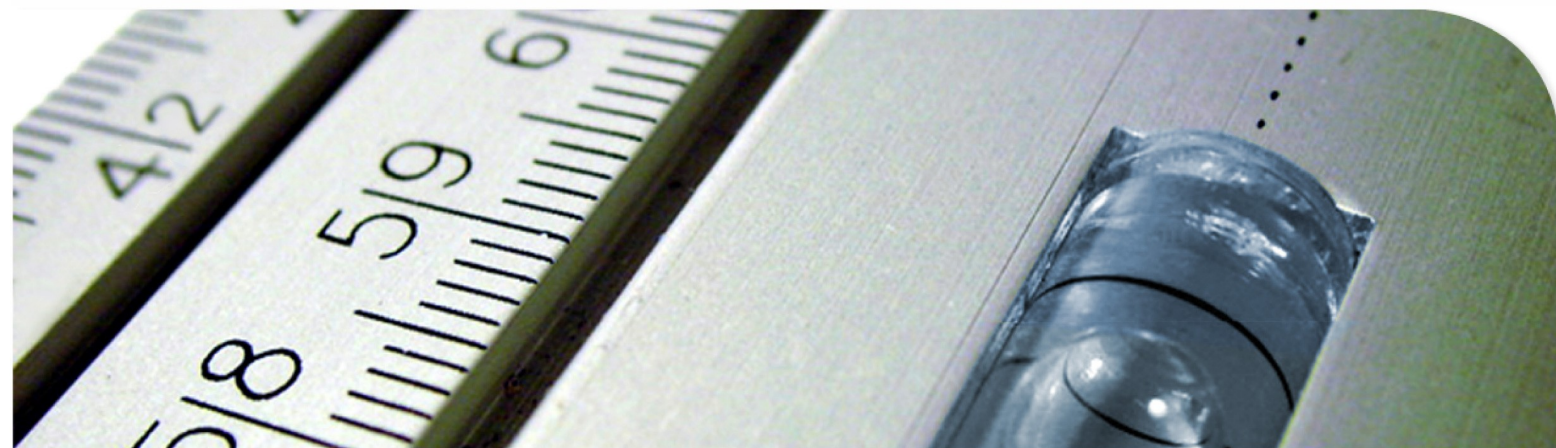




Fundamentos da Metrologia



Realização



Apoio



ASSOCIAÇÃO
BRASILEIRA
DE NORMAS
TÉCNICAS



Ministério da
Ciência e Tecnologia



Sumário

1ª Aula	5
A. Conversando.....	6
B. Objetivos da aula.....	7
C. Introdução e histórico.....	8
D. A Metrologia.....	9
E. O Sistema Internacional de Unidades - SI.....	10
F. Mensurando.....	12
G. Ensaio - I.....	13
H. Ensaio - II.....	15
I. Mensurando e grandeza de influência.....	17
J. Resultado de uma medição - I.....	19
K. Resultado de uma medição - II.....	20
L. Exatidão e repetitividade.....	21
M. Reprodutibilidade - I.....	24
N. Reprodutibilidade - II.....	27
O. Precisão.....	29
P. Variabilidade - I.....	30
Q. Variabilidade - II.....	31
R. Incerteza de medição - I.....	38
S. Incerteza de medição - II.....	40
T. Erro de medição.....	41
U. Erro sistemático e erro aleatório.....	42
Encerramento	44
Notas	45
2ª Aula	47
A. Conversando.....	48
B. Objetivos da aula.....	49
C. Introdução.....	50
D. Instrumentos de medição.....	53
E. Instrumento de medição analógico e digital - I.....	55
F. Instrumento de medição analógico e digital - II.....	57
G. Escala de medição.....	59
H. Estabilidade.....	61
I. Estabilidade - II.....	64
J. Deriva.....	68
K. Exatidão e erro de um instrumento de medição.....	70
L. Tendência de um instrumento de medição.....	71
M. Padrões.....	74
N. Padrão internacional x padrão nacional - I.....	76
O. Padrão internacional x Padrão nacional - II.....	78
P. Padrão primário x padrão secundário.....	81
Q. Padrão de referência e padrão de trabalho.....	83
R. Rastreabilidade - I.....	84
S. Rastreabilidade - II.....	85
T. Calibração verificação.....	86

U. Exemplos.....	87
V. Material de referência.....	90
W. Material de referência - II.....	91
Inmetro: Metrologia no Brasil - I.....	93
X. O Inmetro: Metrologia no Brasil - II.....	94
Y. Inmetro: Metrologia científica e industrial.....	96
Z. Inmetro: Metrologia legal.....	98
AA. Inmetro: Acreditação.....	99
AB. Inmetro: Avaliação da conformidade - I.....	101
AC. Inmetro: Avaliação da conformidade - II.....	102
AD. Encerramento da aula.....	103
Encerramento do curso	104
Notas	105
Bibliografia	107

1ª Aula

Conversando	6
Objetivos da aula	7
Introdução e histórico	8
A Metrologia	9
O Sistema Internacional de Unidades - SI	10
Mensurando	12
Ensaio - I	13
Ensaio - II	15
Mensurando e grandeza de influência	17
Resultado de uma medição - I	19
Resultado de uma medição - II	20
Exatidão e repetitividade	21
Reprodutibilidade - I	24
Reprodutibilidade - II	27
Precisão	29
Variabilidade - I	30
Variabilidade - II	31
Incerteza de medição - I	38
Incerteza de medição - II	40
Erro de medição	41
Erro sistemático e erro aleatório	42

A. Conversando

Estimado Aluno, seja muito bem vindo a primeira aula de Fundamentos da Metrologia!

Estaremos abordando diversos conceitos ligados às medições, desde como começaram as medições do mundo, o que é o Sistema Internacional de Unidades, as incertezas de medição, os ensaios, como funciona a lógica da Metrologia no mundo.

