



Seção de Ensino de Engenharia de Fortificação e Construção – SE/2
Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes

Instrumentação, Aquisição e Processamento de Sinais para Medições de Engenharia

Prof. Luiz Augusto C. Moniz de Aragão Filho

Unidade I:

Introdução à análise experimental.
Vocabulário Internacional de Metrologia.
Terminologia da medição e dos
dispositivos de medição.

Fevereiro 2012



VIM

"Vocabulaire International des Termes Fondamentaux et Generaux de Metrologie"

"International Vocabulary of Basic and General Terms in Metrology"

Vocabulário Internacional de Termos Fundamentais e Gerais de Metrologia

- é uma publicação tradicional que uniformiza os termos usados em metrologia nos diversos países;
- A **1ª edição do VIM** foi organizada por uma comissão que incluía representantes das seguintes organizações: BIPM, IEC, ISO e OIML e foi publicada pela ISO, em francês e Inglês, em 1984.
- Esta primeira edição foi traduzida para o português e, por força da Portaria Inmetro nº 102, de 10 de junho de 1988, passou a ser adotada oficialmente no Brasil.

Fonte: <http://www.inmetro.gov.br/>



VIM

- A 2ª edição do VIM foi organizada por uma comissão que incluía representantes das seguintes organizações: BIPM, IEC, ISO, OIML, IFCC, IUPAC e IUPAP e foi publicado pela ISO, em francês e Inglês, em 1993. Esta segunda edição foi traduzida para o português (Brasil) e, por força da Portaria Inmetro nº 029, de 10 de março de 1995, passou a ser adotada oficialmente no Brasil.
- A evolução das atividades em metrologia, particularmente o amplo uso do "Guia para a Expressão da Incerteza de Medição", conhecido como GUM; a criação de diversos acordos de reconhecimento mútuo (MRAs); a expansão do campo de atuação dos organismos de acreditação de laboratórios e sua coordenação internacional através da ILAC; e o aumento do número de normas no campo da gestão da Qualidade, criadas pela ISO, e sua ampla utilização, exigem uma ampla revisão e reformulação da 2ª edição de 1993.



VIM

- Em **2004** o "Joint Committee for Guides in Metrology" (Comitê Conjunto para Guias em Metrologia)- JCGM preparou uma versão preliminar para o "novo VIM" .
- Em **2009** o Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial – INMETRO publica em português a 3ª edição internacional do VIM, conhecida também como 1ª edição brasileira do VIM 2008, que por força da Portaria Inmetro nº 319 de 23 de outubro de 2009, passou a ser adotada oficialmente no Brasil.
- Em **2012**, a Portaria Inmetro nº 232, de 08 de maio de 2012, é adotada a 1ª edição luso-brasileira do VIM 2012 ou, de forma mais resumida e informal, quando o contexto não permitir interpretações equivocadas, como VIM3. A nova versão tem em consideração as recomendações do Acordo Ortográfico de 1990. Foi elaborada no âmbito do entendimento entre o Inmetro e o IPQ, por equipe de técnicos de ambos os Institutos.

http://www.inmetro.gov.br/inovacao/publicacoes/vim_2012.pdf



VIM 2012: *vocábulos básicos*

grandeza (*quantity*)

Propriedade de um fenômeno, de um corpo ou de uma substância, que pode ser expressa quantitativamente sob a forma de um número e de uma referência.

valor de uma grandeza (*quantity value*)

Conjunto, formado por um número e por uma referência, que constitui a expressão quantitativa de uma grandeza.



VIM 2012: *vocábulos básicos*

medição

measurement

Processo de **obtenção experimental** de um ou mais valores que podem ser, razoavelmente, atribuídos a uma grandeza



VIM 2012: *vocábulos básicos*

exatidão de medição (exatidão)

accuracy

Grau de concordância entre um valor medido e um valor verdadeiro de um mensurando.

A “exatidão de medição” não é uma grandeza e não lhe é atribuído um valor numérico.

Uma medição é dita mais exata quando é caracterizada por um **erro de medição** menor.



VIM 2012: *vocábulos básicos*

precisão de medição (precisão ; fidelidade)

measurement precision

Grau de concordância entre indicações ou valores medidos, obtidos por medições repetidas, no mesmo objeto ou em objetos similares, sob condições especificadas.



