superior;

Limitações: depende da densidade do líquido

Figura 8 - Sensor de nível hidrostático
CPA-P-307



Fonte: Direct Industry (2025)

2.2 - Medidor por Pesagem

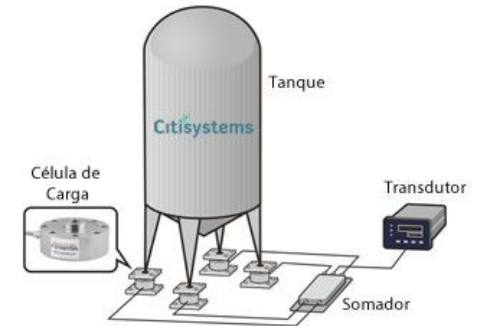
Princípio: massa medida

→ cálculo do nível ($h = m/(\rho \cdot A)$)

Vantagens: adequado para sólidos/granulados

Limitações: exige geometria conhecida do reservatório

Figura 9 - Medidor por pesagem



Fonte: Citisystems (2018)

2.2 - Medidor Capacitivo

Variação de capacitância com mudança do dielétrico

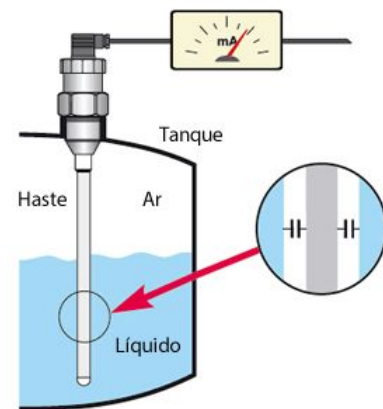
Vantagens:

Sem partes móveis, apto para meios agressivos

Limitações:

Calibração específica por produto; sensível a temperatura

Figura 10 - Sensor de nível por capacitância



Fonte: Citisystems (2018)

2.2 - Medidor por Condutividade

Princípio: fechamento de circuito entre eletrodos

Vantagens:

Simple e barato para líquidos condutivos

Limitações:

Somente para líquidos condutivos;

Figura 11 - Sensor de Nível de Condutividade



Fonte: Omega (2023)

2.2 - Medidor Ultrassônico

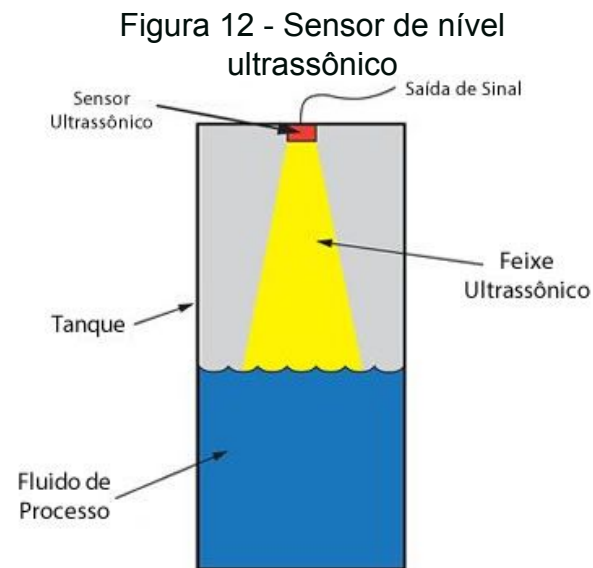
Princípio: tempo de voo do pulso (TOF) → distância $d = v \cdot t/2$

Vantagens:

Medição sem contato; higienicamente vantajoso

Limitações:

Afetado por vapor, espuma, temperatura e zona morta



Fonte: Citisystems (2018)

2.2 - Medidor Radar

Radar: Micro-ondas refletidas

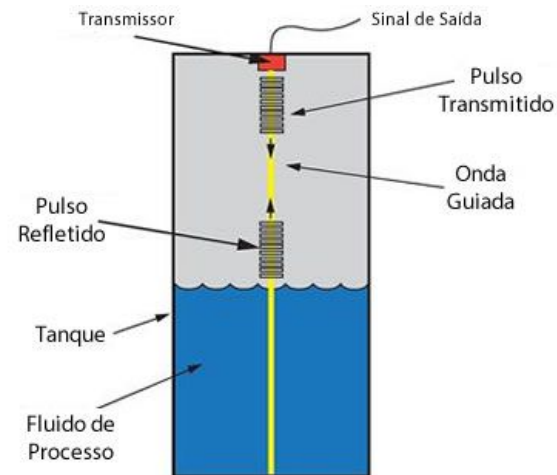
Vantagens:

Precisão em condições adversas.

Limitações:

Custo elevado.

