

SISTEMAS DE MEDIDAS

Conceitos gerais

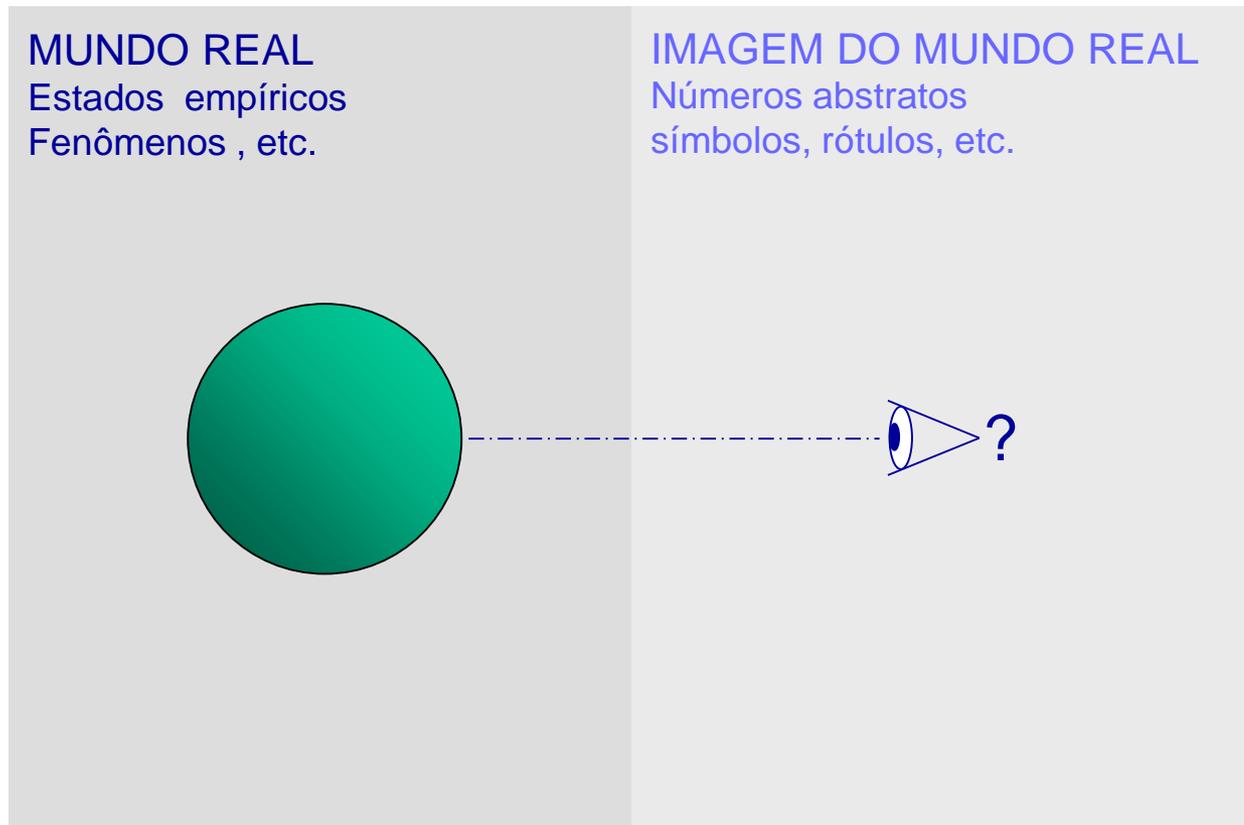
Objetivos

- Elucidar os mecanismos de um sistema de medida e de um sistema de aquisição de dados.
- Compreender que da junção de um sistema de medida com um sistema de aquisição de dados é que surge a instrumentação eletrônica computadorizada.

Definição de Medida

- Medida é a aquisição da informação sobre um estado ou fenômeno (objeto da medida) no mundo que nos cerca.
- A medida deve ser descritiva (observável).