VIM 2012

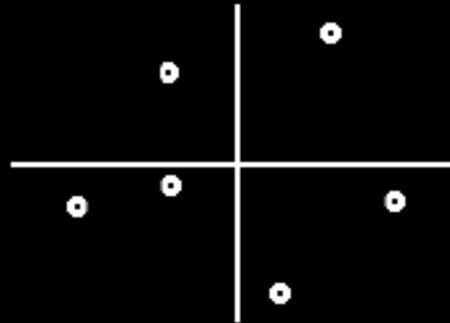
precisão de medição

- NOTA 1: A precisão de medição é geralmente expressa numericamente por características como o **desvio-padrão**, a **variância** ou o coeficiente de variação, sob condições especificadas de medição;
- NOTA 2: As “condições especificadas” podem ser, por exemplo, condições de **repetibilidade**, condições de precisão intermediária ou condições de **reprodutibilidade**;
- NOTA 4: O termo “precisão de medição” é algumas vezes utilizado, **erroneamente**, para designar a exatidão de medição.

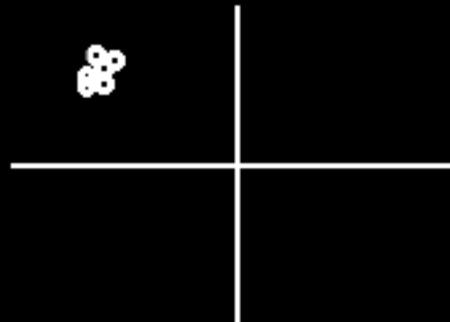


VIM 2012

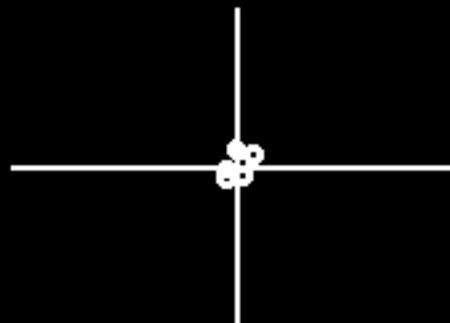
precisão X exatidão



Baixa precisão
Baixa exatidão



Alta precisão
Baixa exatidão



Alta precisão
Alta exatidão



VIM 2012: *vocábulos básicos*

repetibilidade

repeatability

Precisão de medição sob um conjunto de condições de repetibilidade.

condição de repetibilidade de medição

Condição de medição num conjunto de condições, as quais incluem:

- o mesmo procedimento de medição;
- os mesmos operadores;
- o mesmo sistema de medição;
- as mesmas condições de operação e;
- o mesmo local,

assim como medições repetidas no mesmo objeto ou em objetos similares durante um **curto** período de tempo.



VIM 2012: *vocábulos básicos*

reprodutibilidade

reproducibility

Precisão de medição conforme um conjunto de condições de reprodutibilidade.

condição de reprodutibilidade de medição

Condição de medição num conjunto de condições, as quais incluem:

- diferentes locais;
- diferentes operadores;
- diferentes sistemas de medição e,
- medições repetidas no mesmo objeto ou em objetos similares.



erro de medição (erro)

measurement error ; error of measurement ; error

Diferença entre o valor medido de uma grandeza e um valor de referência.

NOTA 1 O conceito de “erro de medição” pode ser utilizado:

- a) quando existe um único valor de referência, o que ocorre se uma calibração for realizada por meio de um padrão de medição com um valor medido cuja incerteza de medição é desprezível, ou se um valor convencional for fornecido. Nestes casos, o erro de medição é **conhecido**.
- b) caso se suponha que um mensurando é representado por um único valor verdadeiro ou um conjunto de valores verdadeiros de amplitude desprezível. Neste caso, o erro de medição é **desconhecido**.

NOTA 2: Não se deve confundir erro de medição com erro de produção ou erro humano.



VIM 2012: *vocábulos básicos*

erro sistemático

systematic measurement error

Componente do erro de medição que, em medições repetidas, permanece constante ou varia de **maneira previsível**.

tendência de medição

bias

Estimativa de um erro sistemático.



