



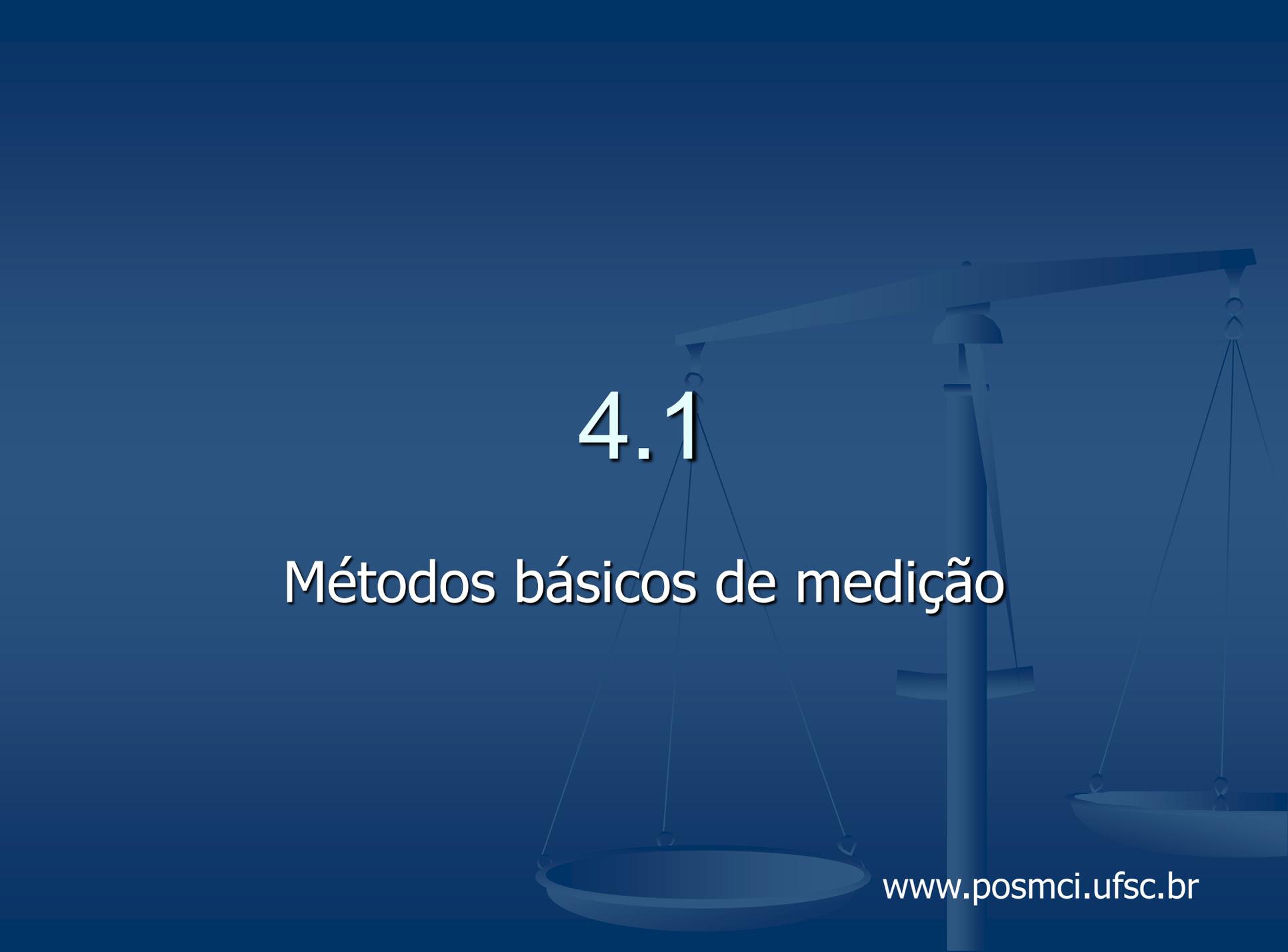
4

O Sistema de Medição

Fundamentos da Metrologia
Científica e Industrial

Definições

- Neste texto:
 - Instrumento de medição tem sido preferido para medidores pequenos, portáteis e encapsulados em uma única unidade.
 - Sistemas de medição tem sido usado genericamente para abranger desde medidores simples e compactos até os grandes e complexos.

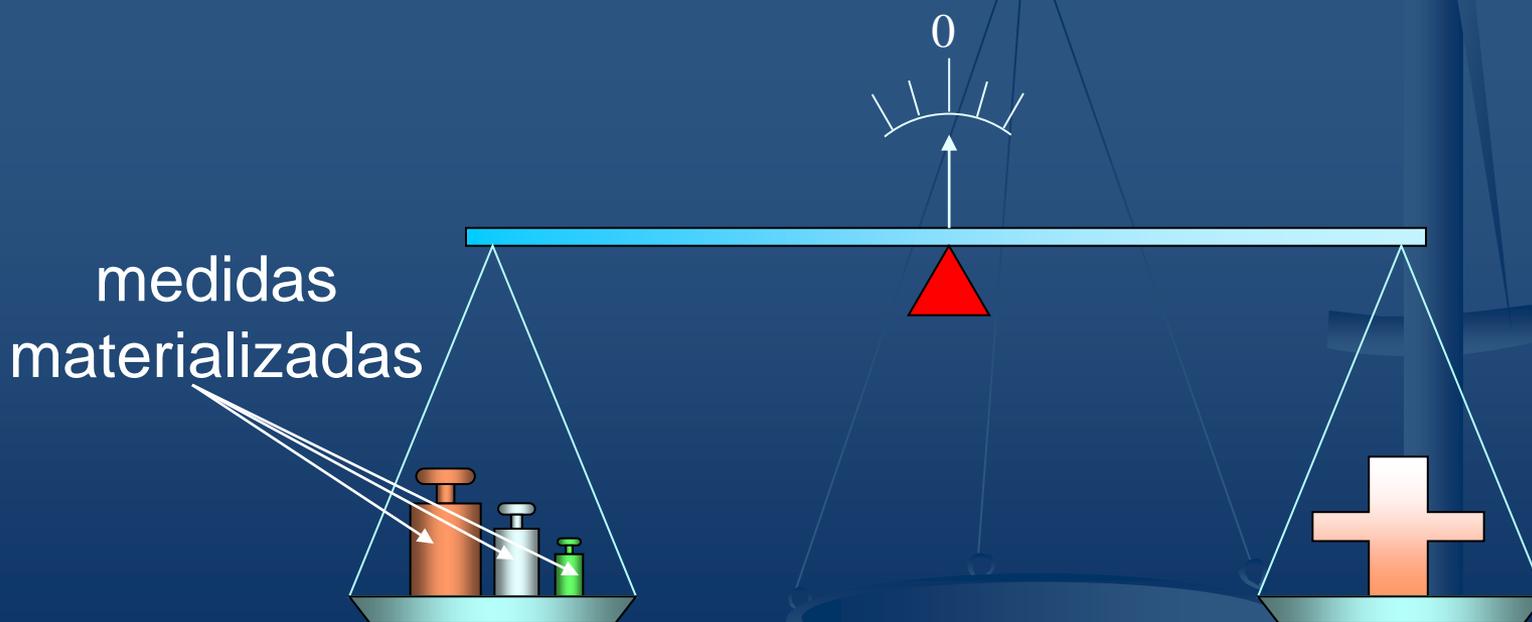


4.1

Métodos básicos de medição

Método da comparação

- O valor do mensurando é determinado comparando-o com um artefato cujo valor de referência é muito bem conhecido.

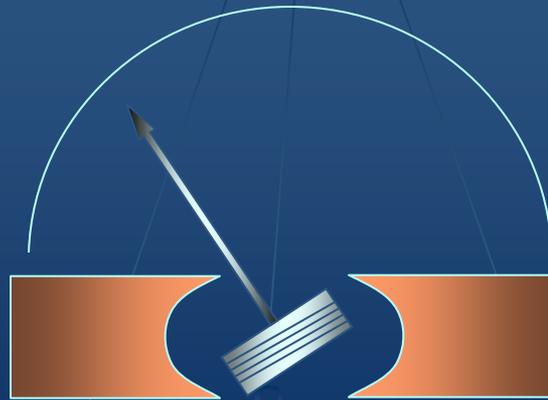


Definição

- Medida materializada:
 - Dispositivo destinado a reproduzir ou fornecer, de maneira permanente durante seu uso, um ou mais valores conhecidos de uma dada grandeza.
 - São exemplos: massas-padrão; resistor elétrico padrão; um bloco-padrão; um material de referência.

Método da indicação

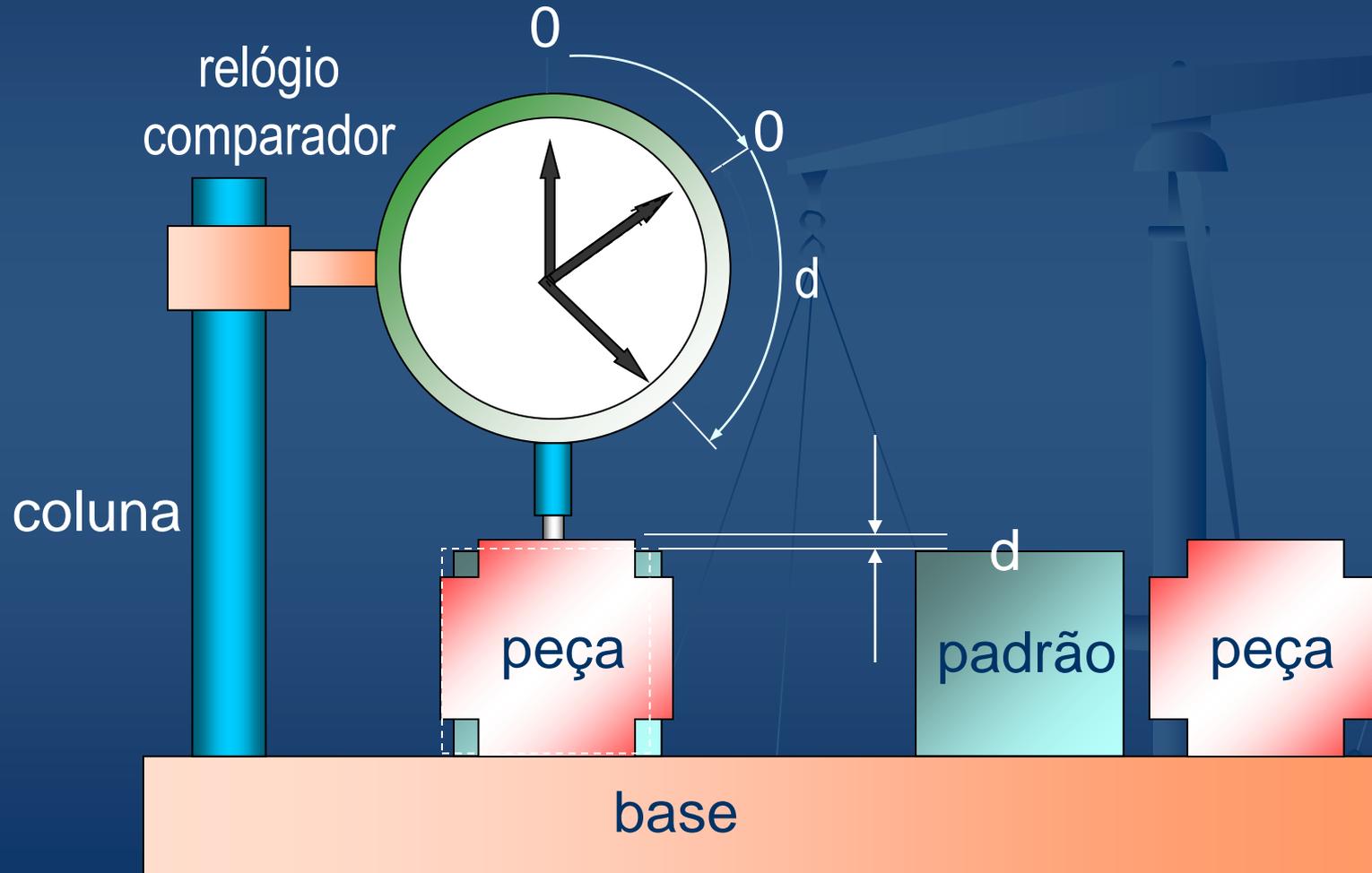
- Mostram um número proporcional ao valor do mesurando.