Ilustração do ato de medir um observável



Aspectos de uma medida

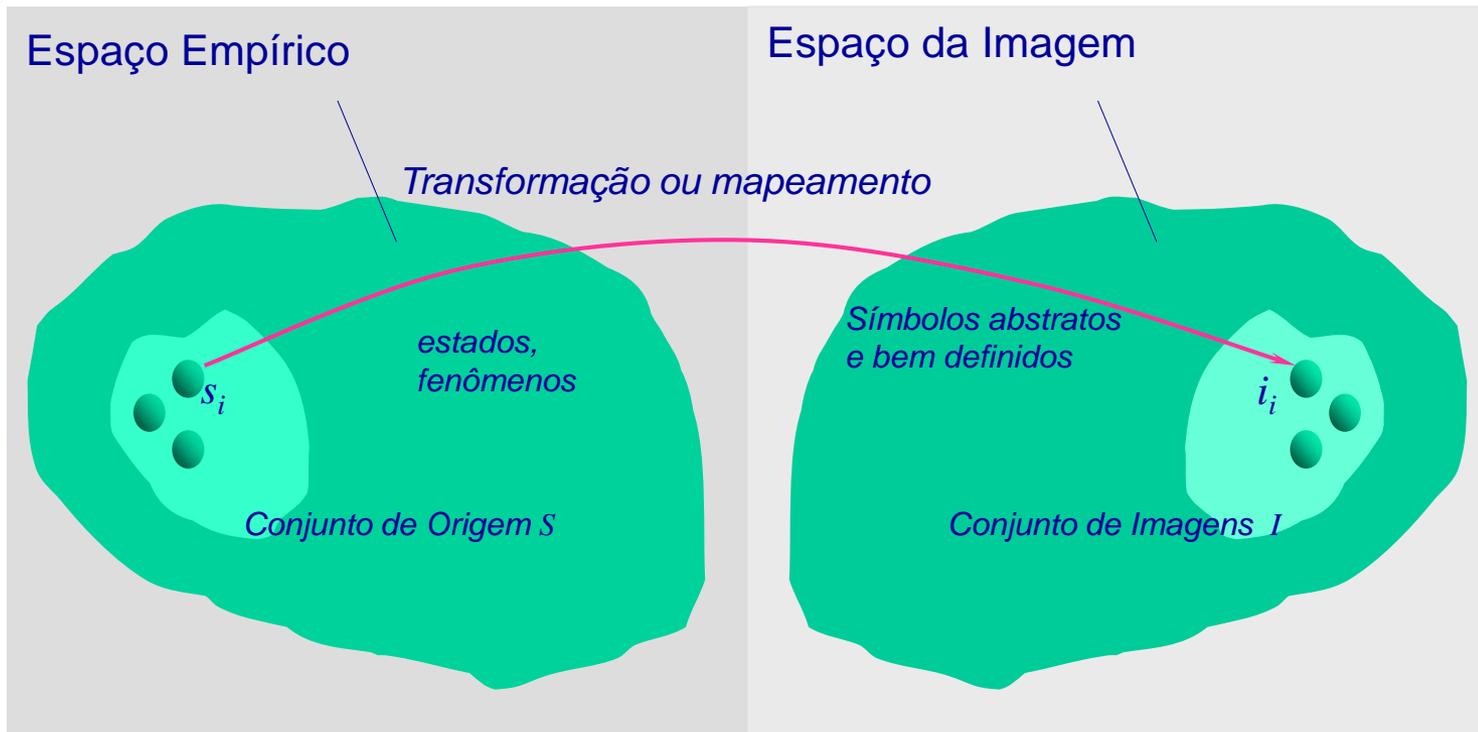
- Capacidade descritiva
 - Necessária mais não suficiente. Quando lemos um livro obtemos uma descrição do assunto contido no livro, mas isto não constitui uma medida.
- Seletividade. Apenas um aspecto da informação deve ser adquirida. Necessário mais não suficiente

- **Objetividade.**
 - Aspecto suficiente. Os dados obtidos de uma medida devem ser independentes de um observador arbitrário.

Modelo conceitual do ato de medir

- De acordo com os três aspectos necessários para caracterizar uma medida.
 - descriptividade, seletividade e objetividade
- Pode-se descrever uma medida como sendo uma transformação que leva de um conjunto de origem empírica a um conjunto de imagem abstrata.