Figura 13 - Sensor de nível por radar



Fonte: Citisystems (2018)

2.2 - Medidor por Radiação

Radiação:

Atenuação exponencial ($I = I_0 e^{(-\mu ph)}$) do feixe

Vantagens: Único para condições extremas

Limitações: Requer segurança radiológica

2.2 - Medidor Magnetostritivo

Princípio: Ondas de torção com ímãs

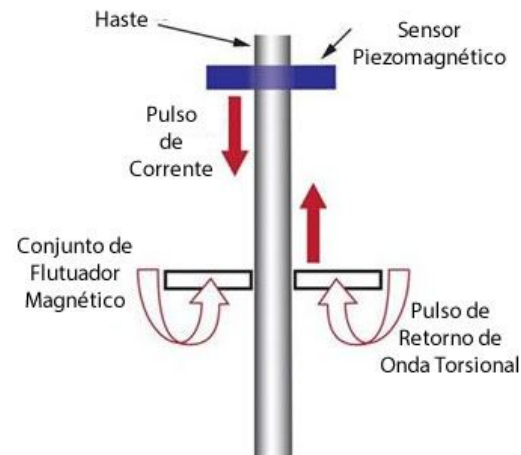
Vantagens:

Alta precisão

Desvantagens:

Custo elevado

Figura 14 - Sensor de nível magnetostritivo



Fonte: Citisystems (2018)

2.2 - Medidor a Laser

Princípio: medição por tempo de retorno do laser ($d = (c \cdot t)/2$)

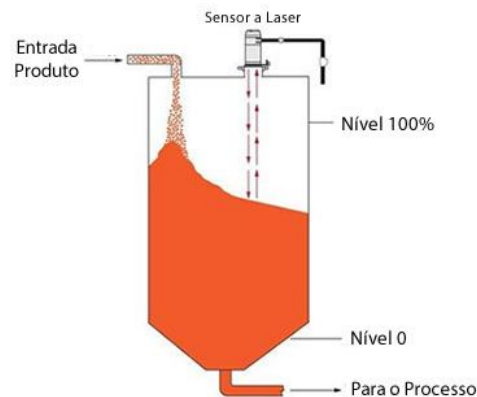
Vantagens:

Oferecem medições precisas mesmo com vapor e espuma

Desvantagens:

Custo elevado

Figura 15 - Sensor de nível a laser



Fonte: Citisystems (2018)

3.1 - Exemplo Comercial: SITRANS Probe LU240 (Siemens)

Figura 16 - SITRANS Probe LU240

Faixa de operação: 0,25 m a 12 m

Até 0,5 bar (adequado para tanques abertos ou com baixa pressão)

Imune a ruídos ambientais e vapores, com tecnologia de supressão de ecos falsos (Sonic Intelligence)

Ideal para indústrias de água, químicos e alimentos, oferece precisão e confiabilidade



Fonte: Siemens (2025)

3.1 - Exemplo Comercial: SITRANS Probe LU240 (Siemens)

Figura 16 - SITRANS Probe LU240

Exatidão: $\pm 0,15\%$ ou ± 6 mm

Resolução: 3 mm

Transdutor: 54 kHz

Temp: -40 °C a $+80$ °C



Fonte: Siemens (2025)

3.2 - Exemplo Comercial: EICOS LA36M-40 (Flutuador)

Saída: contato On/Off

Pressão máxima: 2 bar

Temperatura: -10 °C a 125 °C

Aplicações típicas: reservatórios de água, tanques industriais

Figura 17 - EICOS LA36M-40



eicos.net

eicos

Fonte: Eicos (2025)

4 - Sensores na Estação FESTO

Tipos presentes:

Flutuador, capacitivo, ultrassônico

Utilização didática:

Demonstração de princípios e comparação prática

Importância:

Validação experimental de especificações de datasheet

Figura 18 - Bancada Festo



Fonte: Autoria própria (2025)

5 - Características Metrológicas Importantes

Exatidão, repetibilidade, resolução e histerese

Faixa de operação e zona morta

Influência de variáveis ambientais: temperatura, pressão, espuma

Importância do condicionamento de sinais (filtro, linearização)

6 - Condicionamento de Sinais e Integração

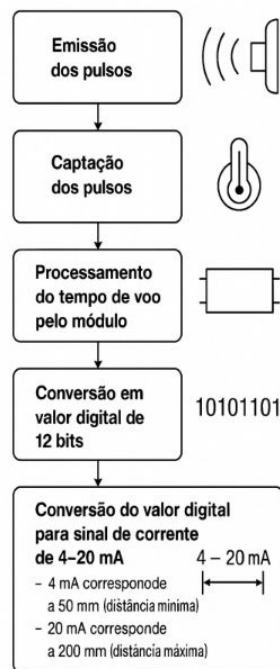
Conversão A/D, isolamento, amplificação e filtragem

Saídas padrão: 4–20 mA, 0–10 V, pulsos A/B/Z (encoders)