VIM 2012

erro sistemático

NOTAS:

- Um valor de referência para um erro sistemático é um **valor verdadeiro**, ou um valor medido de um padrão com incerteza de medição desprezível, ou um valor convencional.
- o erro sistemático e suas causas podem ser conhecidos ou desconhecidos. Pode-se aplicar uma correção para **compensar** um erro sistemático conhecido.
- **erro de medição** = **erro sistemático** + **erro aleatório**



VIM 2012: *vocábulos básicos*

erro aleatório

random measurement error ; random error

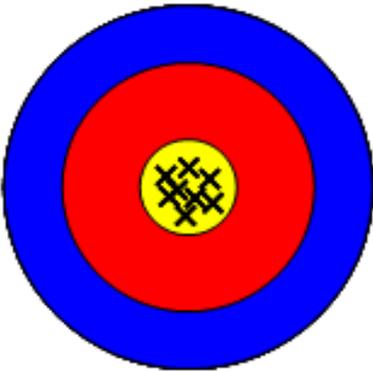
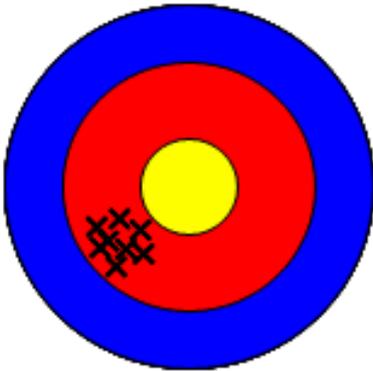
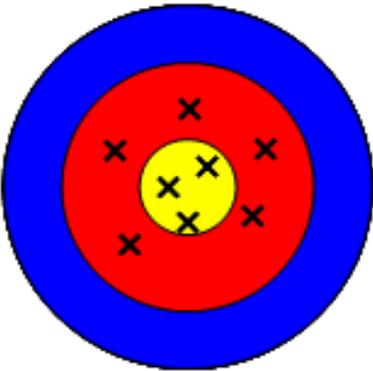
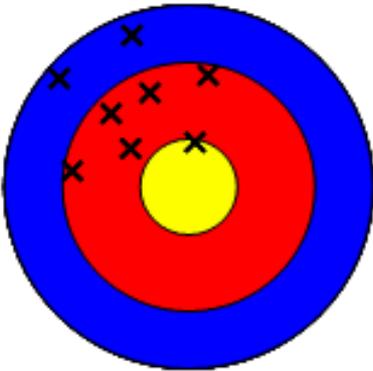
Componente do erro de medição que, em medições repetidas, varia de maneira imprevisível.

NOTA : Os erros aleatórios de um conjunto de medições repetidas formam uma **distribuição** que pode ser resumida por sua esperança matemática ou valor esperado, o qual é geralmente assumido como sendo **zero**, e por sua **variância**.



VIM 2012

precisão X exatidão

	Accurate	Inaccurate (systematic error)
Precise		
Imprecise (reproducibility error)		



VIM 2012: *vocábulos básicos*

incerteza de medição

uncertainty

Parâmetro não negativo que caracteriza a **dispersão** dos valores atribuídos a um mensurando, com base nas informações utilizadas.

NOTA: O parâmetro pode ser, por exemplo, um **desvio padrão** denominado incerteza-padrão (ou um de seus múltiplos) ou a metade de um **intervalo** tendo uma probabilidade de abrangência determinada.



VIM 2012: dispositivos de medição

instrumento de medição

measuring instrument

Dispositivo utilizado para realizar medições, individualmente ou associado a um ou mais dispositivos suplementares.

NOTA 1 Um instrumento de medição que pode ser utilizado individualmente é um **sistema de medição**.

NOTA 2 Um instrumento de medição pode ser um **instrumento de medição indicador** ou uma medida materializada.



VIM 2012: dispositivos de medição

transdutor de medição - *measuring transducer*

Dispositivo, utilizado em medição, que fornece uma grandeza de saída, a qual tem uma **relação especificada** com uma grandeza de entrada.

sensor – *sensor*

Elemento de um sistema de medição que é **diretamente afetado** por um fenômeno, corpo ou substância que contém a grandeza a ser medida.

detector – *detector*

Dispositivo ou substância que indica a presença de um fenômeno, corpo ou substância quando um **valor limite** de uma grandeza associada for excedido.



VIM 2012: dispositivos de medição

intervalo de indicações - *indication interval*

Conjunto de valores compreendidos entre duas indicações extremas.