Modelo conceitual: visualização

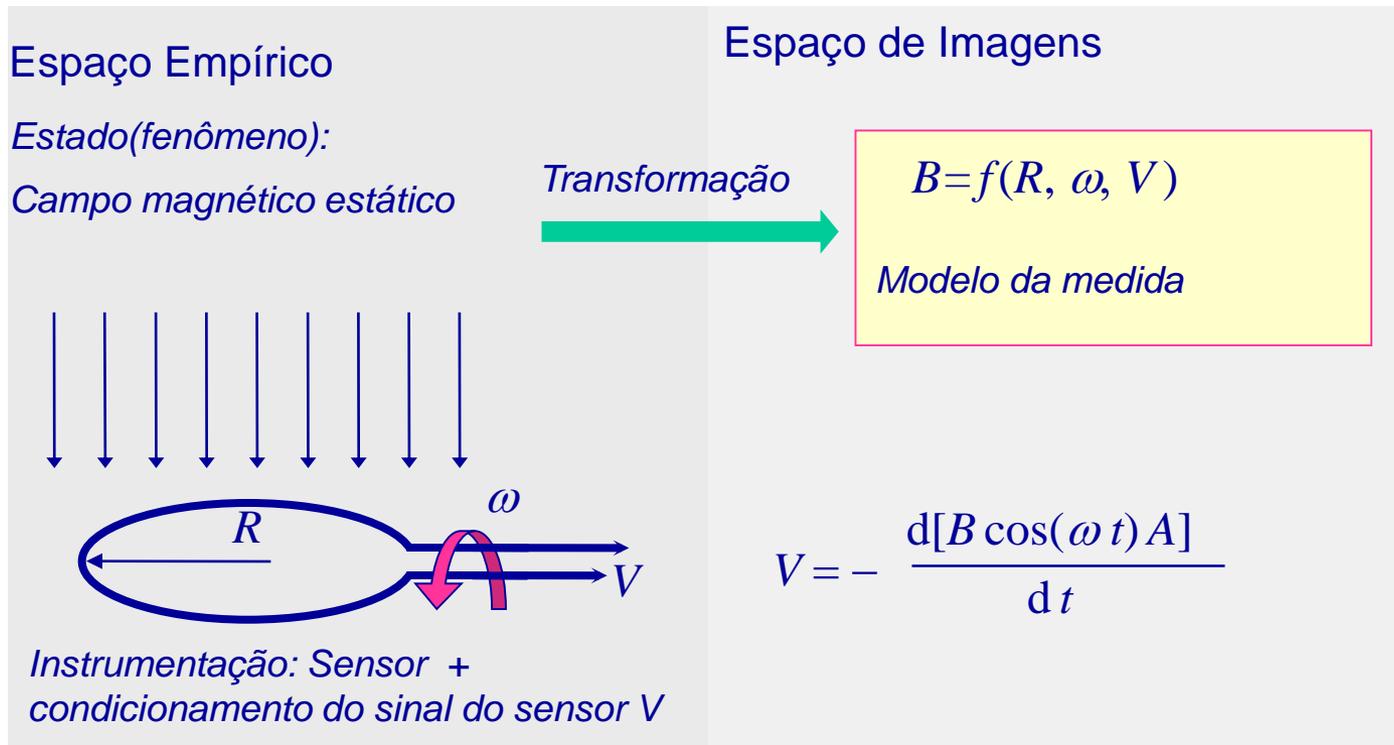


Instrumentação: Definições

- É a arte e a ciência da medição e controle.
- O termo instrumentação pode ser usado tanto para designar o método que envolve o ato de medir quanto as técnicas de manuseio de um artefato que permite REALIZAR uma medida.
- A instrumentação deve garantir os três aspectos da medida.

- A instrumentação moderna é eletrônica e abrange:
 - Sensores
 - Condicionamento de sinal
- Um sistema formado por um sensor e um bloco de condicionamento de sinal é denominado de sistema de medida.
- Um sistema de medida pode ser controlado por um sistema computacional de aquisição de dados.

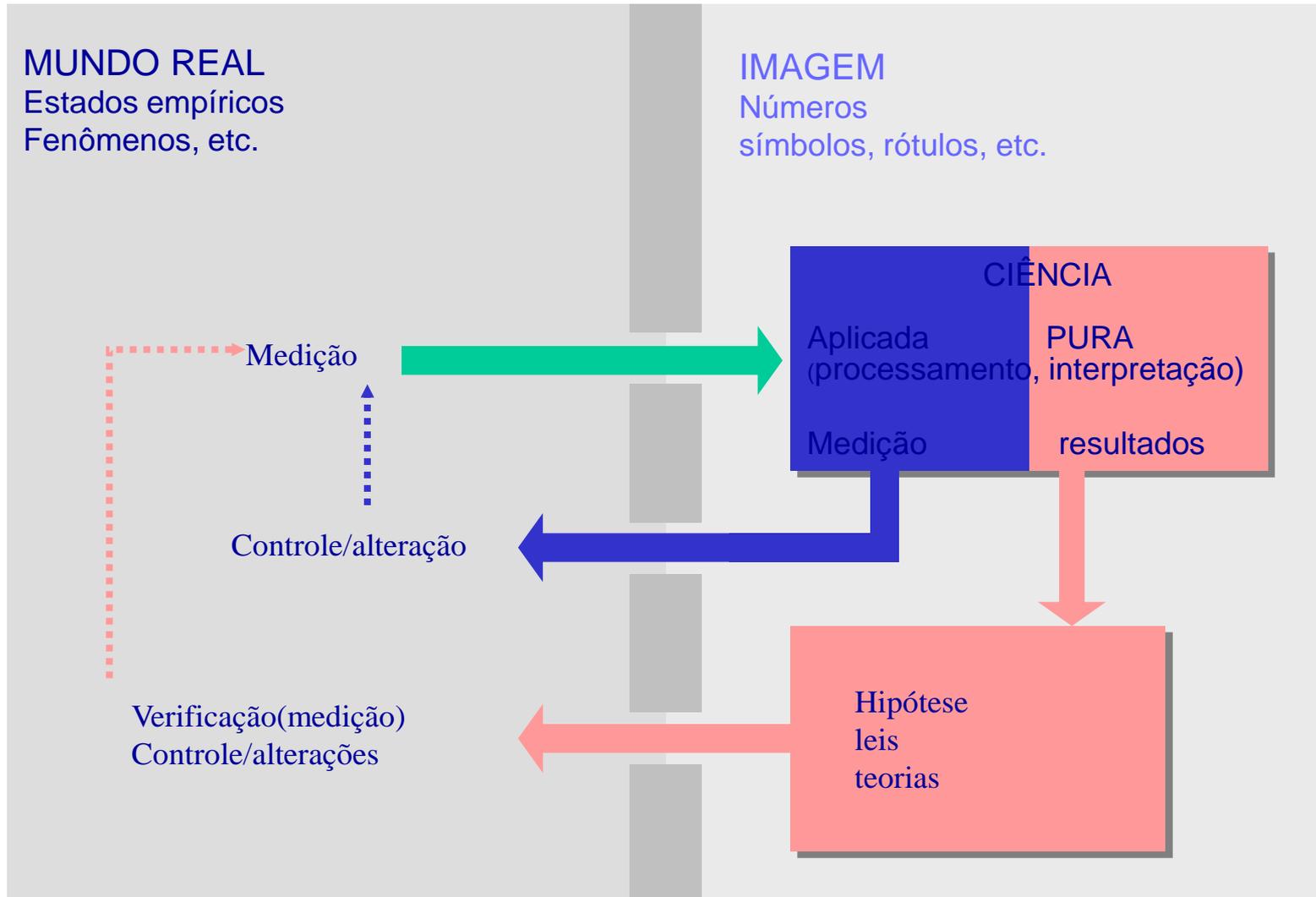
Exemplo: a medição como um mapeamento



Medir? Para que?