Não tenho dúvidas de que será muito proveitoso o aprendizado. Os conceitos não são complicados, o aprendizado é facilitado por exercícios e é bastante didático. Você acabará se divertindo fazendo o curso.

Não esqueça da atividade semanal, sempre realizada ao final do treinamento, onde você deve discutir os assuntos no fórum e trocar idéias com o tutor.

Então, desejo a todos um ótimo curso e um grande aprendizado.

B. Objetivos da aula

Ao final desta aula, você deverá ser capaz de:

- Objetivo 1: descrever as diferenças entre repetitividade e reprodutibilidade.
- Objetivo 2: listar duas vantagens em se utilizar cálculos de incerteza de medição.
- Objetivo 3: diferenciar erro aleatório e erro sistemático.
- Objetivo 4: relacionar os símbolos do SI com suas grandezas.

ATIVIDADE	OBJETIVO 1	OBJETIVO 2	OBJETIVO 3	OBJETIVO 4
1				✓
2	✓	✓	✓	
3	✓			
4	✓			
5		✓	✓	
6		✓		
7			✓	
8	✓			
9	✓		✓	

Figura 1: Objetivos da aula

As atividades que permitem atingir os objetivos listados acima estão no ambiente virtual de aprendizagem, de acordo com a Figura 1. Lembre-se de fazê-las ao longo dessa semana.

C. Introdução e histórico

A grande diversidade de unidades usadas nas trocas e no comércio de mercadorias entre os povos trouxe a necessidade de se estabelecer unidades de medida.

O homem descobriu, logo cedo, que sua habilidade para **apenas** medir não era suficiente. Para sua medição ter sentido, ela teria de concordar com as medições de outros homens.

O faraó *Khufu* foi o primeiro a decretar que uma unidade padrão de comprimento deveria ser fixada. O padrão escolhido foi feito de granito preto e foi chamado de "Cúbito Real Egípcio". Seu comprimento era equivalente à soma dos comprimentos da mão e do antebraço do faraó (ver figura 2).



Figura 2: Primeira aplicação da lógica de padrão de medição

D. A Metrologia

A Metrologia tem origem na palavra grega *metron*, que significa medida, e *logos*, que significa ciência. Desta maneira, é a ciência das medidas e das medições. Veja, na figura a seguir, o que disseram Lord Kelvin (criador da escala de temperatura Kelvin) e o físico americano F.K. Richtmyer.



Figura 3: A preocupação em "medir" não é recente e a Metrologia tem importância há muitos anos

E. O Sistema Internacional de Unidades - SI

Quais são suas grandezas metrológicas de base?

Em 1875 houve, em Paris, a Conferência Diplomática do Metro, onde 18 países assinaram a Convenção Internacional do Metro e foi criado o *Bureau* Internacional de Pesos e Medidas - BIPM.

Esta convenção foi modificada em 1921, sendo que em 1960, o sistema foi revisado e simplificado, passando a se chamar Sistema Internacional de Unidades - SI.

O SI é baseado nas sete unidades de base da tabela da página a seguir:

Grandeza	Unidade SI	
	Nome	Símbolo
Comprimento	metro	m
Massa	quilograma	kg
Tempo	segundo	s
Corrente Elétrica	ampère	A
Temperatura Termodinâmica	kelvin	K
Quantidade de Matéria	mol	mol
Intensidade Luminosa	candela	cd

Metro: é o comprimento do trajeto percorrido pela luz no vácuo, durante um intervalo de tempo de 1/299 792 458 de segundo.

Quilograma: o kg é a última grandeza de base do SI que ainda é definida por um artefato material. O protótipo internacional é conservado com suas seis cópias oficiais no BIPM. Em adição às seis cópias, o BIPM fabricou outras para serem utilizadas como protótipos de 1 kg nacionais. O BIPM já produziu mais de 80 protótipos de 1 kg. O Brasil possui, no INMETRO, o protótipo número 66.

Segundo: é a duração de 9 192 631 770 períodos da radiação correspondente à transição entre os dois níveis hiperfinos do estado fundamental do átomo de césio 133. BIPM salienta que essa definição refere-se a um ambiente de temperatura termodinâmica de 0 K.

Ampère: unidade de corrente como sendo a corrente elétrica invariável que, mantida em dois condutores retilíneos, paralelos, de comprimento infinito e de área de seção transversal desprezível, situados no vácuo, a um metro de distância um do outro, produz entre esses condutores uma força igual a 2×10^{-7} Newton por metro de comprimento desses condutores.

Kelvin: é fração 1/273,16 da temperatura termodinâmica do ponto triplo da água.

Mol: é a quantidade de matéria de um sistema que contém tantas entidades elementares quantos são os átomos contidos em 0,012 kg de carbono 12.

Candela: intensidade luminosa, numa direção dada, de uma fonte que emite uma radiação monocromática de frequência 540×10^{12} hertz e cuja intensidade energética naquela direção é 1/683 watt por éster-radiano.

Figura 4: Unidades do SI e suas definições

F. Mensurando

Agora que você já conhece as unidades base do SI vai ficar fácil entender o que é um mensurando. Observe a definição abaixo:



Conceito

"Mensurando: objeto da medição ou grandeza específica submetida à medição. É importante lembrar que a especificação de um mensurando pode requerer informações de outras grandezas como tempo, temperatura ou pressão." ¹

Na figura a seguir: pressão de vapor de uma amostra específica de água a 120°C.



Figura 5: Pressão de vapor de uma amostra específica de água

Consulte o Vocabulário Internacional de Metrologia – VIM, disponíveis em:

<http://www.inmetro.gov.br/infotec/publicacoes/vim.pdf>

G. Ensaio - I

As indústrias e os laboratórios necessitam fazer ensaios, ou seja, avaliar um determinado mensurando (que pode ser uma peça, um equipamento, uma amostra, etc.) e quantificar a unidade que se deseja avaliar (o resultado da medição), através de um determinado método de medida.