Medição diferencial

- A pequena diferença entre o mensurando e uma medida materializada é indicada.

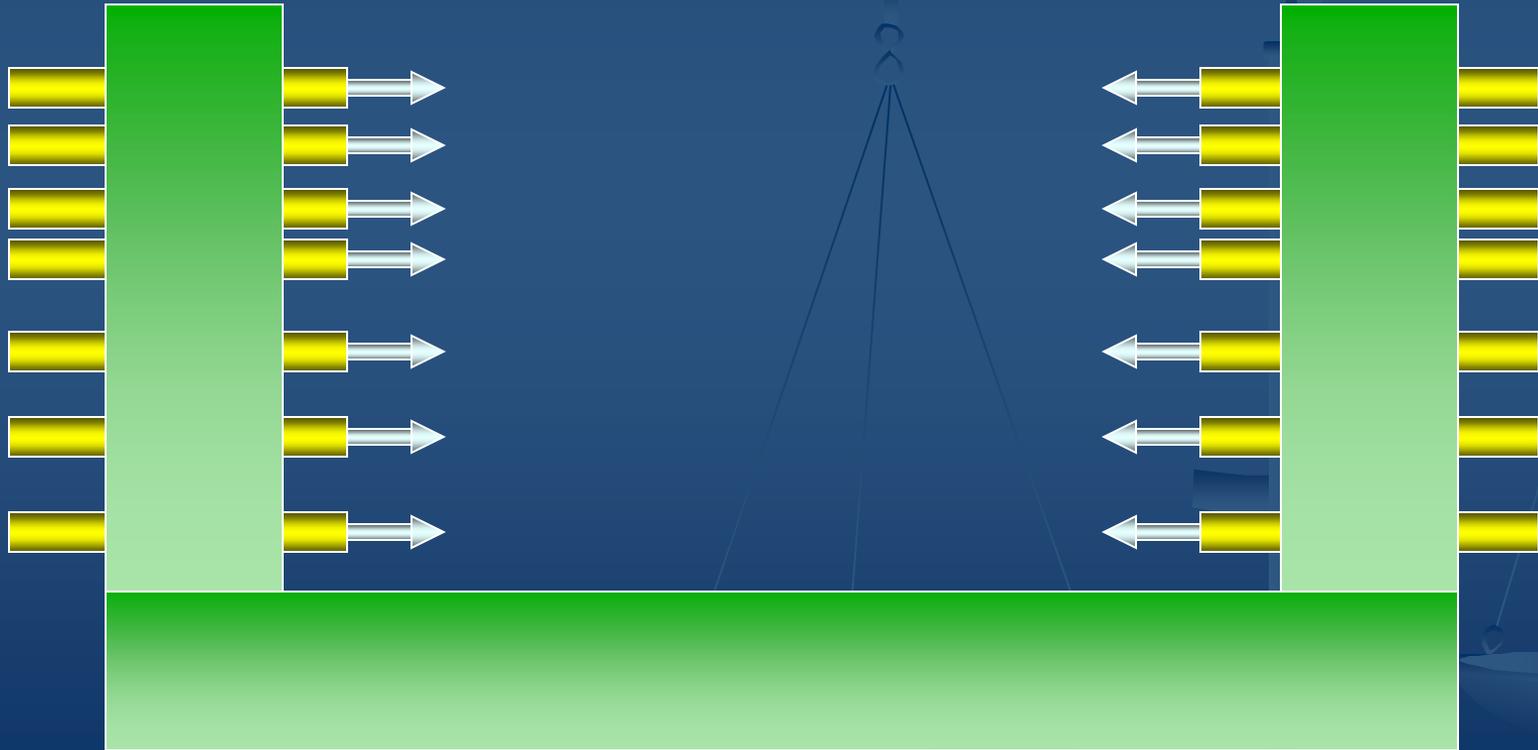
Medição diferencial



Medição diferencial

medição

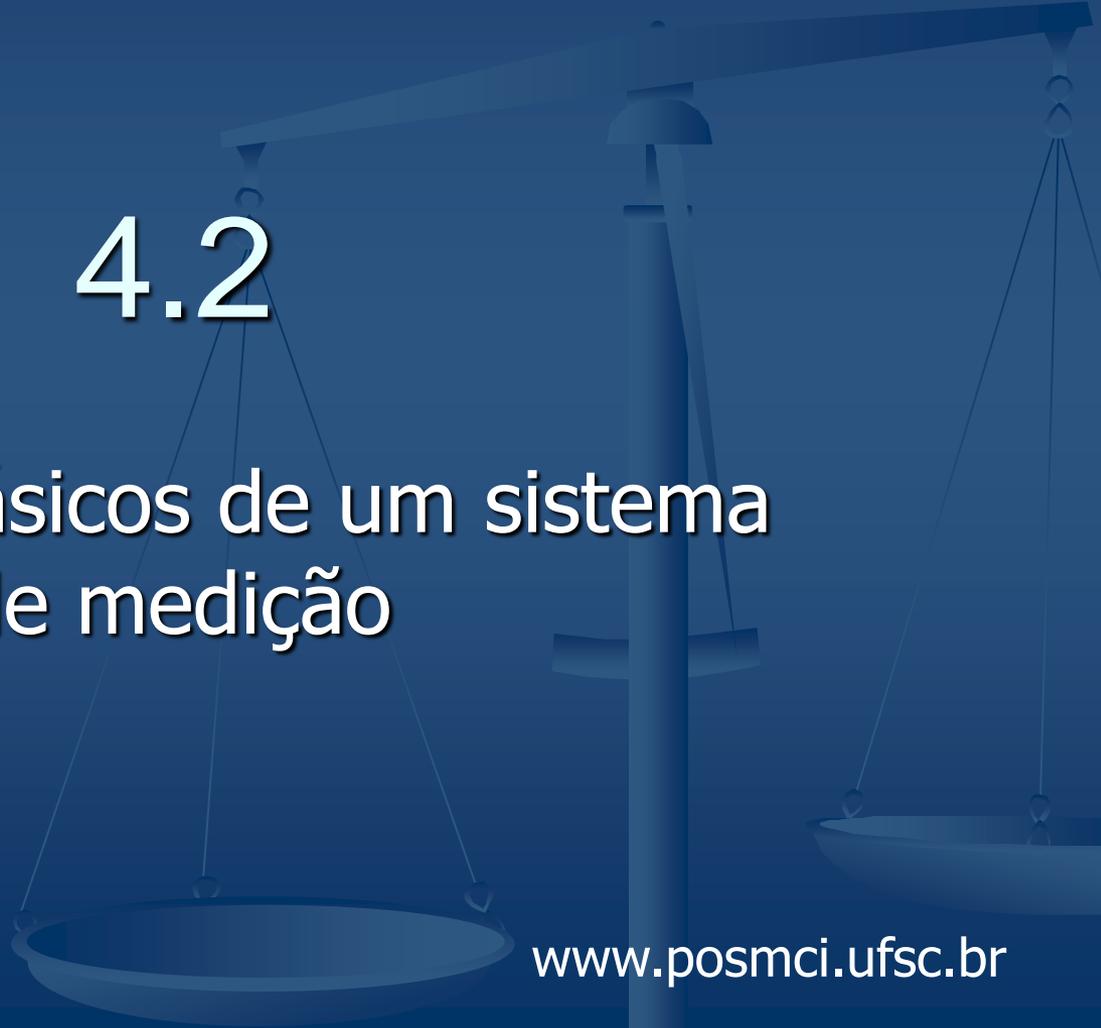
zeragem



Análise comparativa

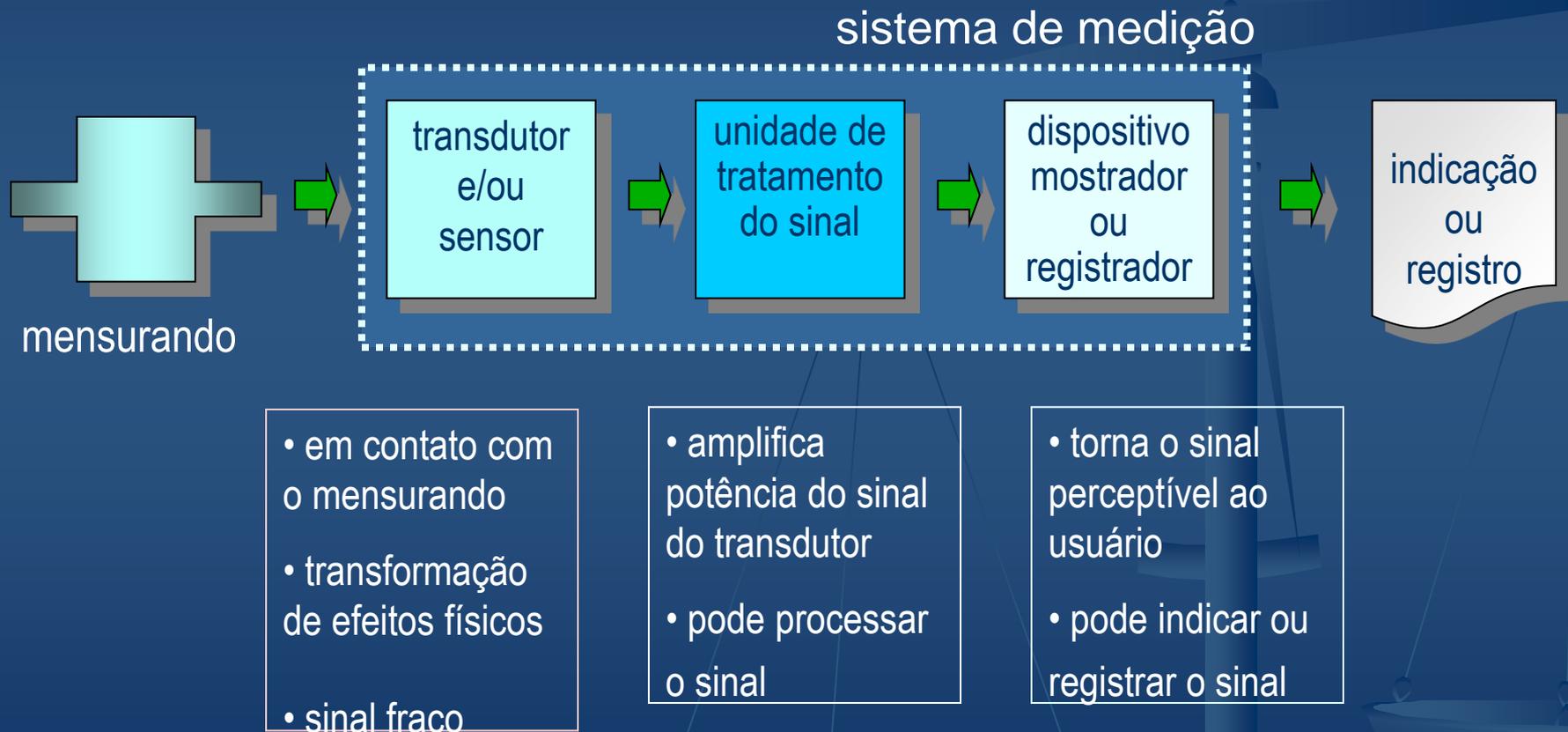
característica	indicação	comparação
velocidade de medição	muito rápido	muito lento
facilidade de automação	muito fácil	muito difícil
estabilidade com tempo	instável	muito estável
custo	moderado a elevado	elevado