Integração com CLP/SCADA e requisitos de calibração

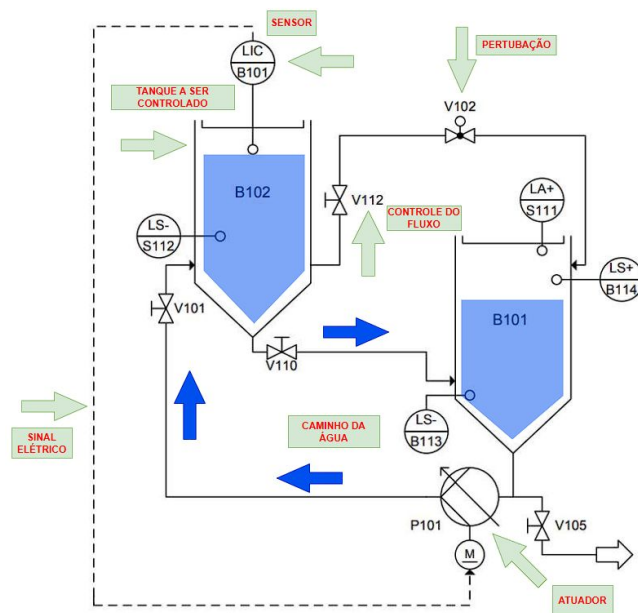
6 - Condicionamento de Sinais e Integração

Figura 19 - Exemplificação do processo de conversão de sinal



7 - P&DI

Figura 20 - P&DI



Fonte: Autoria própria (2025)

8 - Considerações Finais

O estudo concluiu que há diversas formas de medição, dependendo do objetivo. Foi analisado medições de nível e deslocamento, observado que sensores, como os ultrassônicos, podem realizar ambas, por exemplo, medindo a altura de um líquido.

É destacado a relevância das características metrológicas para evitar erros e a importância do condicionamento de sinais para integração com sistemas de controle.

9 - Referências

BALBINOT, A.; BRUSAMARELLO, V. J. “Instrumentação e Fundamentos de Medidas - Vol. 2”.

INSTRUMENTAÇÃO PARA MEDIDA DE DESLOCAMENTOS [online] Disponível em:
https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/6368/6368_5.PDF [Acesso: 24 Abril. 2025].

DYNAPAR. Encoder Incremental Série B58N: Especificações Técnicas. [online]. Disponível em:
https://dynaparencoders.com.br/catalogo-produtos/encoder-incremental-b58n/?gad_source=1&gbraid=0AAAAADLGrn6cM-8U4hnb6D_3LBAtpxCox&gclid=Cj0KCQjwiLLABhCEARIsAJYS6um7trrMQ3n2n5AJfkQUeszn_6nzdzhVC8GU4aN8L7n2iw0wNQq1-sAaAmoAEALw_wcB [Acesso: 26 Abril. 2025]

SIEMENS. SITRANS Probe LU240: Ultrasonic Level Transmitter. [online]. Disponível em:
<https://www.siemens.com/global/en/products/automation/process-instrumentation/level-measurement/continuous/ultrasonic/sitrans-probe-lu240.html> [Acesso: 24 abr. 2025].

9 - Referências

SILVEIRA, Cristiano Bertulucci. Sensor de Nível: 10 Tipos Diferentes para Aplicar na Indústria. Citisystems, 31 mai. 2018. Disponível em: <https://www.citisystems.com.br/sensor-de-nivel> . Acesso em: 8 set. 2025.

AULA 01 – Introdução aos problemas de controle. Material Didático – Instituto Metrópole Digital (IMD), UFRN. Versão 5.3. Disponível em: <https://materialpublic.imd.ufrn.br/curso/disciplina/1/63/1/2>. Acesso em: 08 set. 2025.

VISOR de nível. DirectIndustry: todos os fabricantes do setor industrial. Disponível em: <https://www.directindustry.com/pt/fabricante-industrial/visor-nivel-187329.html>. Acesso em: 8 set. 2025.

9 - Referências

BOIA sensor de nível de combustível eletrônica para geradores, barcos e carros. Lord Energy Geradores. Aug. 2, 2025. Disponível em:

<https://www.lordenergygeradores.com.br/boia-de-nivel/boia-sensor-de-nivel-de-combustivel-eletronica-gerador-mano-metro-marcador-17cm-170mm> . Acesso em: 08 set. 2025.

ALVES, Mateo. Ventajas del indicador de nivel magnético en la industria. Blog Alutal – Guías técnicas, 10 mar. 2022. Disponível em: <https://blog.alutal.com.br/es/guias-tecnicos/indicador-de-nivel-magnetico/> . Acesso em: 08 set. 2025.

SENSOR de nível hidrostático CPA-P-307. SIMEX Sp. z o.o. – DirectIndustry. Disponível em: <https://www.directindustry.com/pt/prod/simex-sp-z-oo/product-37901-2649404.html> . Acesso em: 08 set. 2025.

9 - Referências

LVCN, LVCF, LVCR e LVCP – Conductivity Level Switches. Omega Engineering (Brasil). Disponível em: https://br.omega.com/pptst/LVCN_LVCF_LVCR_LVCP.html . Acesso em: 08 set. 2025.

Especificações do Sensor de Nível LA36M-40. Adaptado de Eicos. (n.d.). Folheto técnico: Sensores de nível interno. Disponível em: <https://icoscombr.s3.amazonaws.com/downloads/folheto-tecnico-sensores-de-nivel-interno-eicos-pt.pdf>.

10 - Agradecimentos

Obrigado pela atenção de todos.