- Veja o exemplo das figuras a seguir:

1. Em uma indústria temos uma determinada peça (um parafuso) que iremos avaliar através de um método de medida com um equipamento de medição (um paquímetro, por exemplo) e quantificar o seu comprimento em metros.



Figura 6: Valor da peça medida pelo técnico



Figura 7: Conclusão do técnico

H. Ensaio - II

- Veja outro exemplo nas figuras a seguir:

2. Um técnico coletando uma amostra de sangue de um paciente para medição da concentração de hemoglobina no sangue.

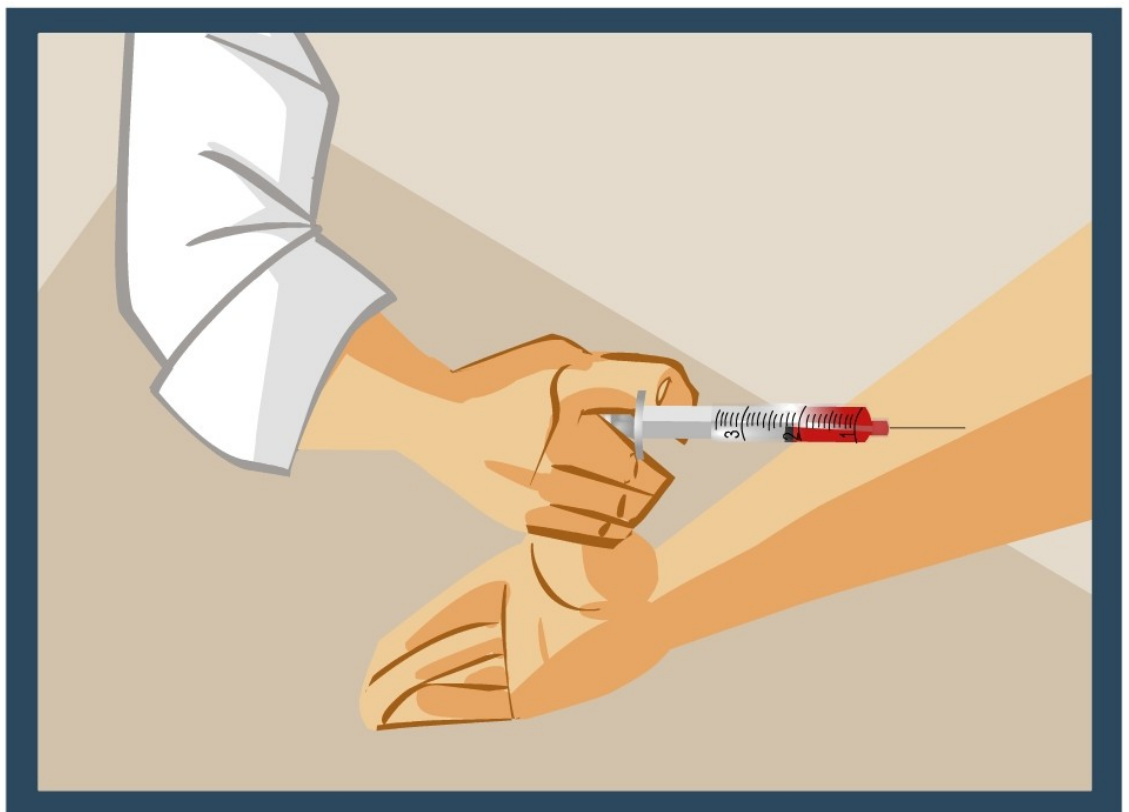


Figura 8: Coleta de sangue feita pelo laboratorista



Figura 9: Laboratorista mede concentração de hemoglobina no sangue do paciente

I. Mensurando e grandeza de influência



Atenção

Não esqueça que o mensurando, ou seja, a grandeza que está sendo avaliada, pode sofrer influência de outras grandezas que não são o foco da medição!



Conceito

"Grandeza de influência: grandeza que não é o mensurando, mas pode afetar o resultado deste."

Observação: no caso apresentado da medição do **comprimento de uma peça com o paquímetro**, a temperatura do instrumento poderia influenciar no resultado de medição (pois poderia causar uma dilatação no metal do paquímetro, alterando o resultado). Veja o exemplo nas figuras a seguir:



Figura 10: Temperatura alta no ambiente onde será feita a medição

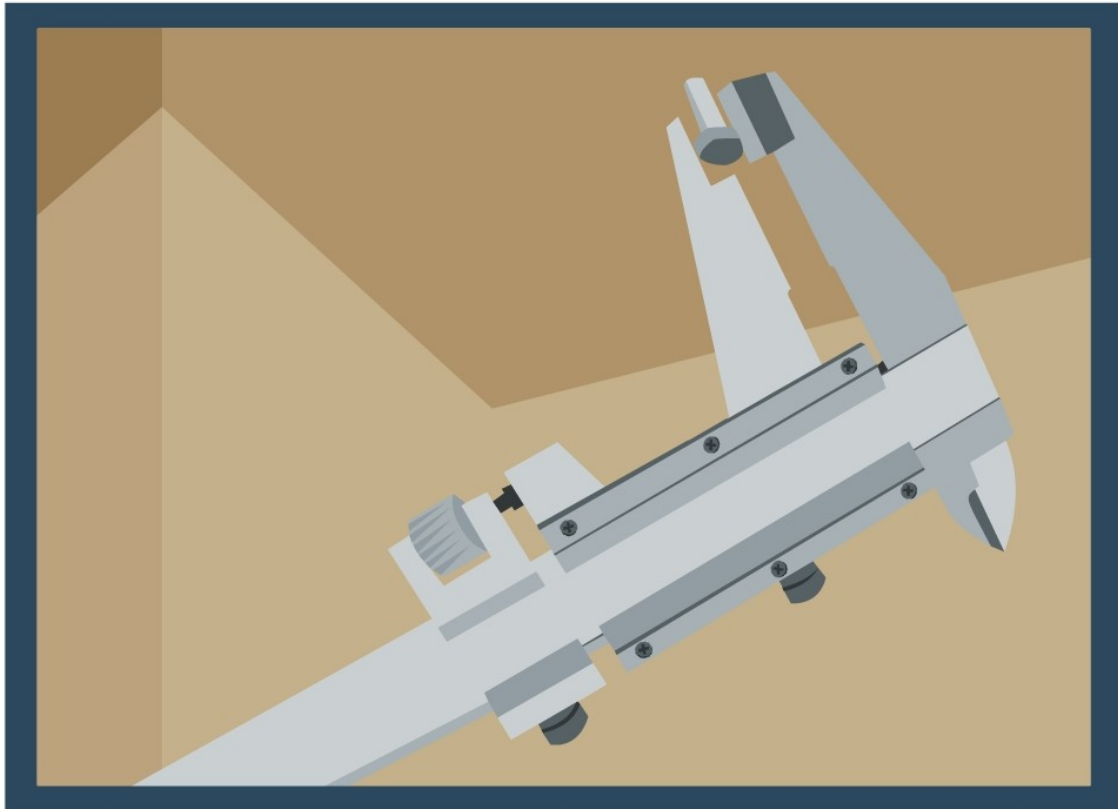


Figura 11: Medição de uma peça com o paquímetro



Figura 12: A temperatura do ambiente é um fator que pode influenciar no resultado da medição

J. Resultado de uma medição - I

Ainda existem mais detalhes que se atribuem ao resultado de uma medição de um mensurando, ou seja, em relação à **grandeza que se está medindo**.

O resultado de uma medição é o valor atribuído a um mensurando obtido por medição.

Este resultado deve ser claro e vir acompanhado de algumas características, como:

a) A indicação do resultado (valor de uma grandeza fornecido por um instrumento de medição - normalmente associado ao sinal da medição, que pode ser positivo ou negativo).

b) Resultado não corrigido (resultado da medição **antes** de se corrigir o erro sistemático).

c) Resultado corrigido (resultado da medição **depois** de se corrigir o erro sistemático).

É importante lembrar que a expressão completa do resultado de uma medição deve incluir informações sobre a incerteza de medição, conceito que será apresentado neste curso.

K. Resultado de uma medição - II



Reflexão

Perceba que medir não é tão simples como parecia antes!

Existem diversos fatores que devem ser considerados no resultado de uma medição.

Perceba que um resultado de medição não é somente um número, mas sim uma série de informações que são importantes para uma correta interpretação sobre um resultado que pode estar relacionado ao desempenho de um processo produtivo, a um ensaio de laboratório, a uma calibração de um instrumento, entre outros! Veja a figura a seguir:



Figura 13: Vários fatores podem interferir no resultado de uma medição

L. Exatidão e repetitividade

Quando falamos em medições, existem outros fatores que devem ser considerados, como a exatidão e a repetitividade.

Exatidão está ligada ao grau de concordância de uma série de medidas com o valor verdadeiro de uma grandeza (um padrão conhecido, por exemplo). ³

Repetitividade está ligada ao grau de concordância de diversas medidas de um mesmo mensurando (nas mesmas condições de medidas). ⁴

Veja o exemplo a seguir:



Figura 14: Grupo de atletas numa competição de tiro ao alvo



Figura 15: Conclusão do juiz sobre o atleta A



Figura 16: Conclusão do juiz sobre os tiros do atleta B



Figura 17: Conclusão do juiz sobre o atleta C



Figura 18: Conclusão do juiz sobre os tiros do atleta C

M. Reprodutibilidade - I

Também é importante conhecer o significado da reprodutibilidade de um resultado de uma medição.

A **reprodutibilidade** é o grau de concordância entre os resultados das medições de um mesmo mensurando efetuadas sob condições variadas de medição. Estas condições variadas podem ser: o analista (pessoa que está efetuando a medição), o equipamento que está sendo usado, o método de medição, as condições ambientais, entre outras.⁵

A **medida reprodutível** é aquela que, mesmo alterando uma condição de medição, não possui mudanças significativas.

Vejam um exemplo ainda no nosso campeonato de tiro ao alvo! Imagine que dois atiradores foram treinados pelo mesmo instrutor, estão utilizando a mesma arma e estão atirando durante a mesma manhã.

Veja a seguir o desempenho dos atiradores.