4.2

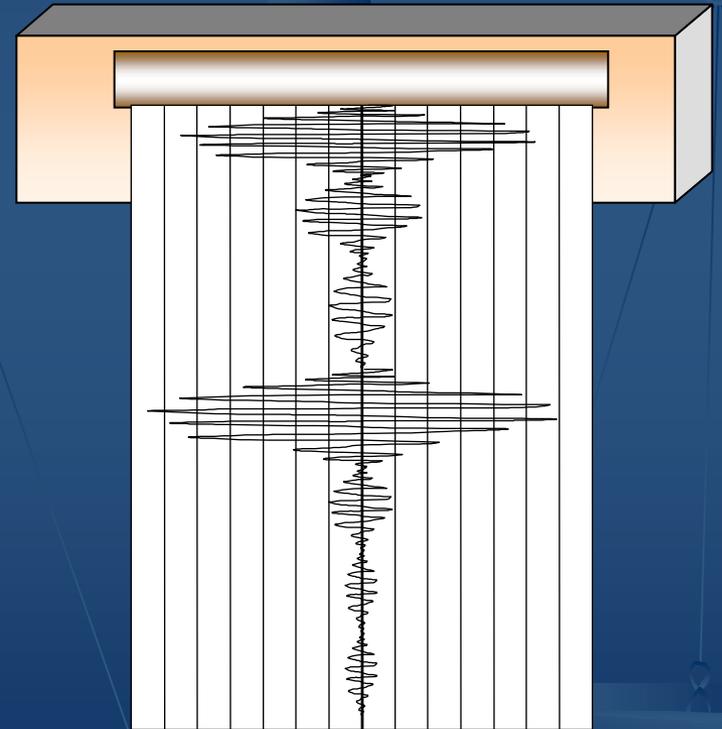
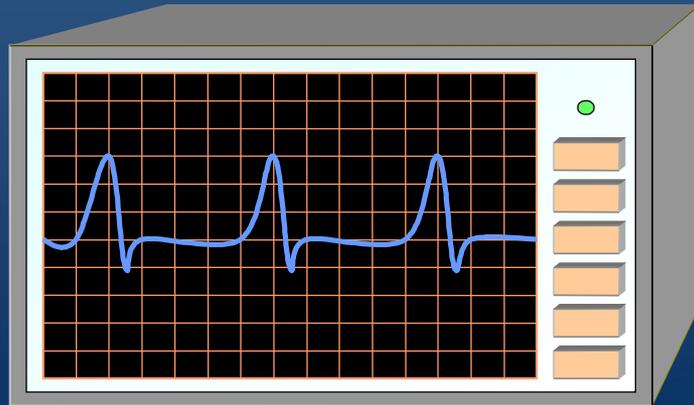
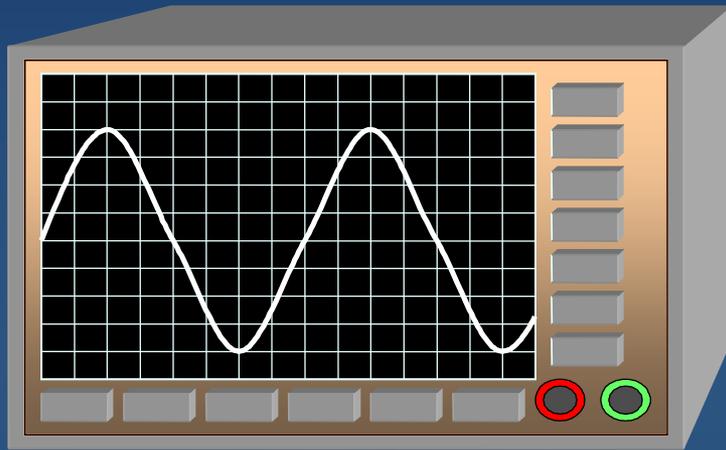