- Para interagir com o mundo circunvizinho
 - Criar modelos que ajudem a entender nosso mundo, compreender suas leis e como conseqüência formular hipóteses e teoremas para com isso:
 - Controlar
 - Ajustar
 - Alterar
- O mundo que nos cerca

Ilustração: Medições em ciência pura e aplicada



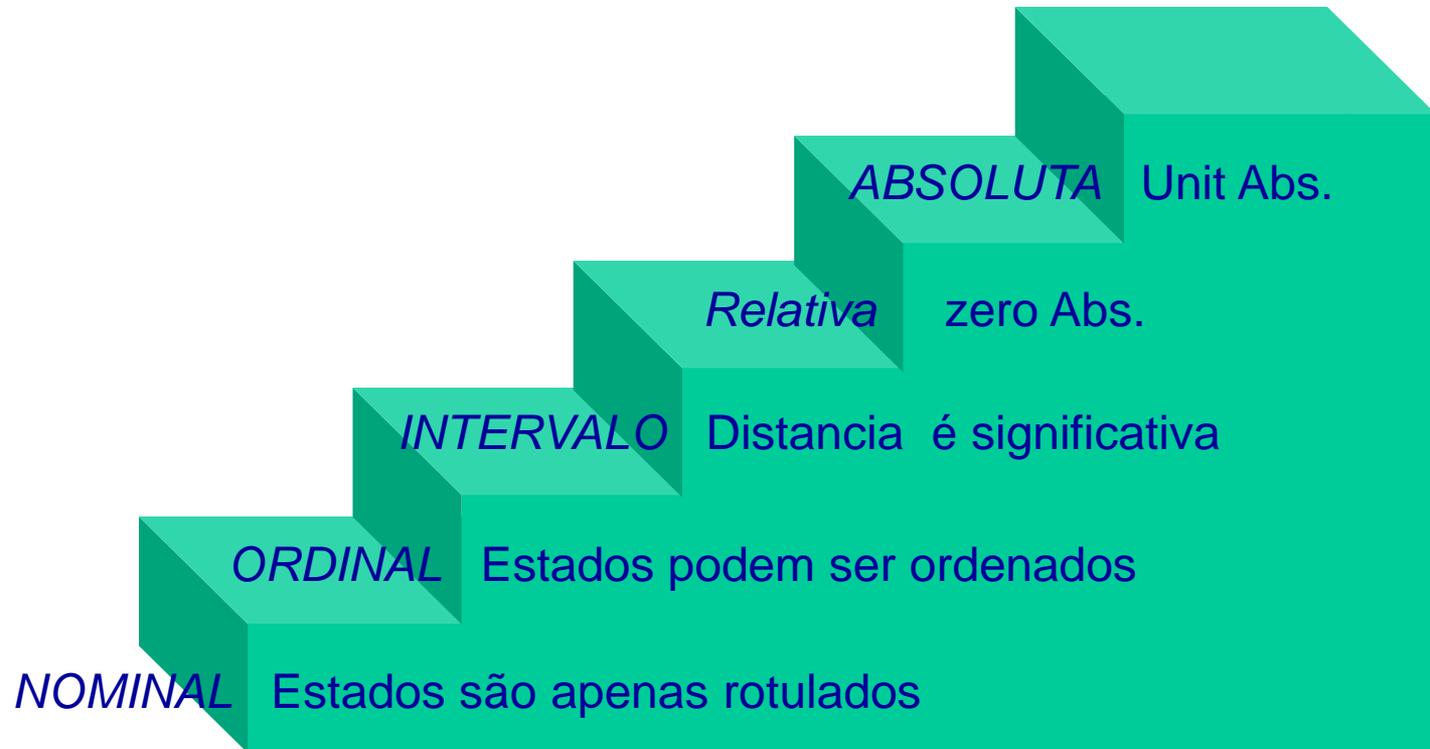
1.4. Características das medições

Para representar um estado, é necessário que as medidas tenham as seguintes características:

- Distinguibilidade: $A = B, A \neq B$.
- Ordenação por magnitude: $A < B, A = B, A > B$.
- Intervalos de igualdade/inegualdade: $|A-B| < |C-D|, |A-B| = |C-D|, |A-B| > |C-D|$.
- Relação: $A = k B$ (requer a existência de Zero Absoluto).
- Magnitude absoluta: $A = k_a REF, B = k_b REF$
(Requer a existência de Referencia absoluta).

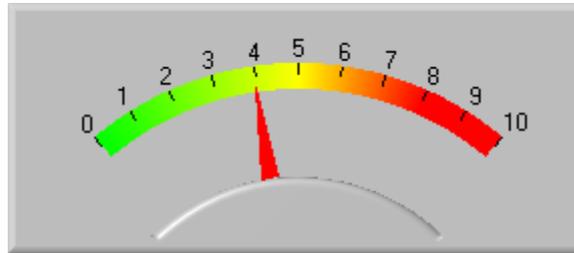
Estas cinco características leva a existência de cinco tipos de níveis de medição.

Ilustração: Níveis de medição (S. S. Stevens, 1946)



Escalas

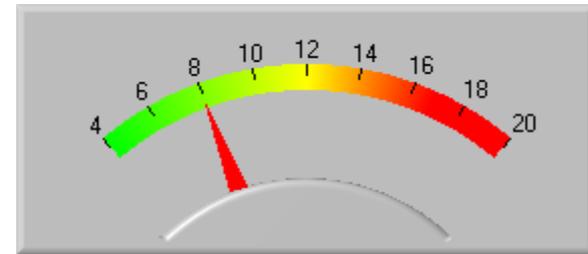
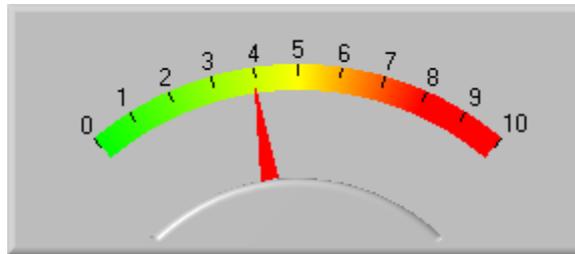
Uma **Escala** é um conjunto organizado de medições, onde todas medem uma propriedade



Tipos de escalas que refletem os tipos de medidas:

1. *Escala nominal* ,
2. *Escala Ordinal*
3. *Escala de intervalos*
4. *Escala relativa*
5. *Escala absoluta* .