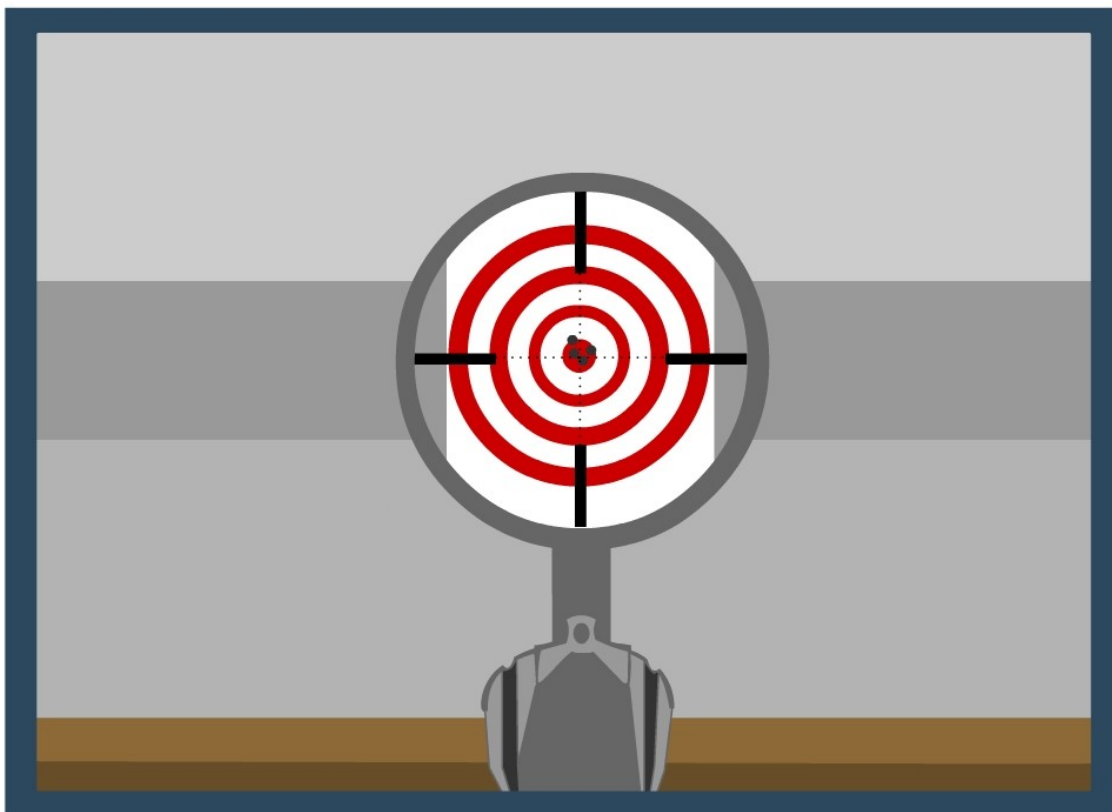


Figura 19: Marcação dos tiros do atirador 1

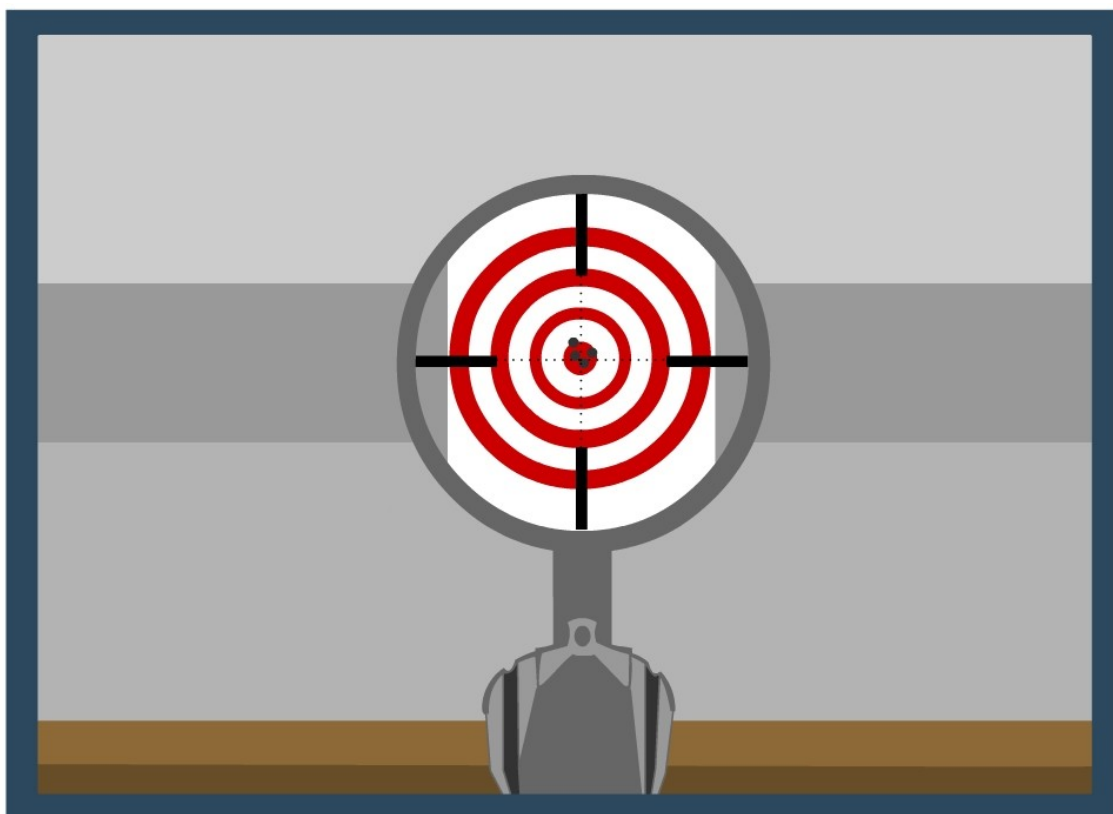


Figura 20: Marcação dos tiros do atirador 2



Figura 21: Comparação do desempenho dos dois atiradores

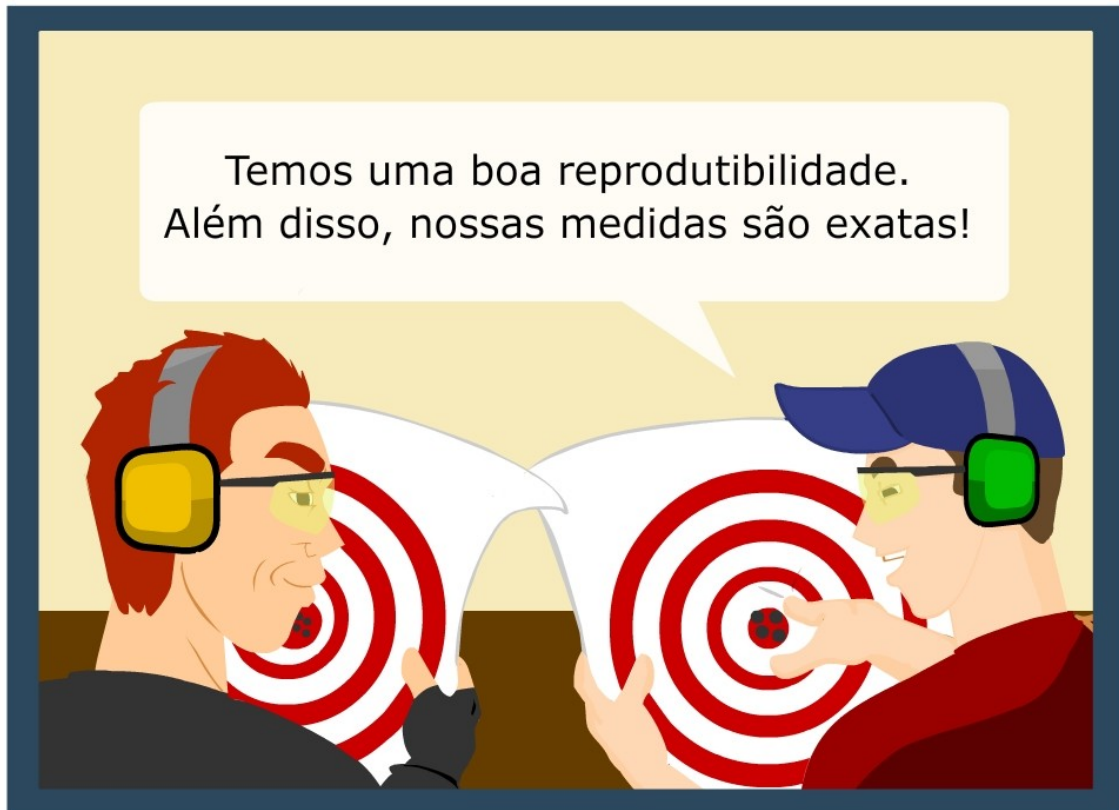


Figura 22: Conclusão dos atiradores sobre seus disparos

N. Reprodutibilidade - II

Perceba que ainda poderíamos ter escolhido outro fator para representar as diferentes condições para verificar se o resultado do processo de medida é reprodutível (possui reprodutibilidade), como por exemplo:

- Ambientes com temperaturas diferentes.
- Diferentes equipamentos de ensaio.
- Diferentes métodos de medidas.
- Diferentes normas para um mesmo ensaio ou calibração.
- Entre outros.



Atenção

Não confunda o conceito de repetitividade com reprodutibilidade! A **repe** está ligada ao grau de concordância de resultados sobre as **mesmas** condições de medida, ou seja, todos os fatores citados acima devem ser sempre os mesmos, por exemplo. Já a **repro** está relacionada à concordância dos resultados em diferentes situações de medida, onde teremos fatores que podem influenciar os resultados variando (como os diferentes atiradores da tela anterior).

Conforme a figura a seguir: dois analistas e dois equipamentos diferentes podem ser os fatores variáveis na avaliação da reprodutibilidade.