Módulos básicos de um sistema de medição

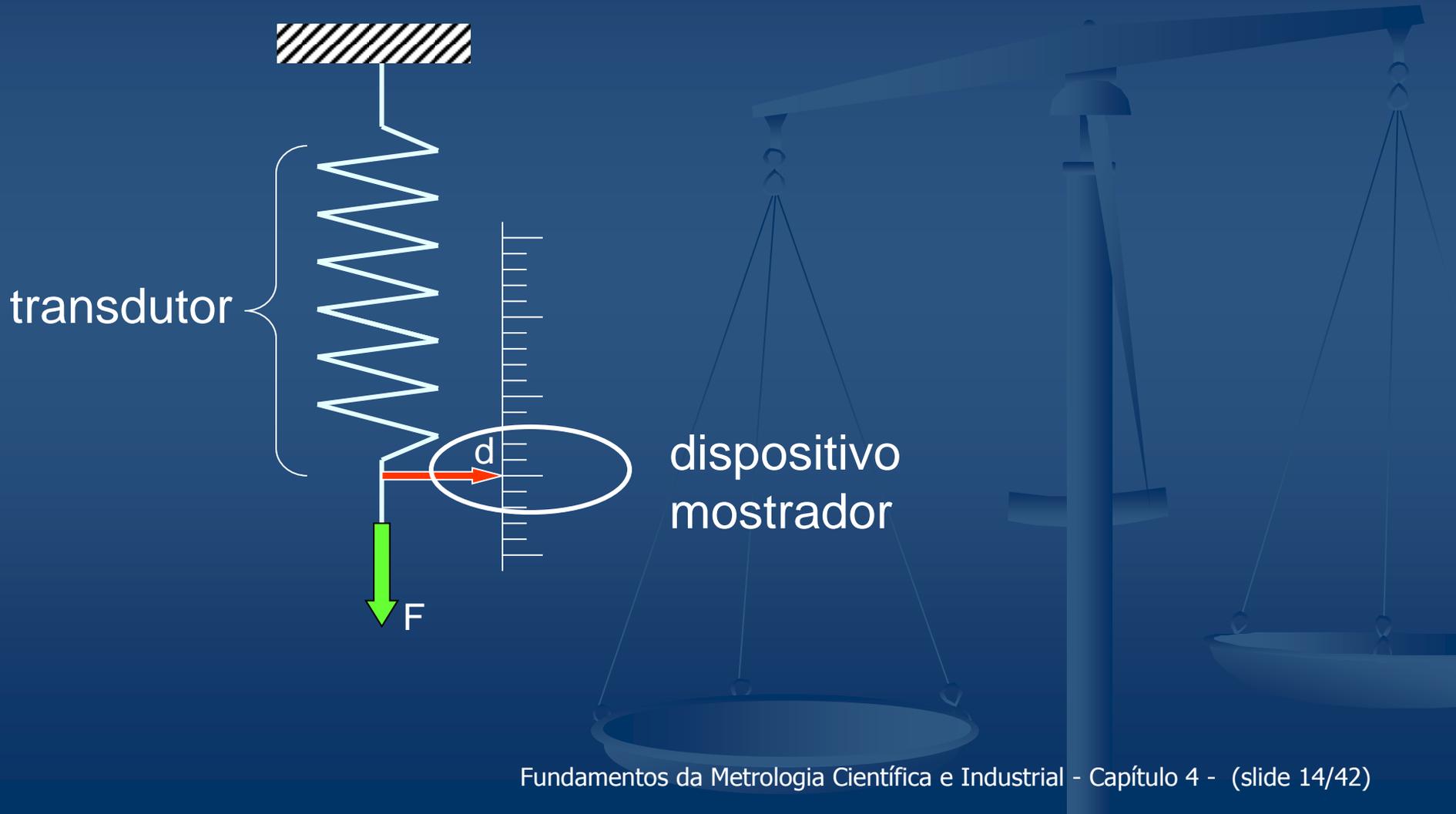
Módulos básicos de um SM



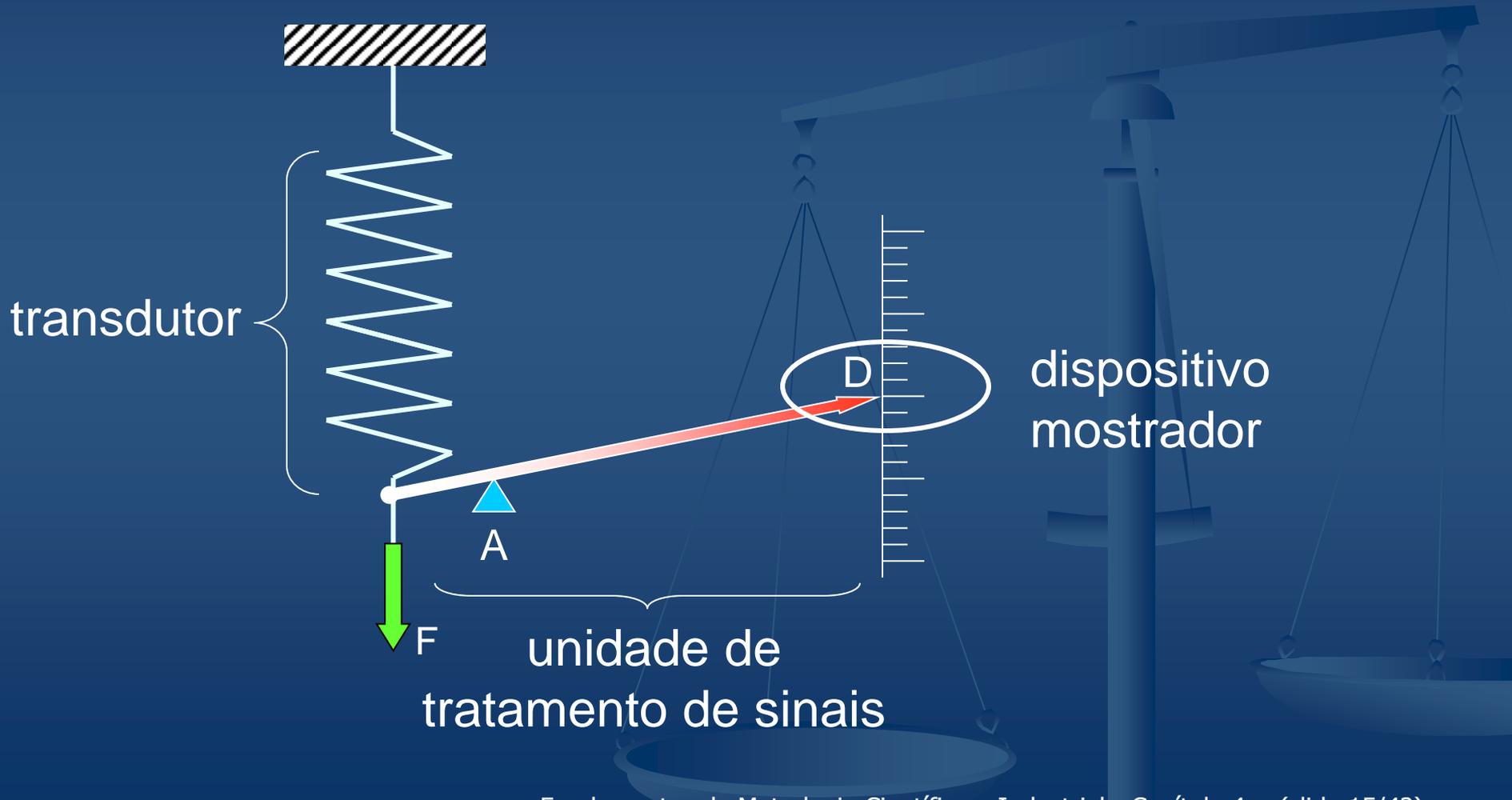
Dispositivos registradores



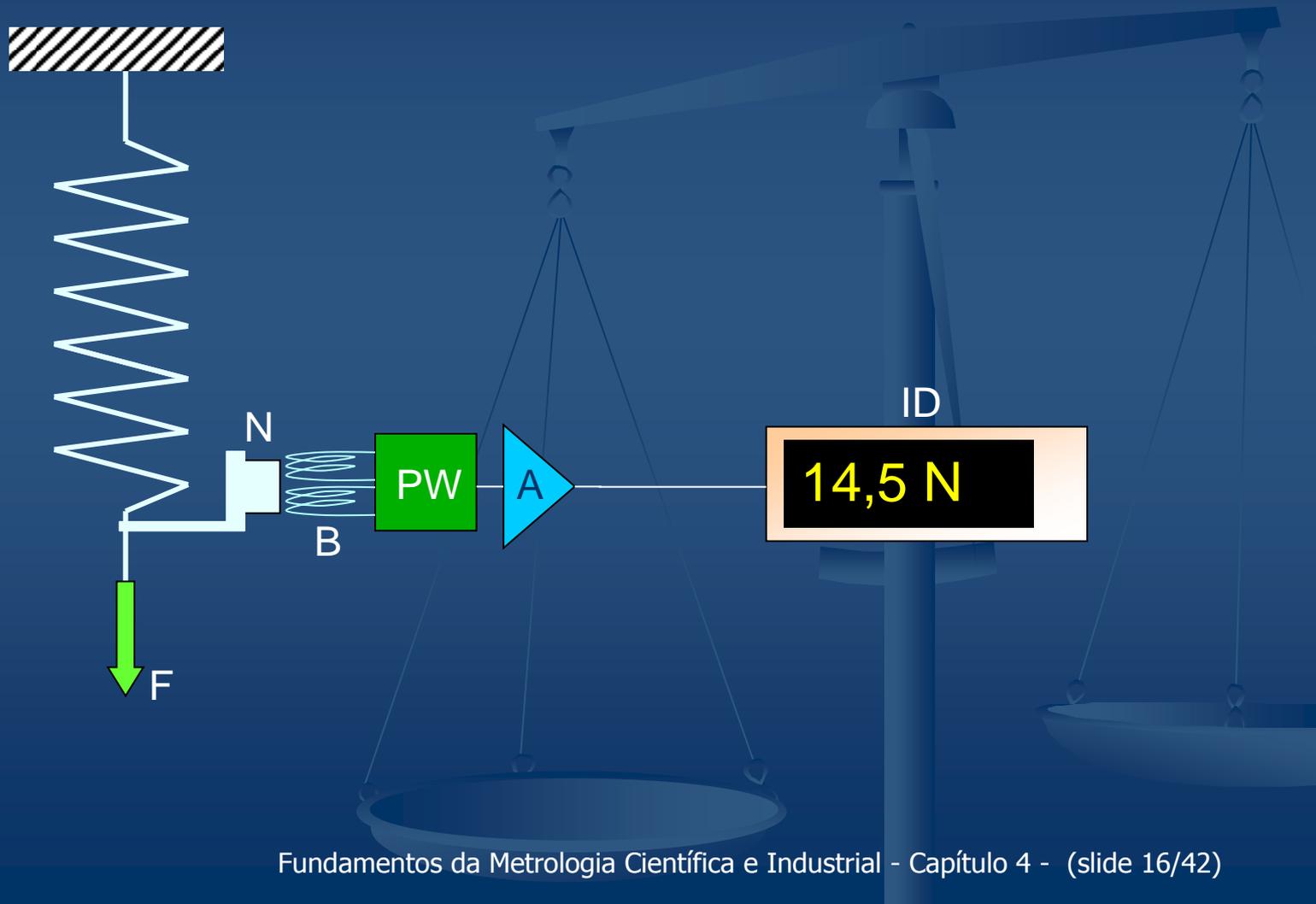
Módulos de um SM



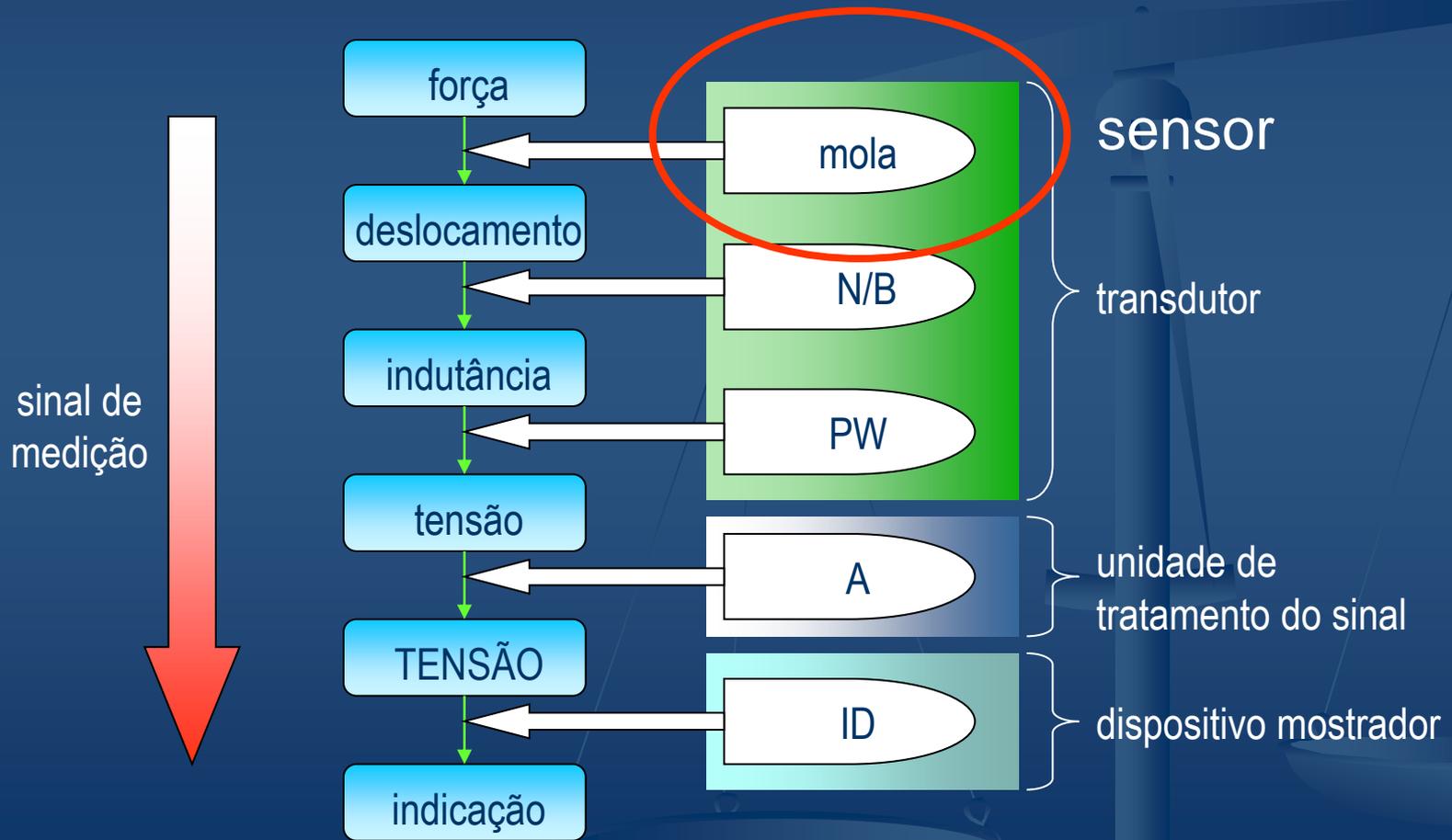
Módulos de um SM

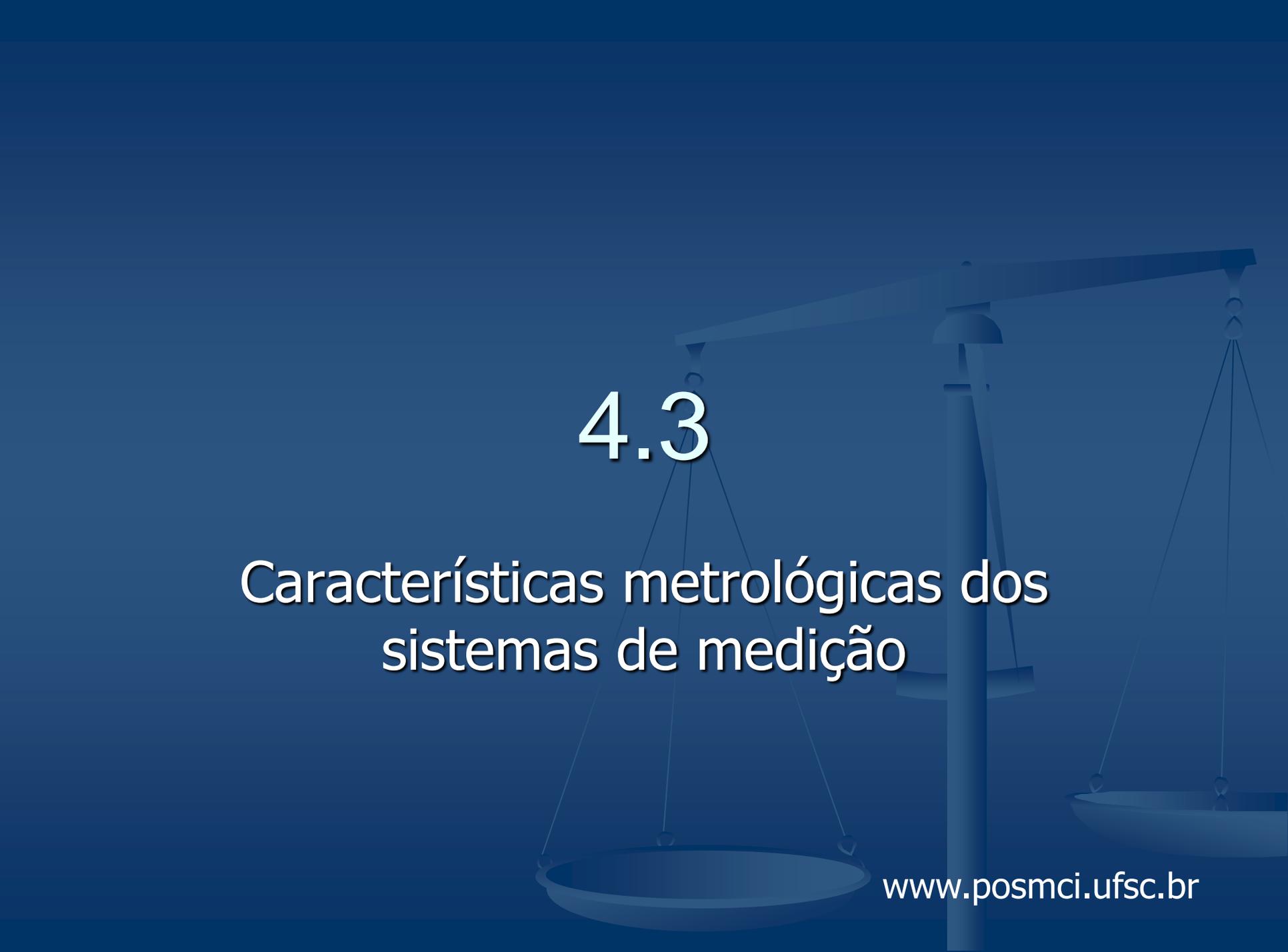


Módulos de um SM



Módulos de um SM





4.3

Características metrológicas dos sistemas de medição

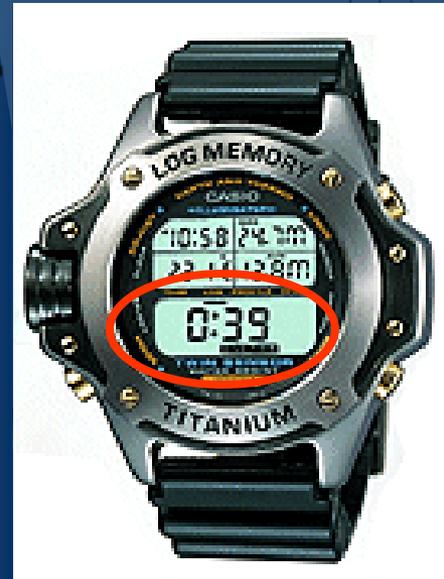
Quanto à faixa de utilização...

- Faixa de indicação

- intervalo compreendido entre o menor e o maior valor que pode ser indicado.



faixa de
indicação



4 dígitos

Quanto à faixa de utilização...

- Faixa nominal
 - faixa ativa selecionada pelo usuário.
- Faixa de medição
 - faixa de valores do mensurando para a qual o sistema de medição foi desenhado para operar.