NOTA : Um intervalo de indicações é geralmente expresso em termos de seu menor e maior valor, por exemplo, "99 V a 201 V".

intervalo de medição - *measuring interval* / *measurement range*

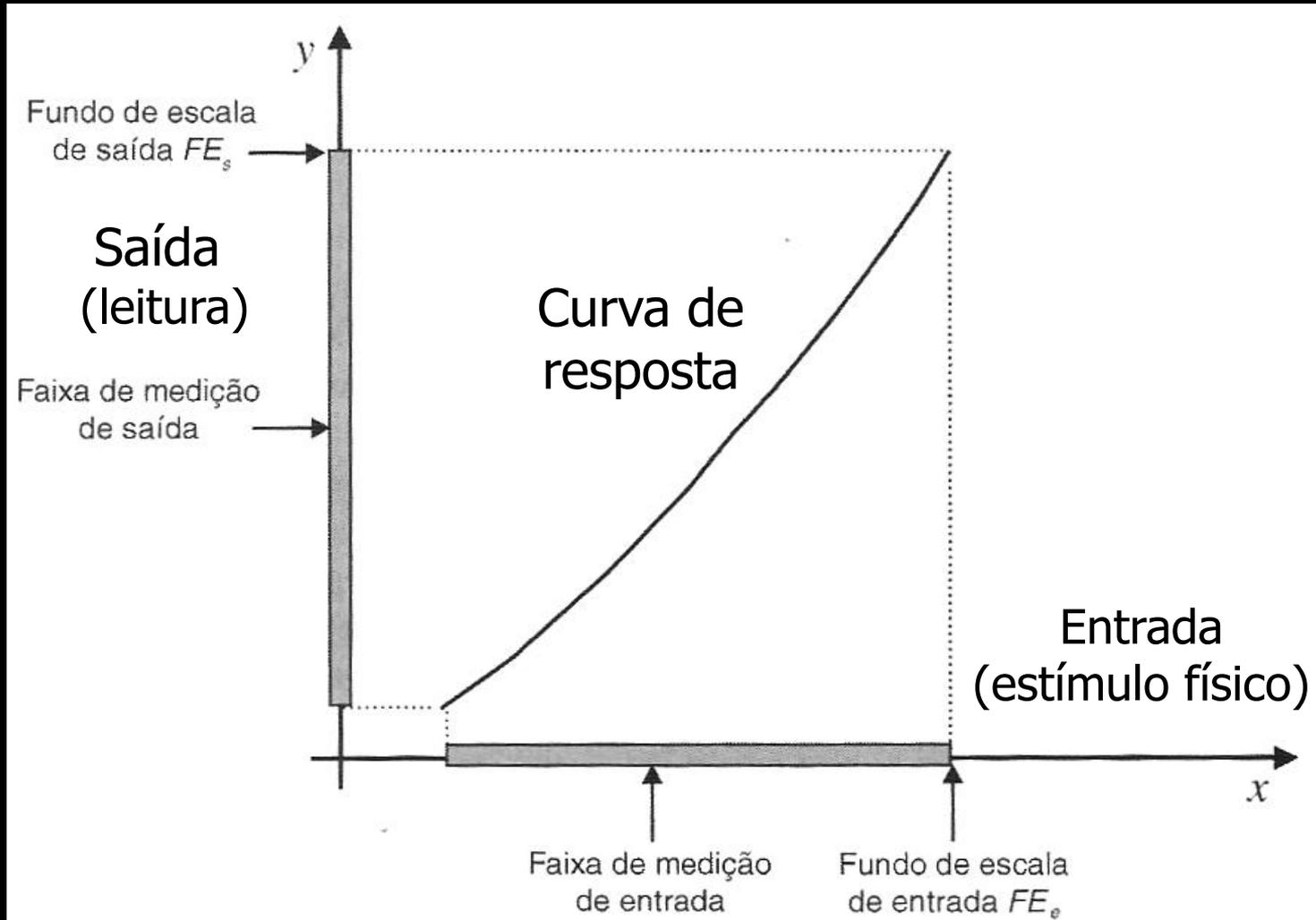
Conjunto de valores de grandezas da mesma natureza que pode ser medido por um dado instrumento de medição ou sistema de medição com incerteza de medição instrumental especificada, sob condições determinadas.

NOTA: O limite inferior de um intervalo de medição não deve ser confundido com limite de detecção.