Uma escala não é sempre unica; ela pode variar sem perda de isomorfismo.



Exercícios

1 – Fale sobre os cinco tipos de escalas apresentando detalhes do seu funcionamento e mostrando exemplos de grandezas que podem ser medidas em cada uma das escalas.

Pesquise em:

a) National Instruments, Inc., www.ni.com

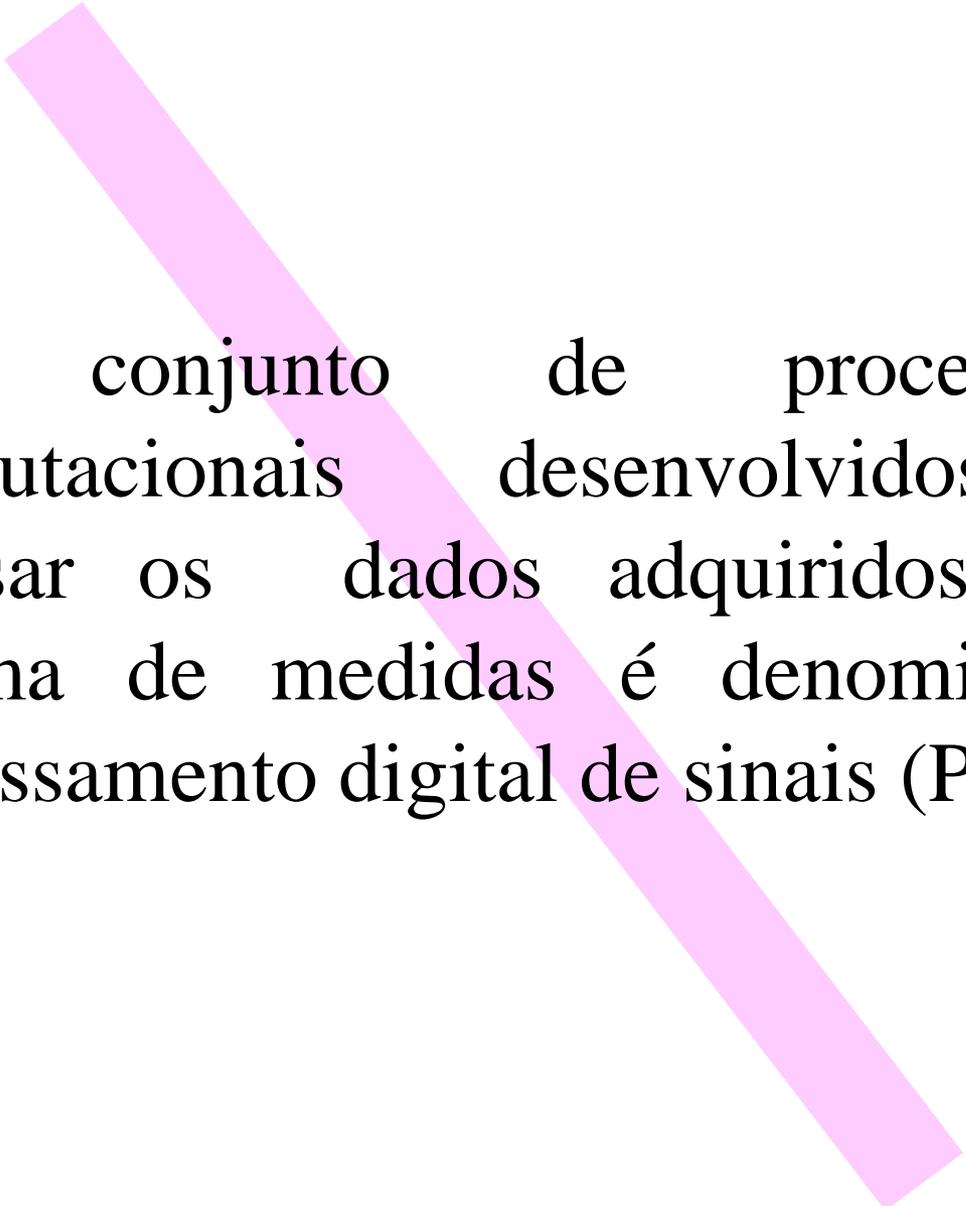
b) Velleman, P. F., and L. Wilkinson (1993). Nominal, ordinal, interval, and ratio typologies are misleading. *American Statistician*, 47(1):65–72

Arquitetura de um sistema de medida

Computação

- A teoria da computação é uma formulação matemática e física de procedimentos sistemáticos e lógicos de resolução de problemas.
- A computação foi formalizada por Alan Turing no início do século XIX.
- A computação compreende dois grandes paradigmas: A computabilidade e a não computabilidade.