Exemplo

Faixas
nominais

0 a 1000 V

0 a 200 V

0 a 20 V

0 a 2 V

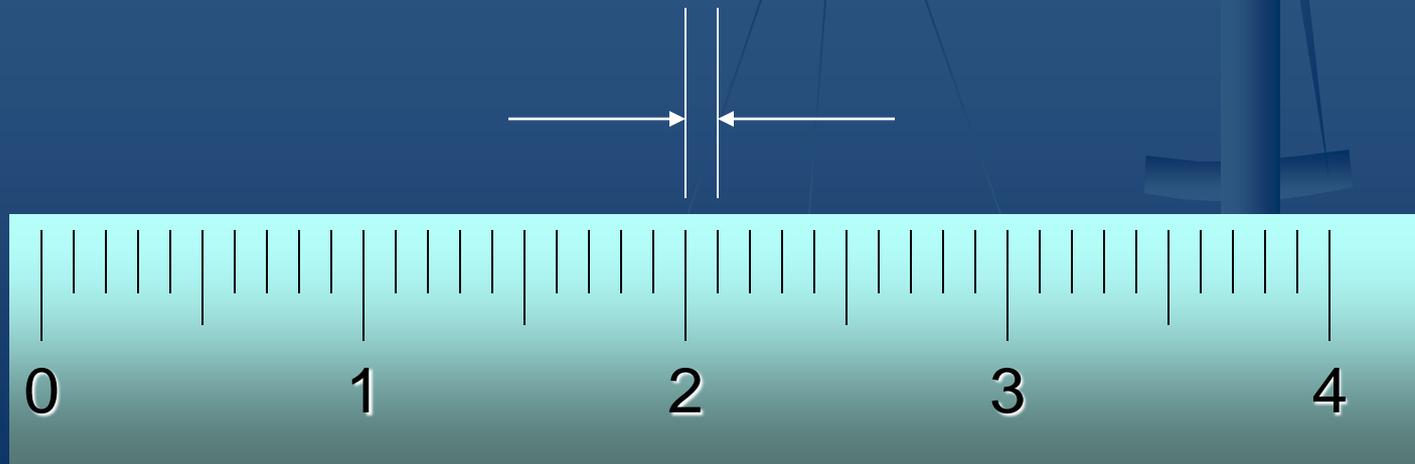
0 a 200 mV



4 dígitos

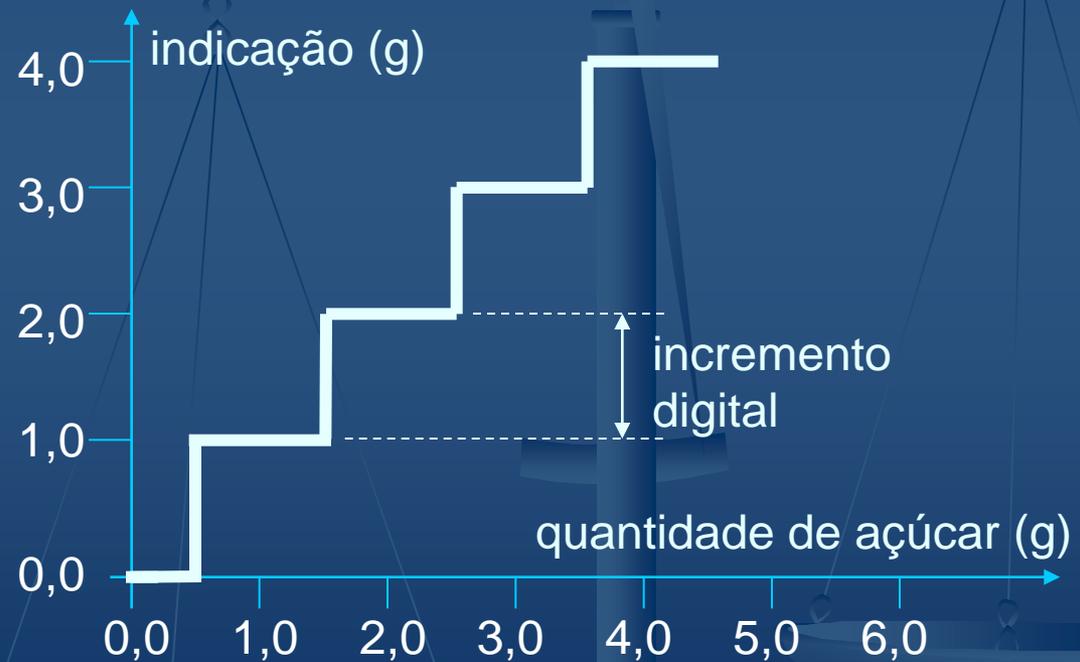
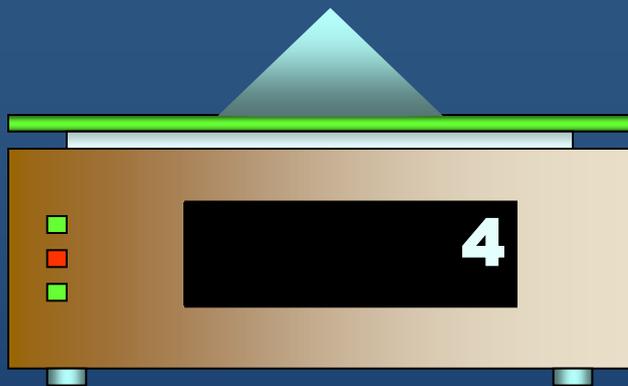
Quanto à indicação ...

- Valor de uma divisão (da escala)
 - diferença entre os valores da escala correspondentes à duas marcas sucessivas.



Quanto à indicação ...

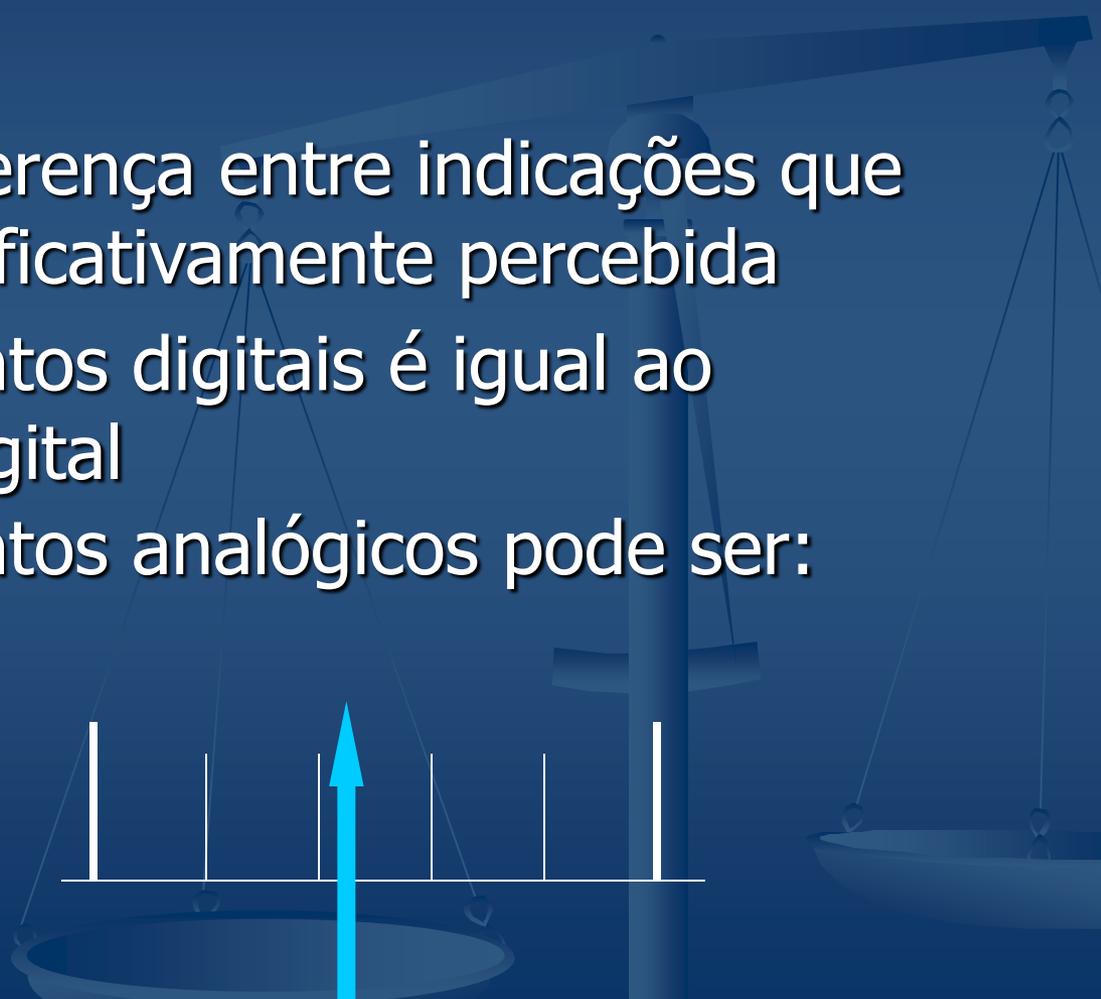
Incremento digital



Quanto à indicação ...

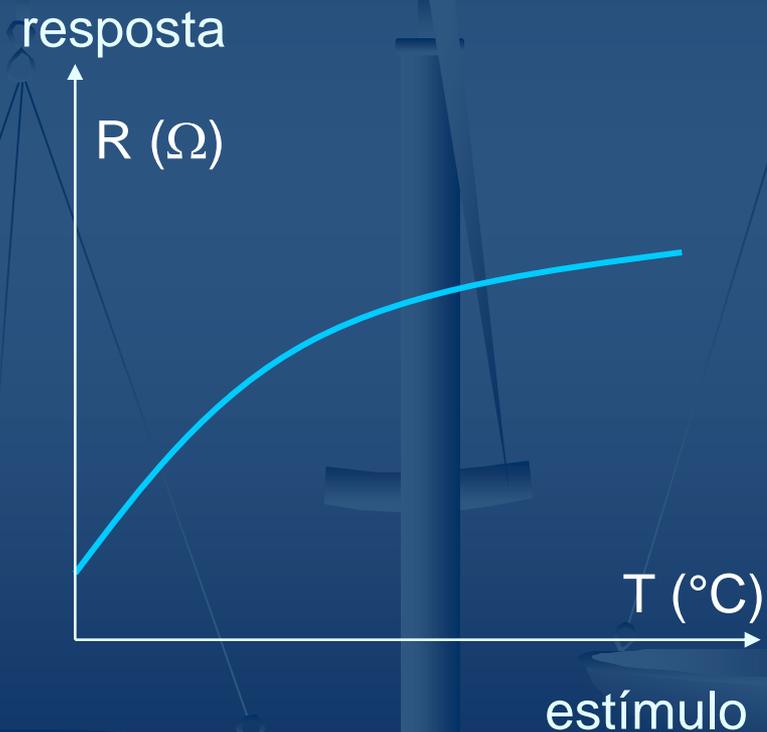
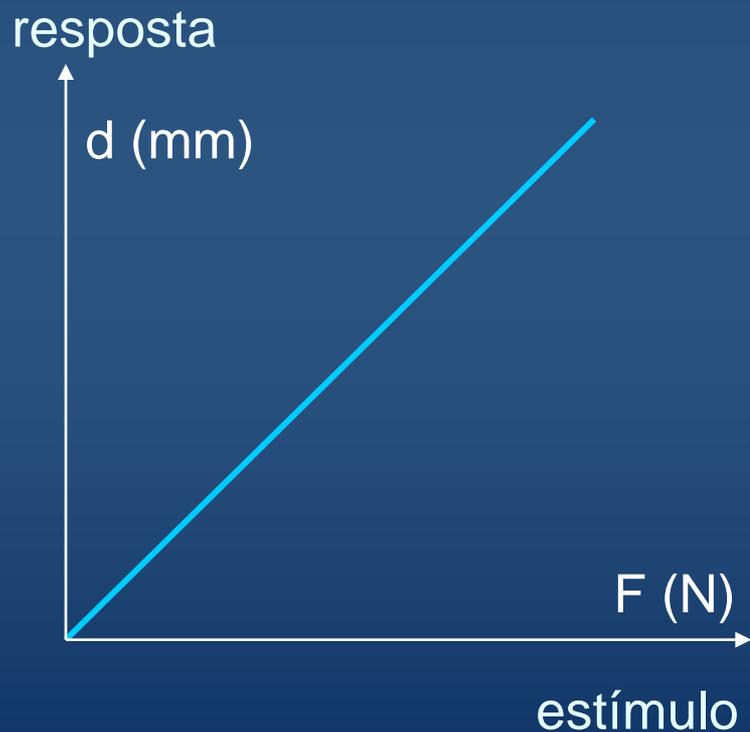
■ Resolução

- é a menor diferença entre indicações que pode ser significativamente percebida
- Nos instrumentos digitais é igual ao incremento digital
- Nos instrumentos analógicos pode ser:
 - VD
 - $VD/2$
 - $VD/5$
 - $VD/10$