VIM 2012: dispositivos de medição

Faixa (intervalo) de trabalho de um dispositivo de medição





VIM 2012: dispositivos de medição

sensibilidade - *sensitivity*

Quociente entre a variação de uma indicação de um sistema de medição e a variação correspondente do valor da grandeza medida.

resolução - *resolution*

Menor variação da grandeza medida que causa uma variação perceptível na indicação correspondente.

limiar de mobilidade - *discrimination threshold*

Maior variação do valor de uma grandeza medida que não causa variação detectável na indicação correspondente.



VIM 2012: dispositivos de medição

curva de calibração - *calibration curve*

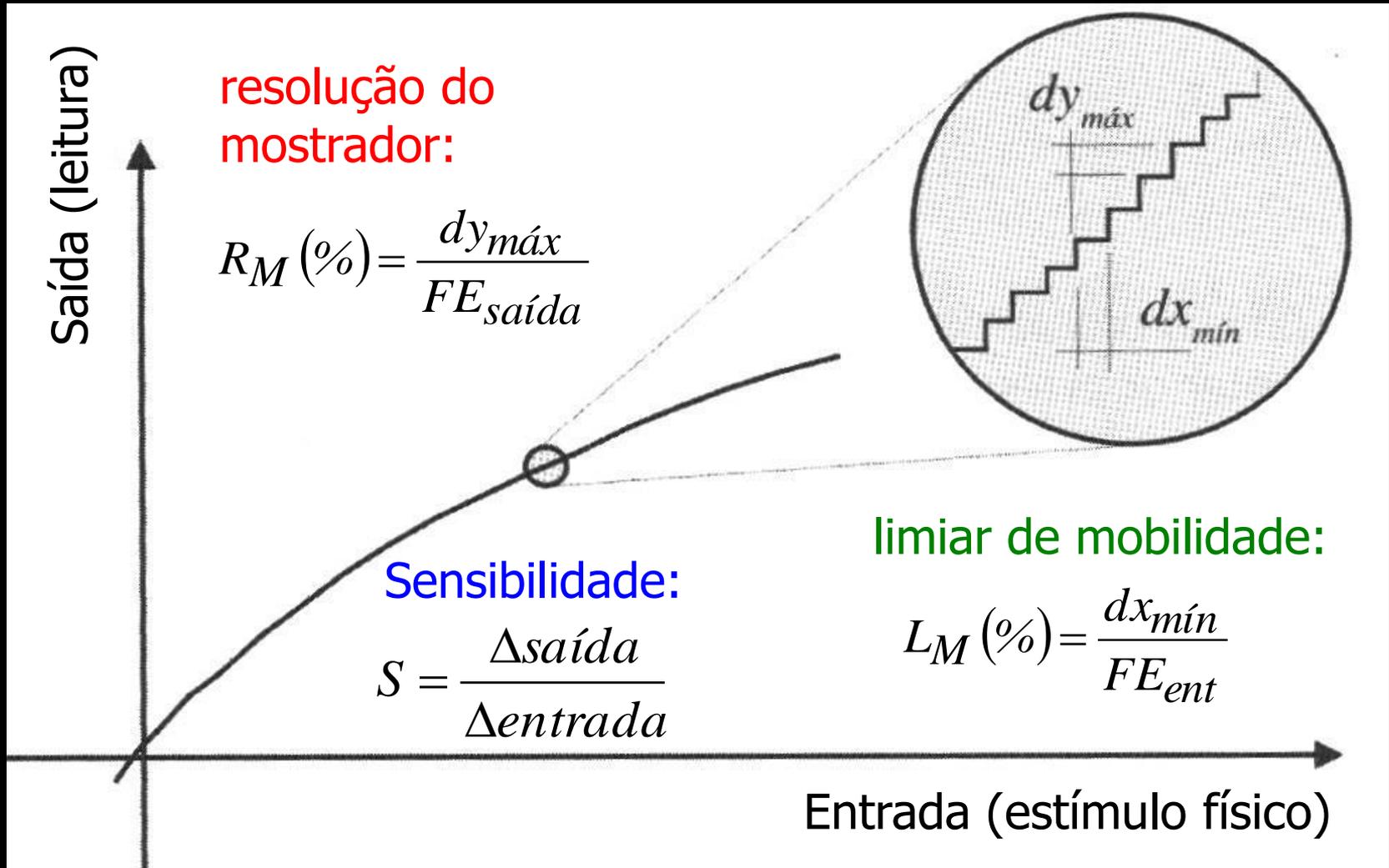
Expressão da relação entre uma indicação e o valor medido correspondente.