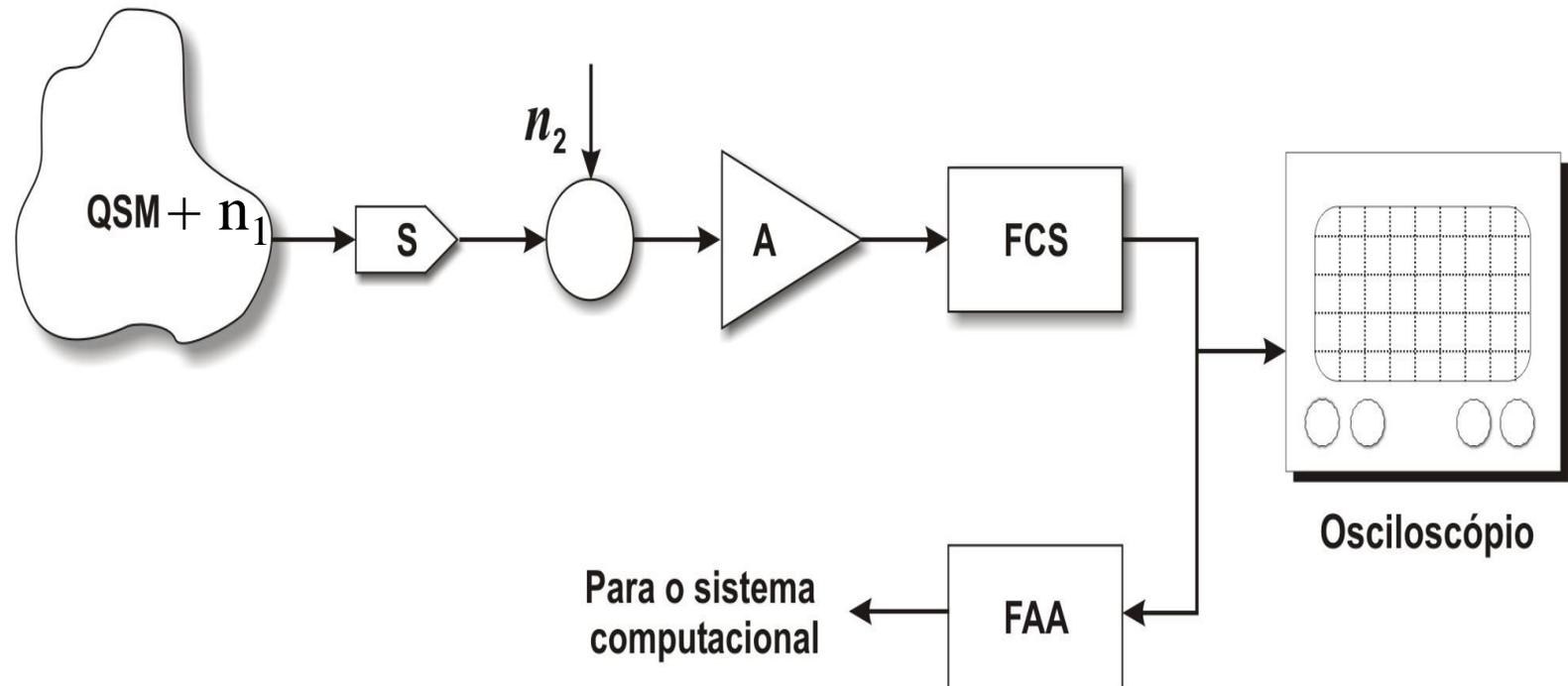
- A computabilidade compreende todos os mecanismos de resolução de problemas que possam ser mapeados por procedimentos .
- Um conjunto de procedimentos computacionais desenvolvidos para adquirir dados de um sistema de medidas é denominado de sistema de aquisição de dados

- 
- Um conjunto de procedimentos computacionais desenvolvidos para analisar os dados adquiridos de um sistema de medidas é denominado de processamento digital de sinais (PDS).

Instrumentação eletrônica computadorizada (IEC)

- A IEC é a denominação dada ao conjunto formado pela ligação entre um sistema de medidas de grandezas físicas e um sistema computacional de aquisição de dados.

Arquitetura de um sistema de medida



- QSM – Quantidade Sendo Medida
- n_1 – ruído tipo 1
- S – Transdutor ou sensor
- n_2 - Ruído tipo 2
- $|A\rangle$ - Amplificador
- Filtro de condicionamento do sinal
- Filtro antialiasing

Quantidade sendo medida

- É uma quantidade física. Por exemplo:
 - Temperatura
 - Umidade
 - Ondas de pressão (sinais sonoros)
 - Grandezas elétricas fisiológicas (EEG, ECG, EMG)

Transdutor ou sensor

- É um dispositivo que permite a conversão de energia de uma forma em outra.
- São exemplos de sensores:
 - Sensores resistivos
 - Sensores geradores de voltagem
 - Sensores baseados na variação do campo magnético acoplado
 - Sensores Capacitivos
 - Sensores eletro-químicos
 - Sensores de radiação Ionizante
 - Sensores ópticos-mecânicos

Quantidade sendo medida

- É uma quantidade física por exemplo na engenharia de alimentos as principais são
 - Temperatura
 - Pressão
 - Potencial hidrogenionico pH
 - Volume
 - Velocidade
 - Escoamento
 - Grandezas elétricas diretas e indiretas

Ruído tipo 1

- É o ruído intrínseco à quantidade física sendo medida ou ruído do ambiente
- Isto implica que o sistema sob medição emite um sinal, representando seu estado, que tem a seguinte forma:

- $$S = QSM + n1$$

Transdutores e sensores

- **SENSORES** São dispositivos que mudam seu comportamento sob a ação de uma grandeza física, podendo fornecer diretamente ou indiretamente um sinal que indica esta grandeza. Quando operam diretamente, convertendo uma forma de energia em outra, são chamados de **TRANSDUTORES**

SENSORES E ATUADORES

- Os sensores de operação indireta alteram suas propriedades, como a resistência, a capacitância ou a indutância, sob ação de uma grandeza, de forma mais ou menos proporcional.