Relação estímulo/resposta

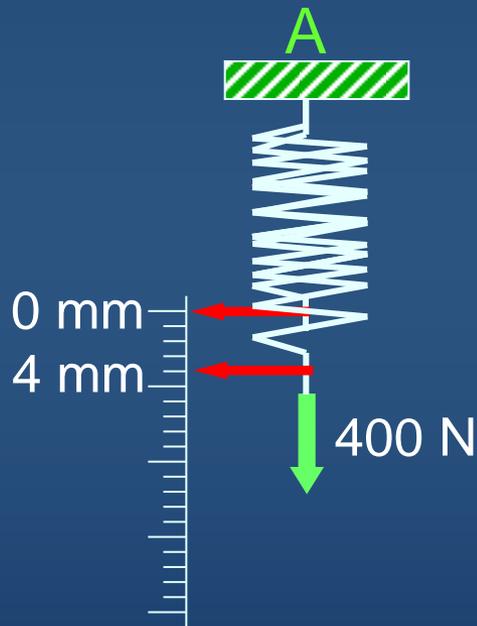
- Curva característica de resposta



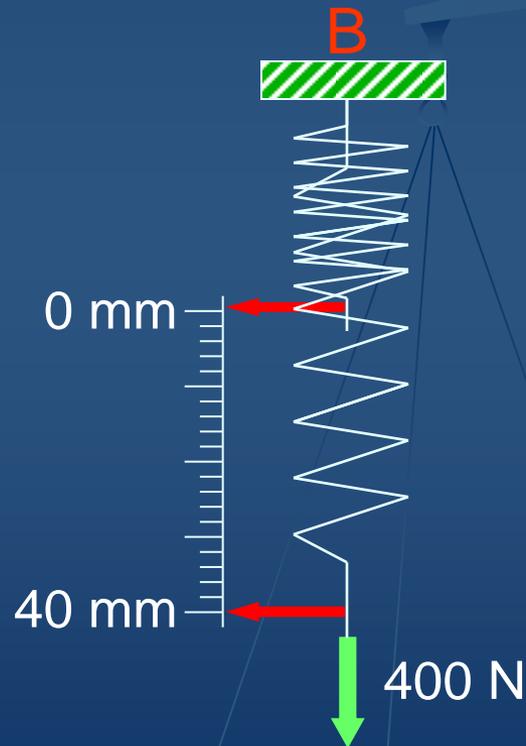
Relação estímulo/resposta

■ Sensibilidade (constante):

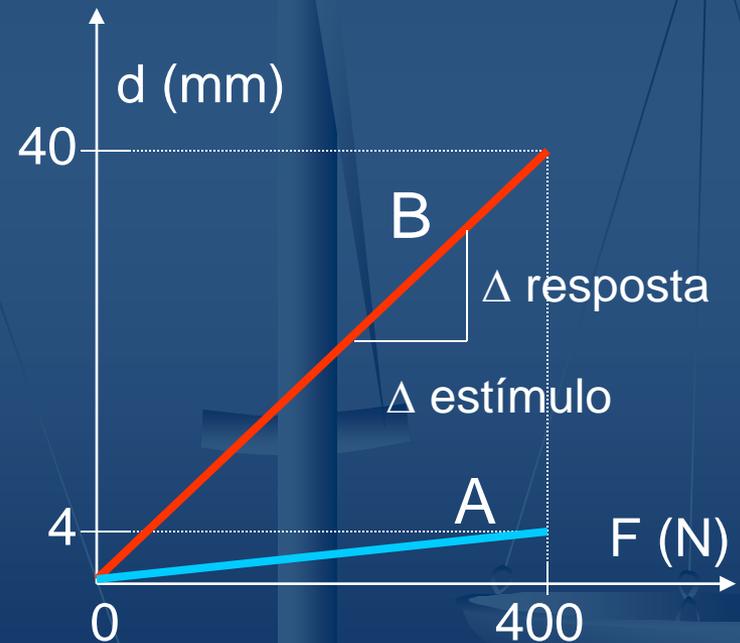
$$S_b = \frac{\Delta \text{resposta}}{\Delta \text{estímulo}}$$



$$S_{b_A} = 0,01 \text{ mm/N}$$



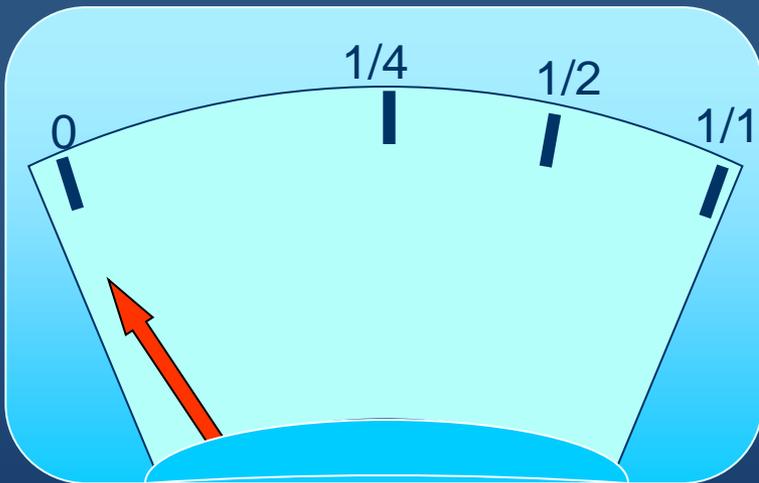
$$S_{b_B} = 0,10 \text{ mm/N}$$



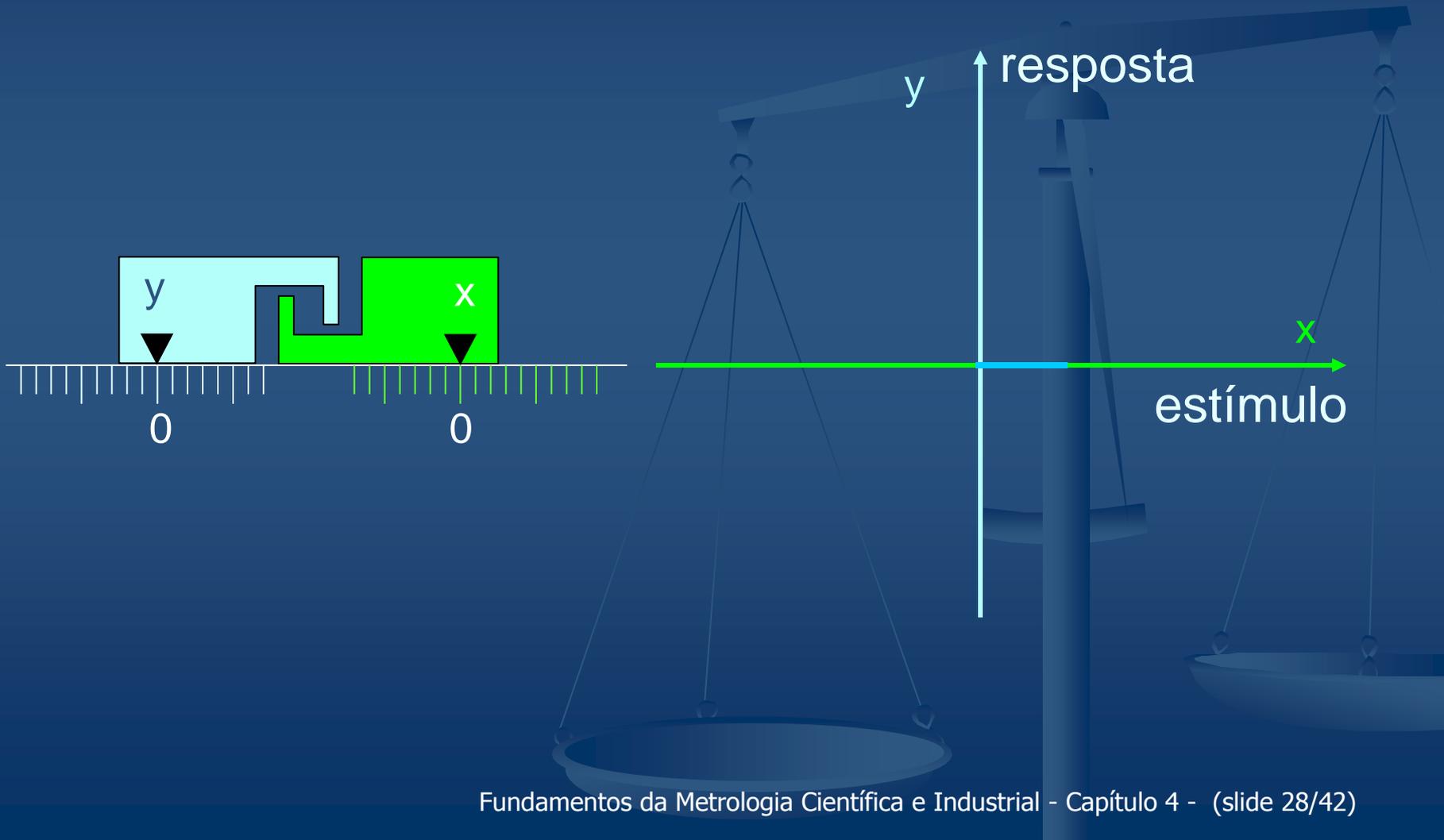
Relação estímulo/resposta

- Sensibilidade (variável): indicador do volume de combustível de um Fusca

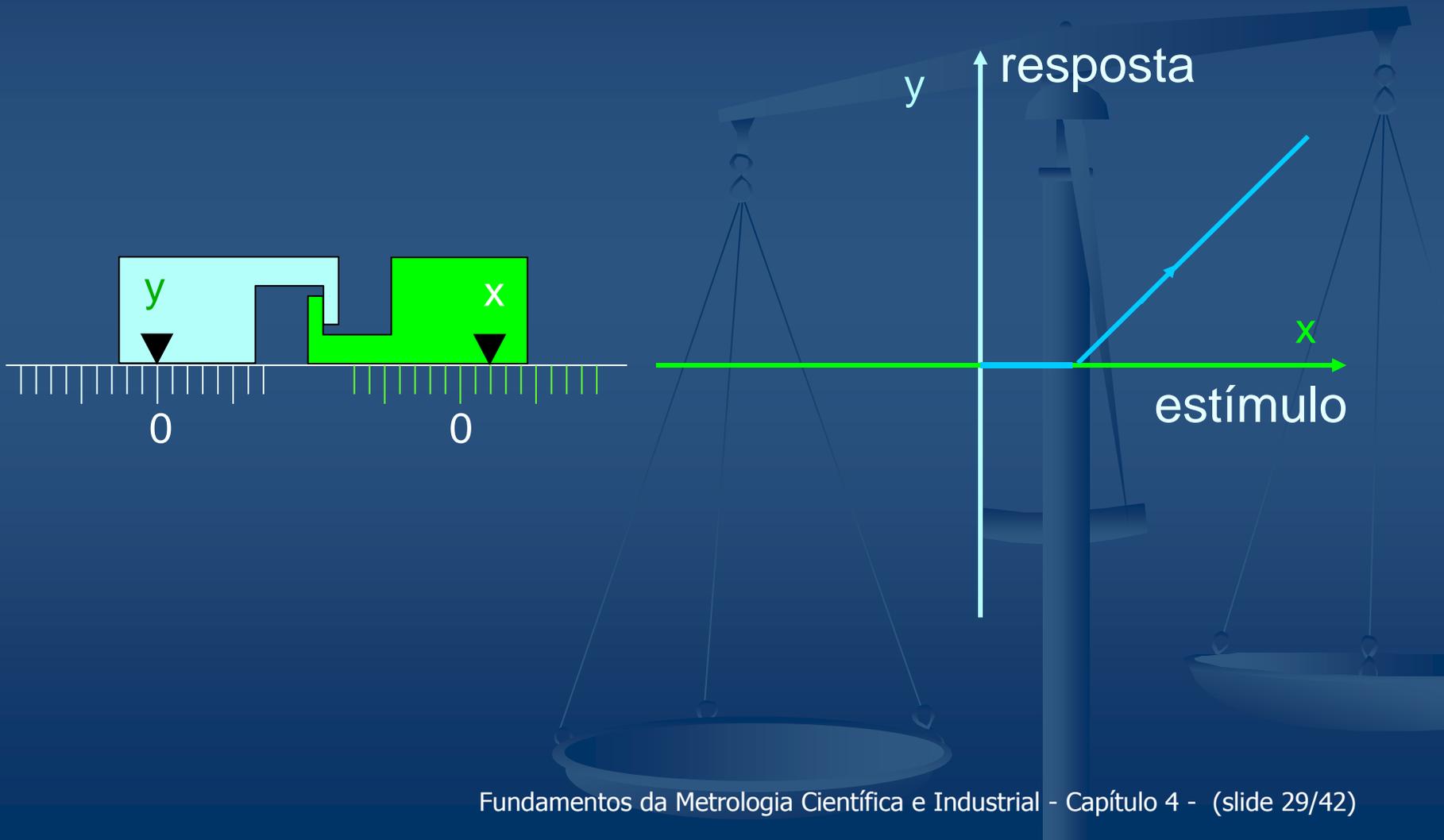
deslocamento do ponteiro (mm)