NOTA - Uma curva de calibração expressa uma relação biunívoca que não fornece um resultado de medição, pois ela não contém informação a respeito da incerteza de medição.



VIM 2012: dispositivos de medição

Curva de calibração do dispositivo





VIM 2012: dispositivos de medição

tendência (instrumental) - *instrumental bias*

Diferença entre a média de repetidas indicações e um valor de referência.

deriva (instrumental) - *instrumental drift*

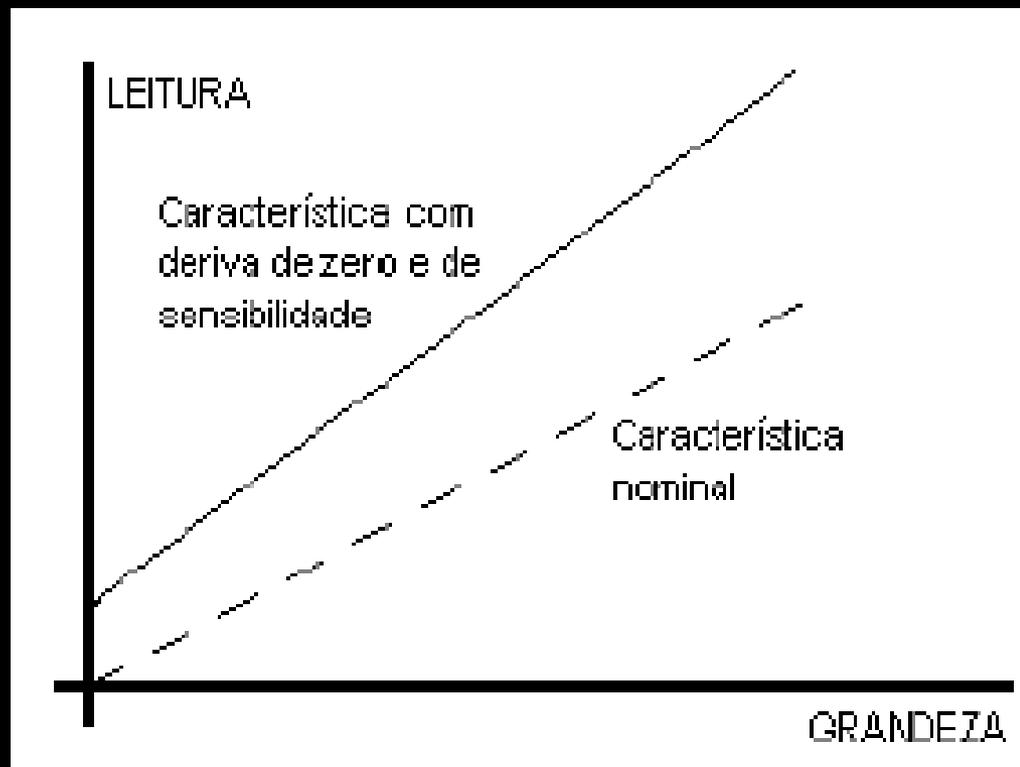
Variação da indicação ao longo do tempo, contínua ou incremental, devida a variações nas propriedades metrológicas de um instrumento de medição.

NOTA - A deriva instrumental não está relacionada a uma variação na grandeza medida, nem a uma variação de qualquer grandeza de influência identificada.



VIM 2012: dispositivos de medição

- **Sensibilidade:** inclinação da reta de ajuste do fator de escala;