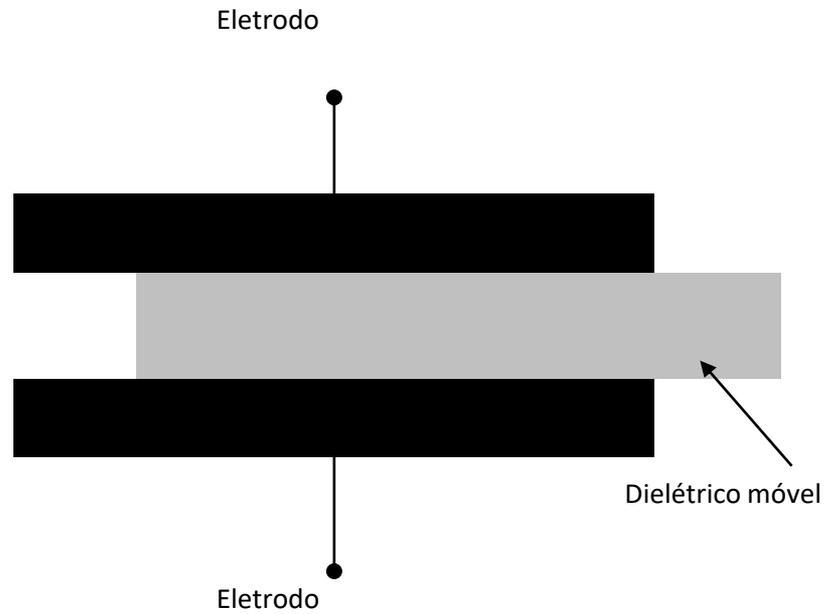
Características dos sensores

- Linearidade
 - É o grau de proporcionalidade entre o sinal gerado e a grandeza física. Quanto maior, mais fiel é a resposta do sensor ao estímulo.
- Faixa de atuação:
 - É o intervalo de valores da grandeza em que pode ser usado o sensor, sem destruição ou imprecisão. Porém os sensores se dividem em vários tipos

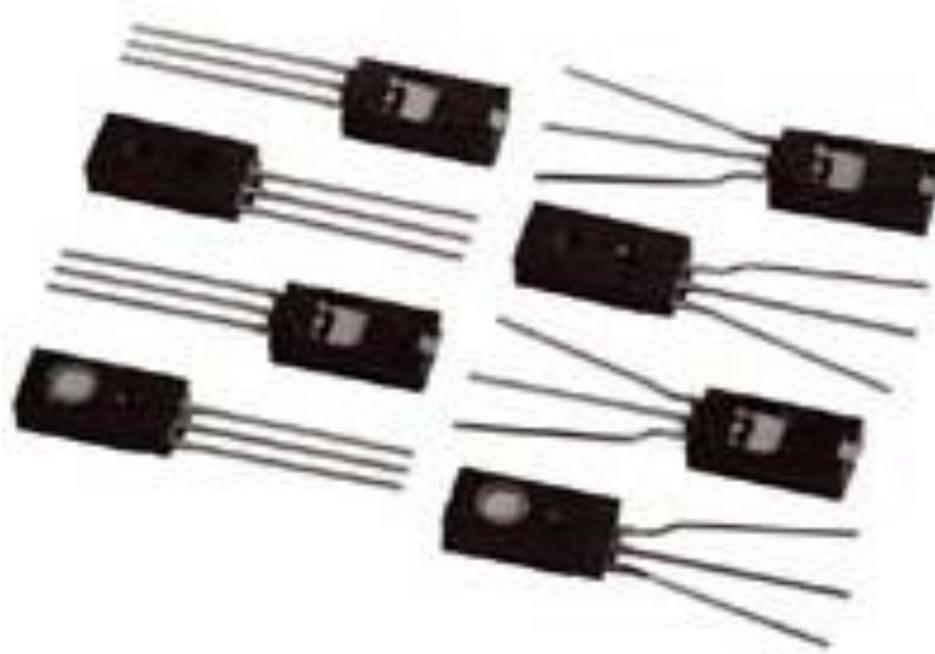
TIPOS DE SENSORES

- Os principais tipos de sensores são
 - Sensores Capacitivos
 - Sensores geradores de voltagem
 - Sensores resistivos
 - Sensores baseados na variação do campo magnético acoplado
 - Sensores eletro-químicos
 - Sensores de radiação Ionizante
 - Sensores ópticos-mecânicos