Figura 23: Fatores que podem ser as condições de medidas variadas

0. Precisão

É importante destacar que existe outro conceito importante relacionado ao resultado de uma medição. Este conceito está relacionado com a **precisão de uma medida**.



Conceito

"A precisão é a concordância de diversos resultados de medição no mesmo objeto ou em objetos similares sobre condições de medidas específicas. A precisão pode ser usada para definir a repetitividade e a reprodutibilidade de uma série de medidas." ⁶

Percebe-se que medidas precisas têm boa repetitividade e reprodutibilidade. Normalmente precisão é expressa por medidas de dispersão, como o desvio padrão, variância, o coeficiente de variação, etc.

Nota: A precisão é um termo que voltou para o Vocabulário Internacional da Metrologia - VIM na versão 2008. A versão antiga, da portaria Inmetro nº 29/1995 não tem este conceito.

P. Variabilidade - I

A variabilidade também é uma característica importante em um processo de medição. Não existe nenhuma medida igual à outra. A variabilidade é inerente aos processos produtivos e aos processos de medição.

Uma caneta, por exemplo, nunca é exatamente igual à outra. Sempre existe uma variação associada, nem que seja em algumas casas depois da vírgula! Estas variações nem sempre são perceptíveis. Veja um exemplo na figura a seguir:

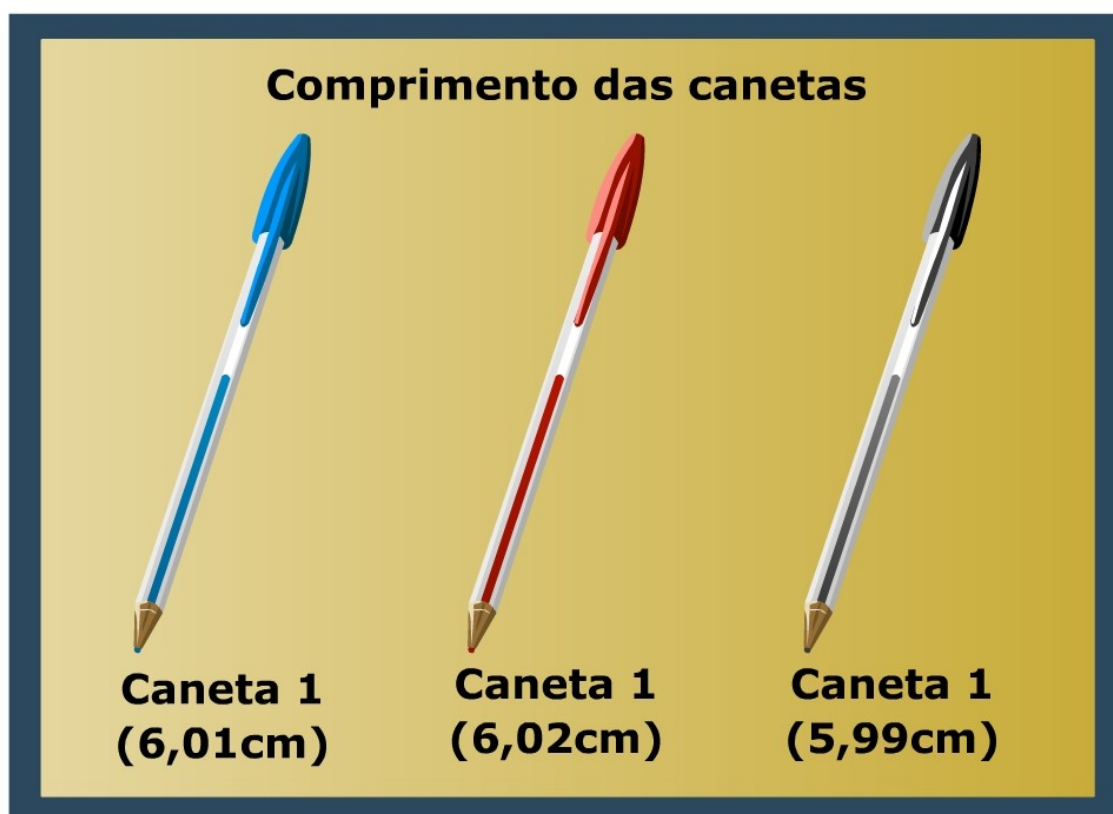


Figura 24: Variabilidade na medição das canetas

A variabilidade deve sempre ser levada em consideração por quem está fazendo uma medida. Quanto menor for a variação de um processo de medida, mais confiáveis são seus resultados.

A medida clássica de variabilidade é o desvio padrão, que é um dos componentes utilizados para calcular a estimativa da incerteza de medição.

Q. Variabilidade - II

Veja exemplos de variabilidade no cotidiano e em um laboratório.

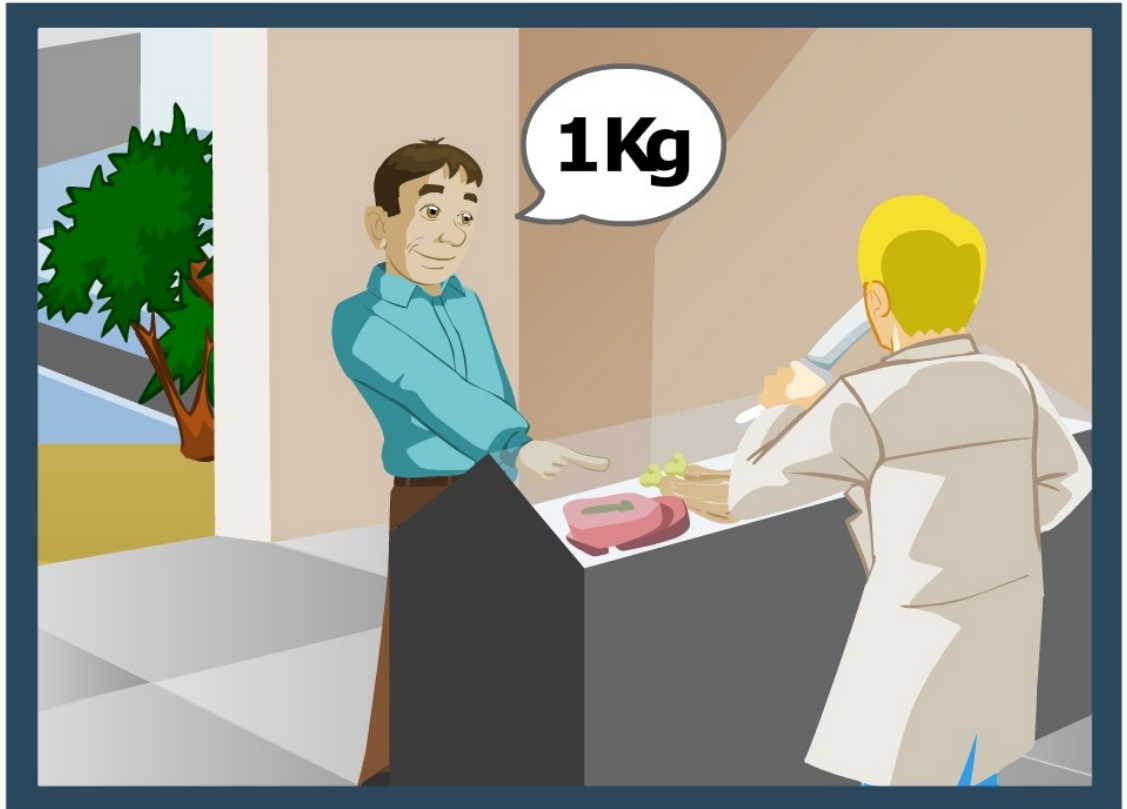


Figura 25: Cliente quer comprar 1 kg de carne



Figura 26: O açougueiro foi a fonte de variabilidade no caso desta medição



Figura 27: Nas medições em laboratório, as medições também são influenciadas por outros fatores