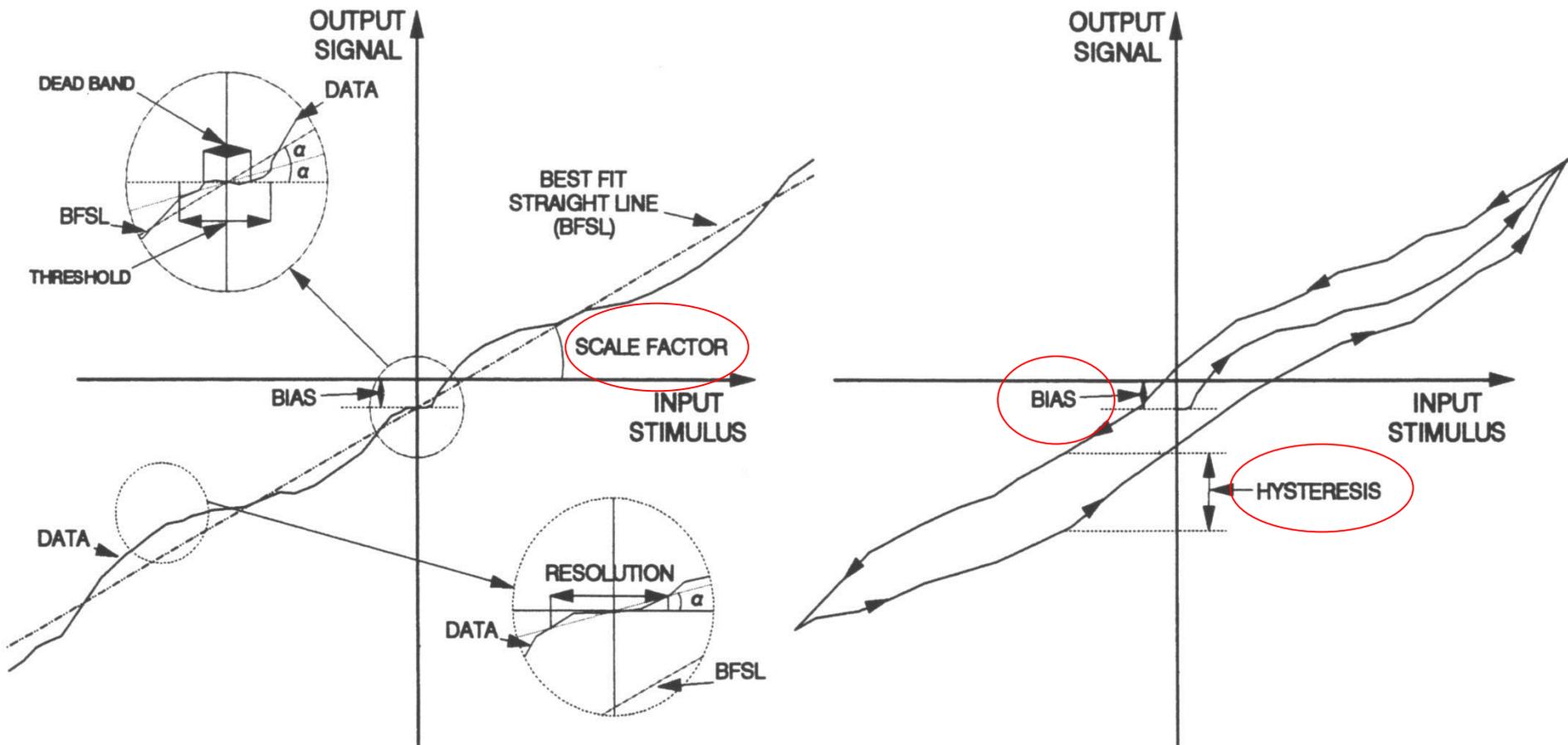


- **Tendência (*bias*):** erro sistemático em toda faixa de trabalho;
- **Deriva (*drift*):** taxa na qual o erro de um sensor se acumula no tempo



VIM 2012: dispositivos de medição

Histerese: tendência dos componentes do sensor em manter seu estado de perturbação, mesmo após o fim da excitação.



a. Without significant hysteresis effects.

b. With significant hysteresis effects.



VIM 2012: dispositivos de medição

Características típicas de desempenho de acelerômetros pendulares e girômetros mecânicos de um grau de liberdade

Acelerômetro Pendular (<i>Force-Rebalance</i>)	
Faixa de trabalho	$\pm 100g$
Freq. de operação	até 400 Hz
Estabilidade do fator de escala	0,1%
<i>Bias</i> fixo	0,1-10 mg

Girômetro mecânico (<i>rate integrating</i>)	
Faixa de trabalho	até 400°/seg
Freq. de operação	até 60 Hz
Estabilidade do fator de escala	até 400 ppm/°C
Deriva (<i>drift</i>) fixa	0,05-10°/hora
<i>Drift</i> dependente acel.	1-10°/hora/g