Capacitor



Sensor capacitivo para medir pressão

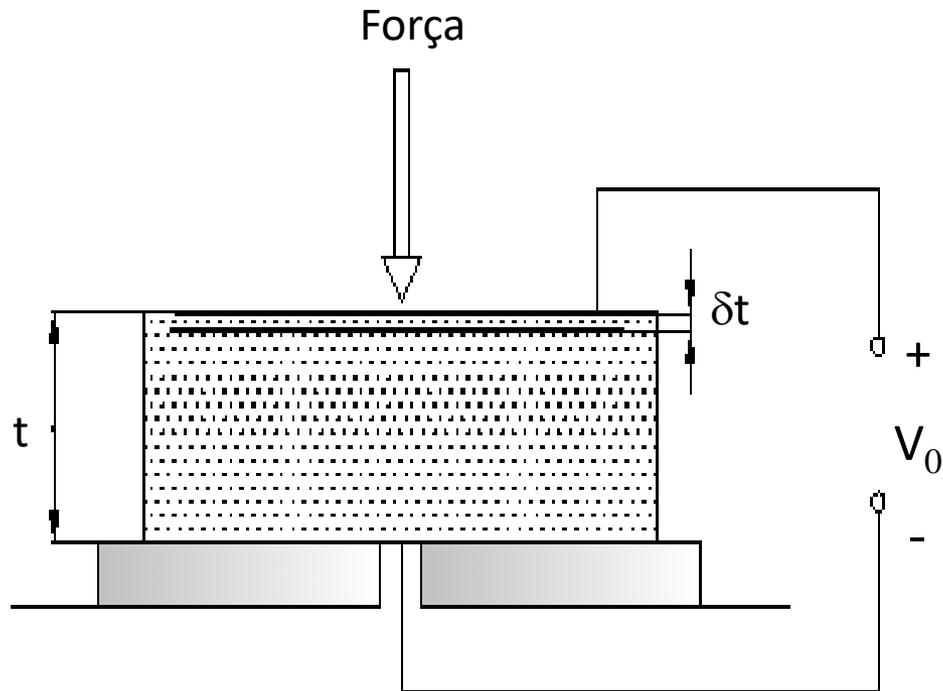


Sensores geradores de tensão

Termopares e termopilhas



Células piezoeletricas



Sensor piezoeletrico para medir pressão



Sensores resistivos



Amplificador

- Geralmente o sinal proveniente do transdutor ou do sensor possui uma intensidade muito reduzida.
- O amplificador permite aumentar a intensidade do sinal.
- O Amplificador faz parte do sistema de condicionamento do sinal em um sistema de medida

Ruído tipo 2

- É o ruído associado ao sistema eletrônico durante o condicionamento do sinal proveniente do transdutor
- Exemplo mais comum é o ruído introduzido nos condutores que conduzem o sinal elétrico proveniente do transdutor.

A Dinâmica do sensor

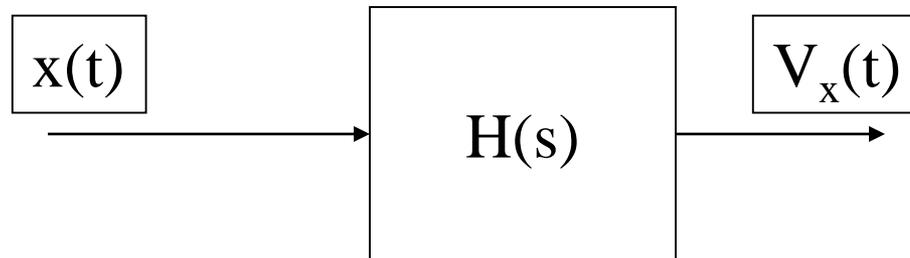
- O conceito mais avançado em um sistema de medida é o conceito da dinâmica do sensor.
- A dinâmica do sensor diz respeito a como o sensor responde à variável física.
- As demais funções do sistema de medida estão limitadas ao desempenho do sensor

Modelando a dinâmica do sensor

- O conceito de dinâmica do sensor situa-se em três categorias:
 - Passa-baixa de 1^a. Ordem
 - Ex.: Sensores resistivos para medir temperatura
 - Passa-baixa de 2^a. Ordem
 - Ex.: termopares
 - Passa-Bandas
 - Ex.: Cristal piezelétrico para medir pressão

Modelo de um sensor passa-baixa de 1ª ordem

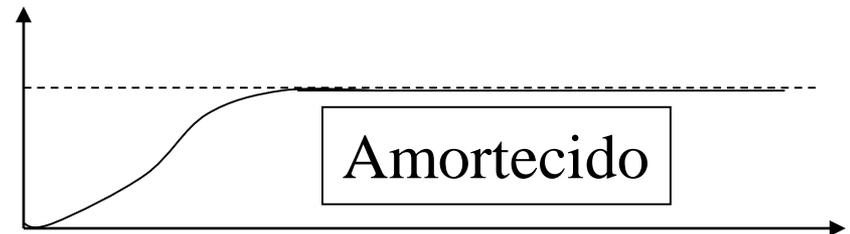
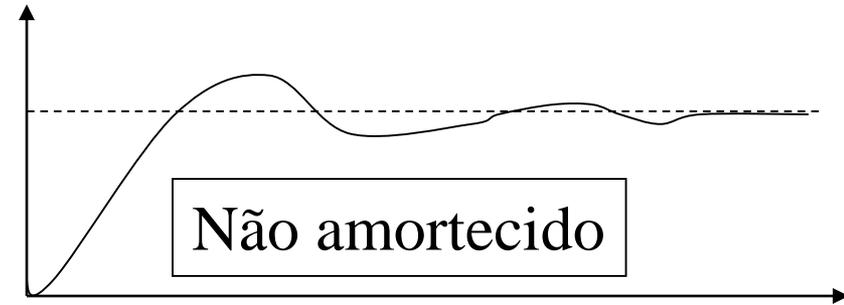
- Como exemplo geral vamos considerar um sensor passa-baixa de 1ª ordem.



Modelos de um sensor passa-baixa de 2ª ordem

$$\ddot{V}(t) = -a\dot{V}(t) - bV(t) + kx(t)$$

soluções



Modelo de um sensor passa-banda

$$\ddot{V}(t) = -(a + b)\dot{V}(t) - abV(t) + k\dot{x}(t)$$

solução