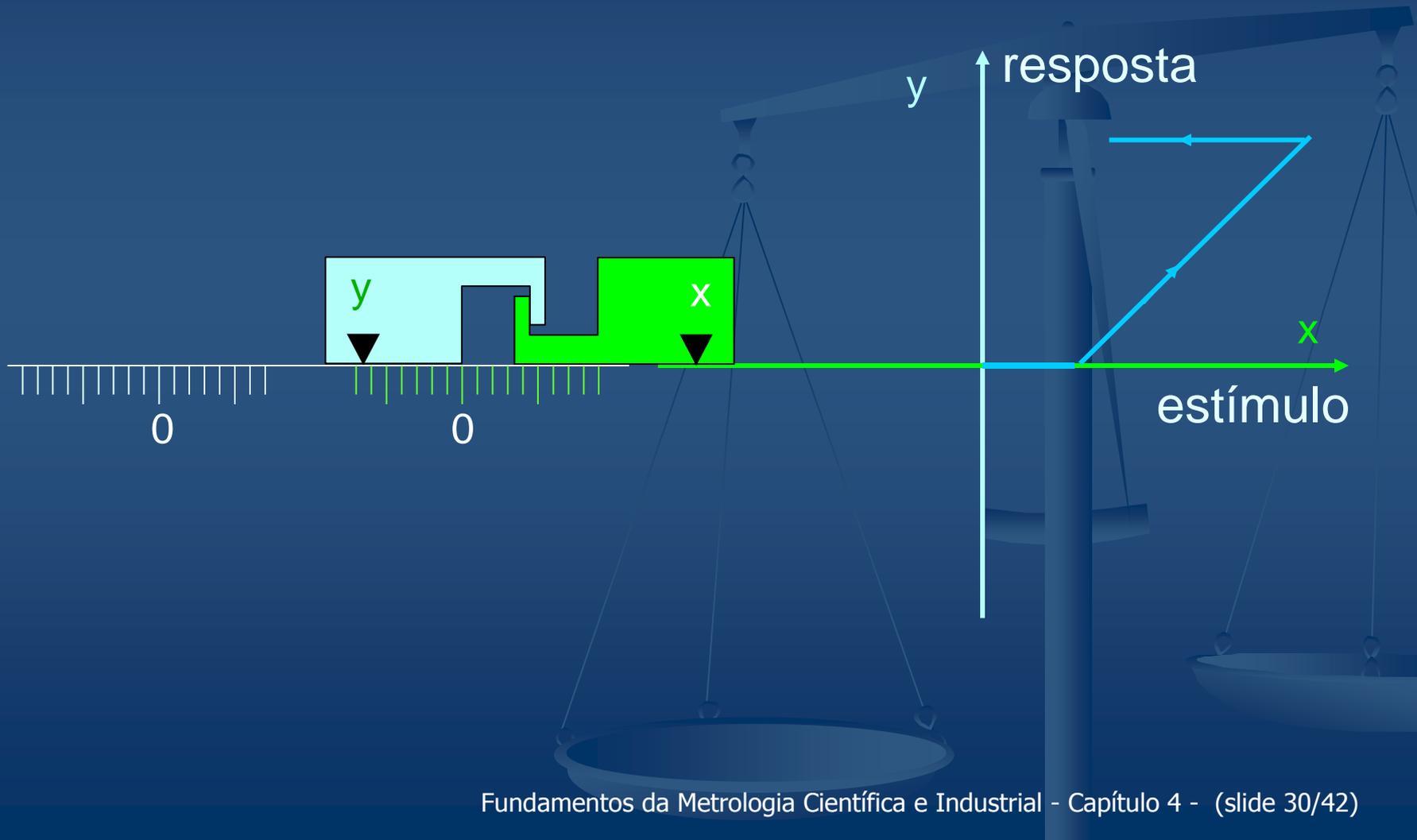
Relação estímulo/resposta



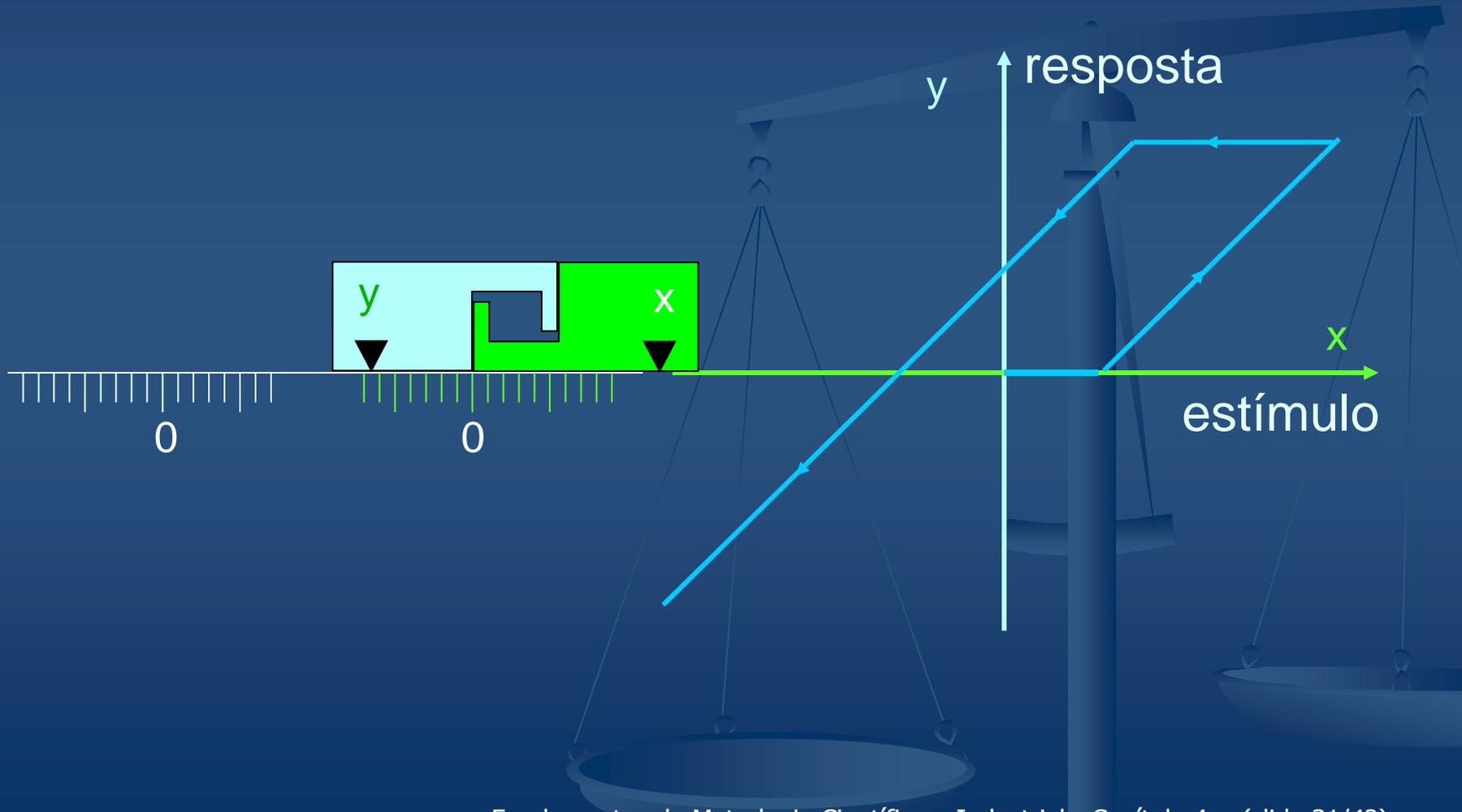
Relação estímulo/resposta



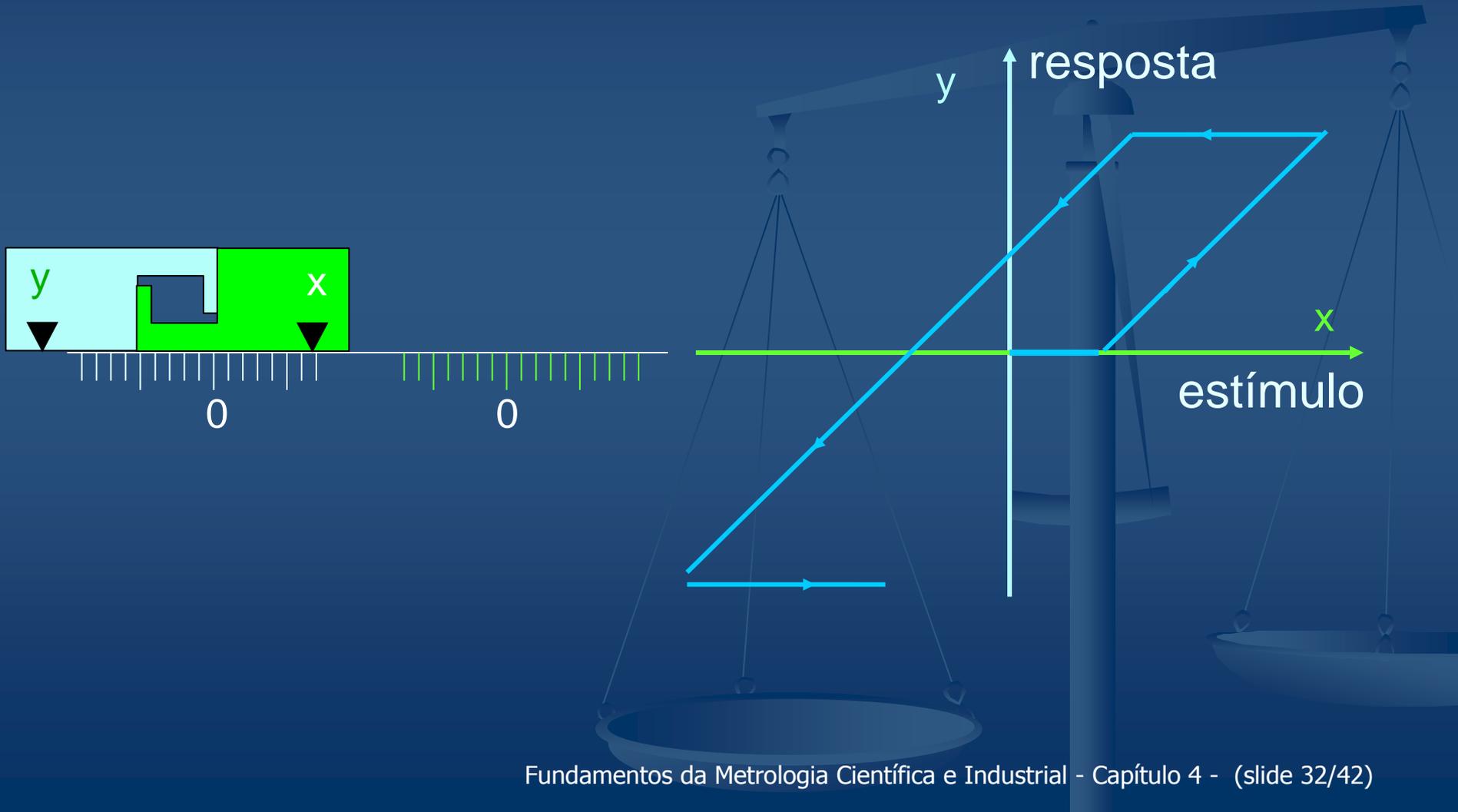
Relação estímulo/resposta



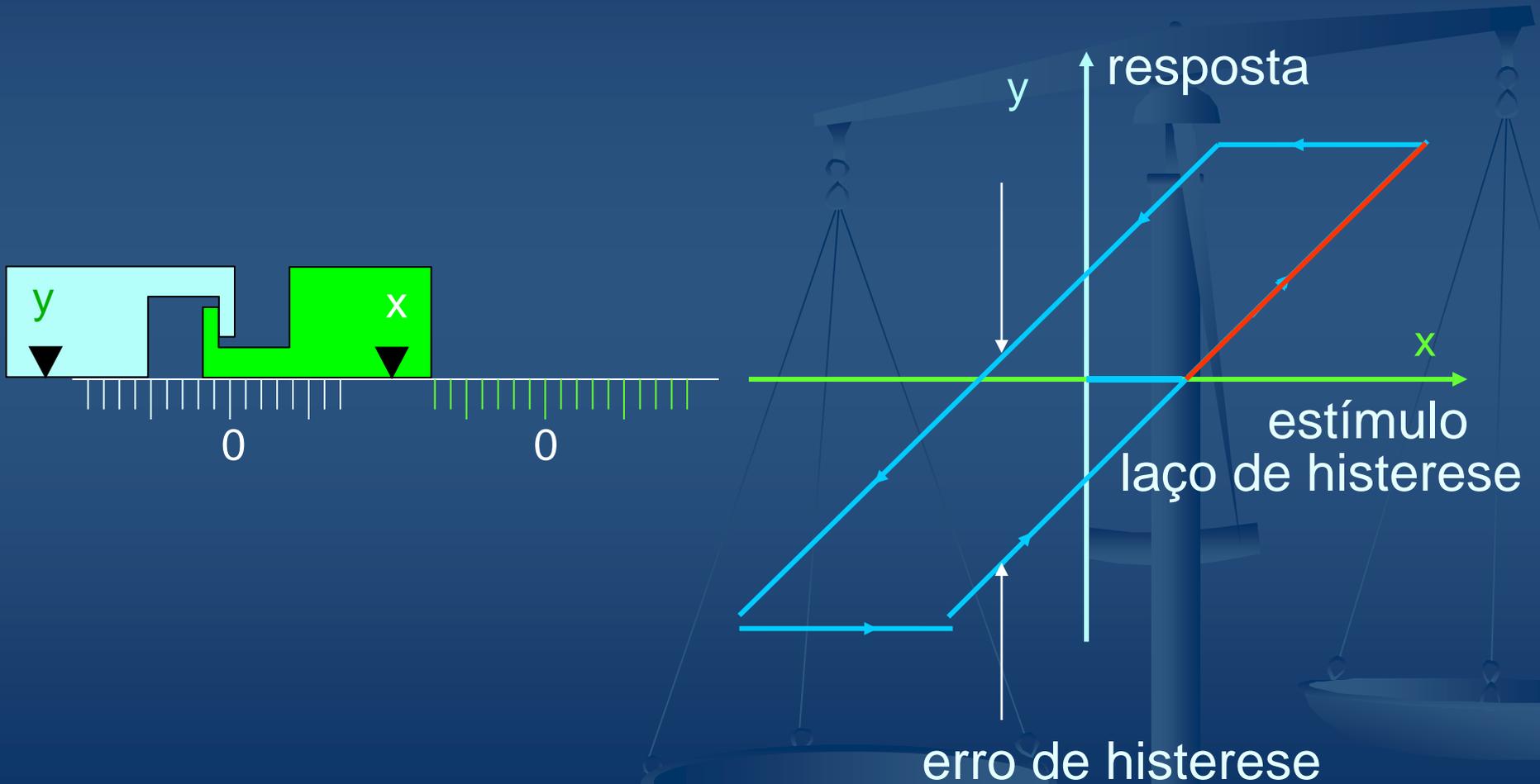
Relação estímulo/resposta



Relação estímulo/resposta



Relação estímulo/resposta



Relação estímulo/resposta

- Tempo de resposta:



Quanto ao erro de medição ...

- Tendência
 - estimativa do erro sistemático
- Correção
 - constante que, somada à indicação, compensa os erros sistemáticos

Quanto ao erro de medição ...

■ Repetitividade

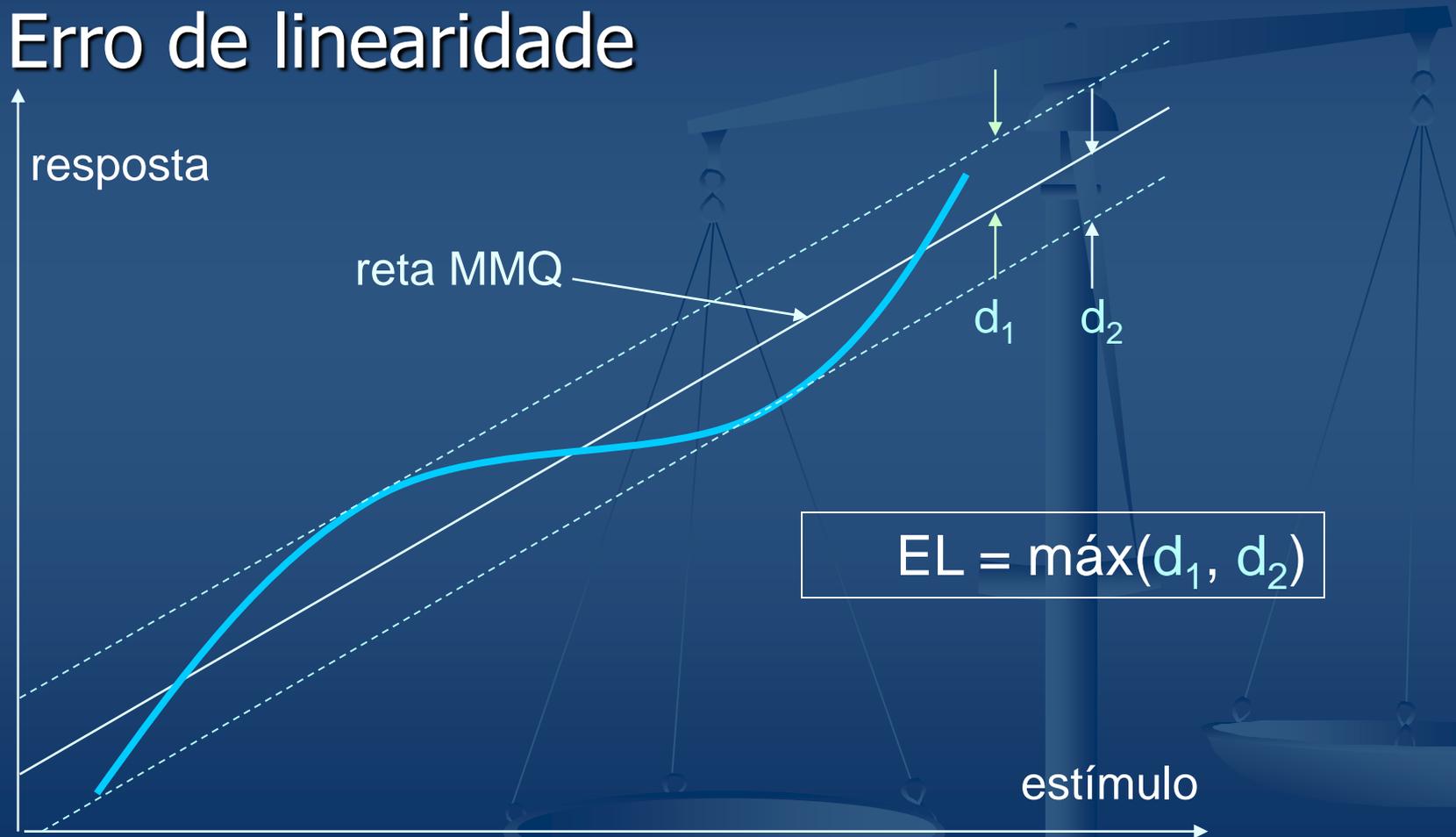
- faixa dentro da qual é esperado o erro aleatório em medições repetidas realizadas nas mesmas condições.

■ Reprodutibilidade

- faixa dentro da qual é esperado o erro aleatório em medições repetidas realizadas em condições variadas.

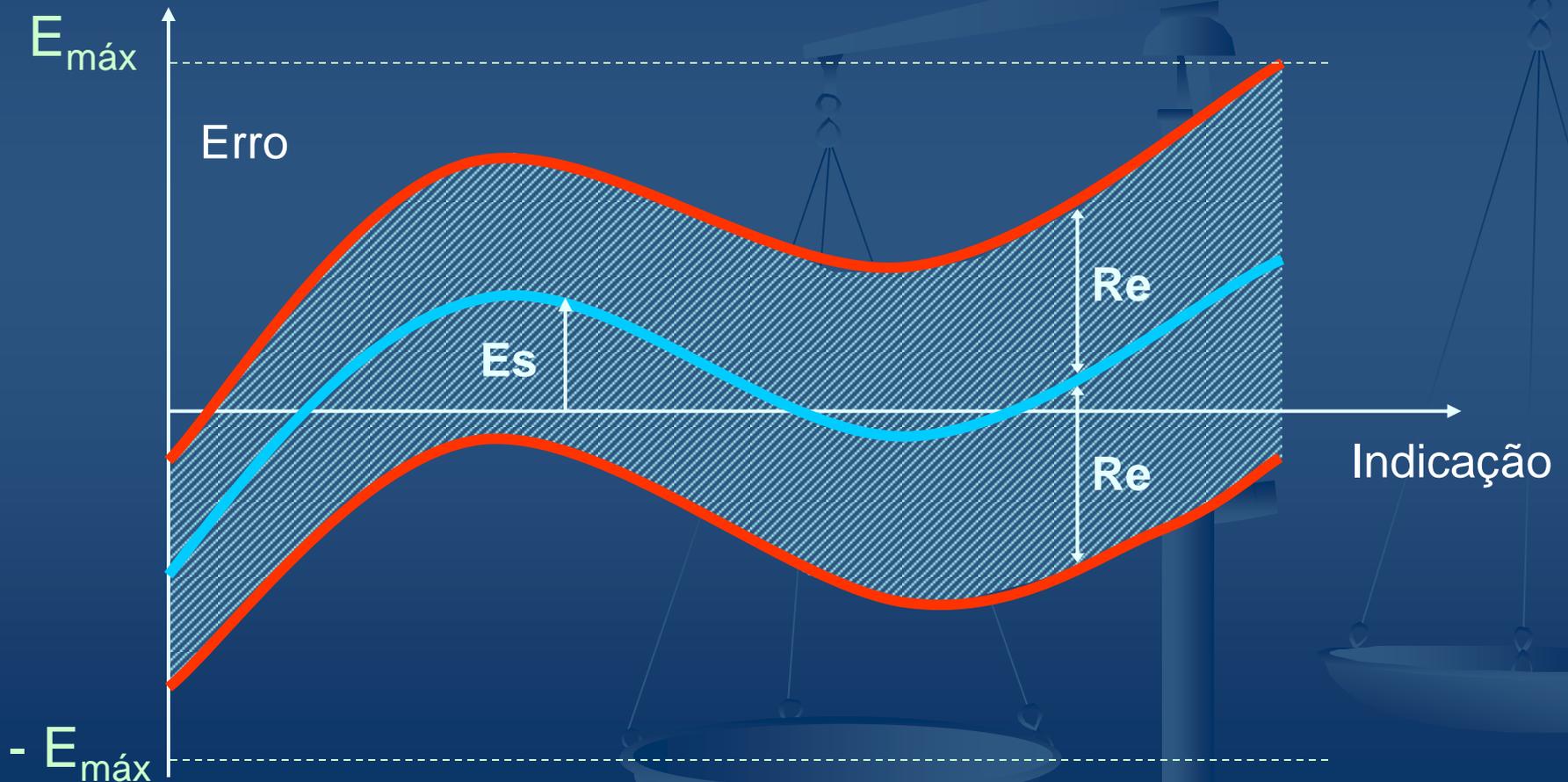
Quanto ao erro de medição ...

■ Erro de linearidade



Quanto ao erro de medição ...

- Erro máximo:



Quanto a erros de medição ...

- Precisão e exatidão
 - são termos apenas qualitativos. Não podem ser associados a números.
 - Precisão significa pouca dispersão. Está associado ao baixo nível de erros aleatórios.
 - Exatidão é sinônimo de "sem erros". Um sistema de medição com grande exatidão apresenta pequenos erros sistemáticos e aleatórios.



4.4

Representação absoluta e relativa

Representação absoluta

- Parâmetros expressos na unidade do mensurando:
 - $E_{\text{máx}} = 0,003 \text{ V}$
 - $Re = 1,5 \text{ K}$
 - $Sb = 0,040 \text{ mm/N}$
- É de percepção mais fácil.

Representação relativa ou fiducial

- Parâmetro é expresso como um percentual de um valor de referência
 - Em relação ao valor final de escala (VFE)
 - $E_{\text{máx}} = 1\%$ do VFE
 - $EL = 0,1\%$ (do VFE)
 - Em relação à faixa de indicação
 - Em relação ao valor nominal (medidas materializadas)
- Facilita comparações entre SM distintos