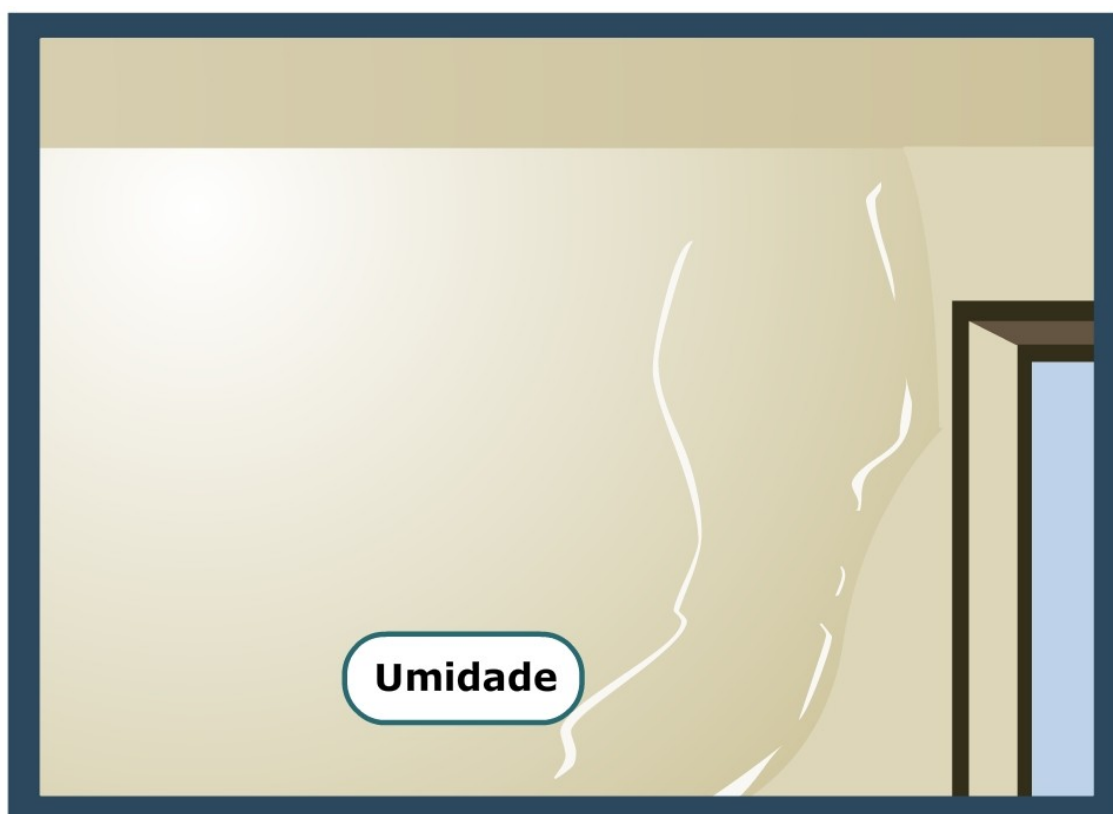


Figura 28: A umidade está entre os principais fatores de influência na medição

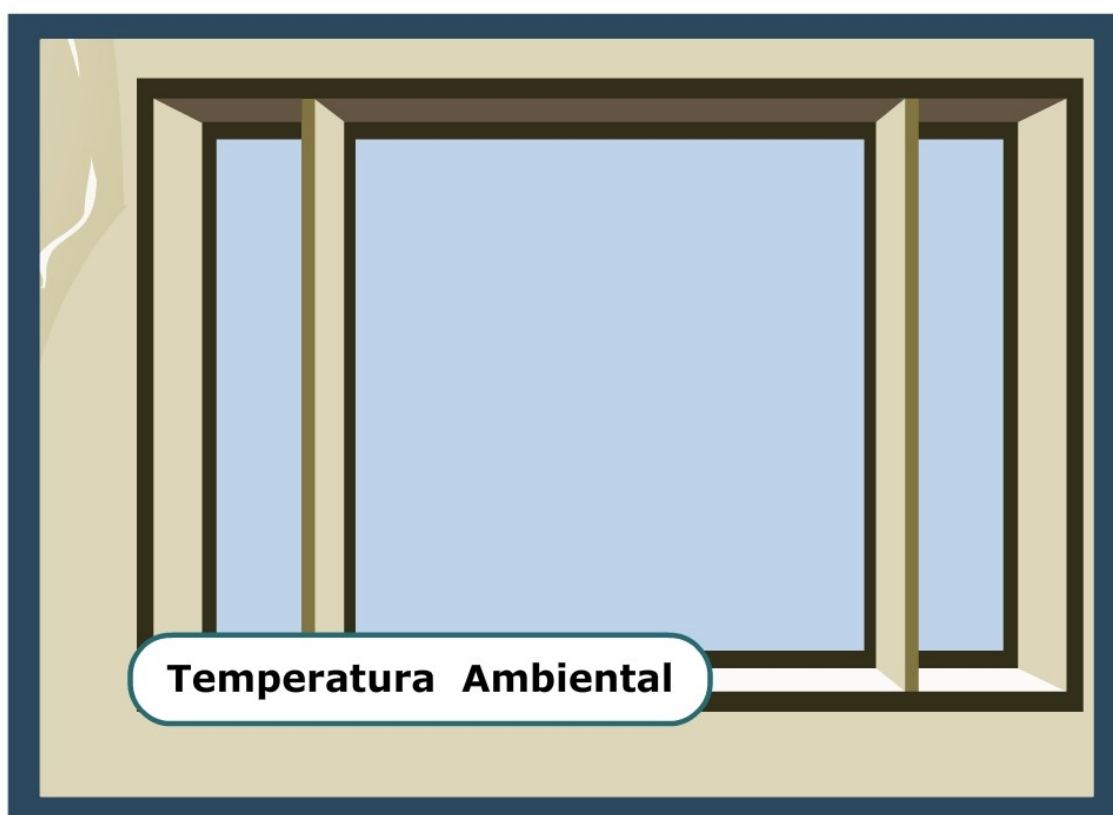


Figura 29: A temperatura ambiente está entre os principais fatores de influência na medição



Figura 30: Os equipamentos estão entre os principais fatores de influência na medição



Figura 31: O desempenho do analista está entre os principais fatores de influência na medição

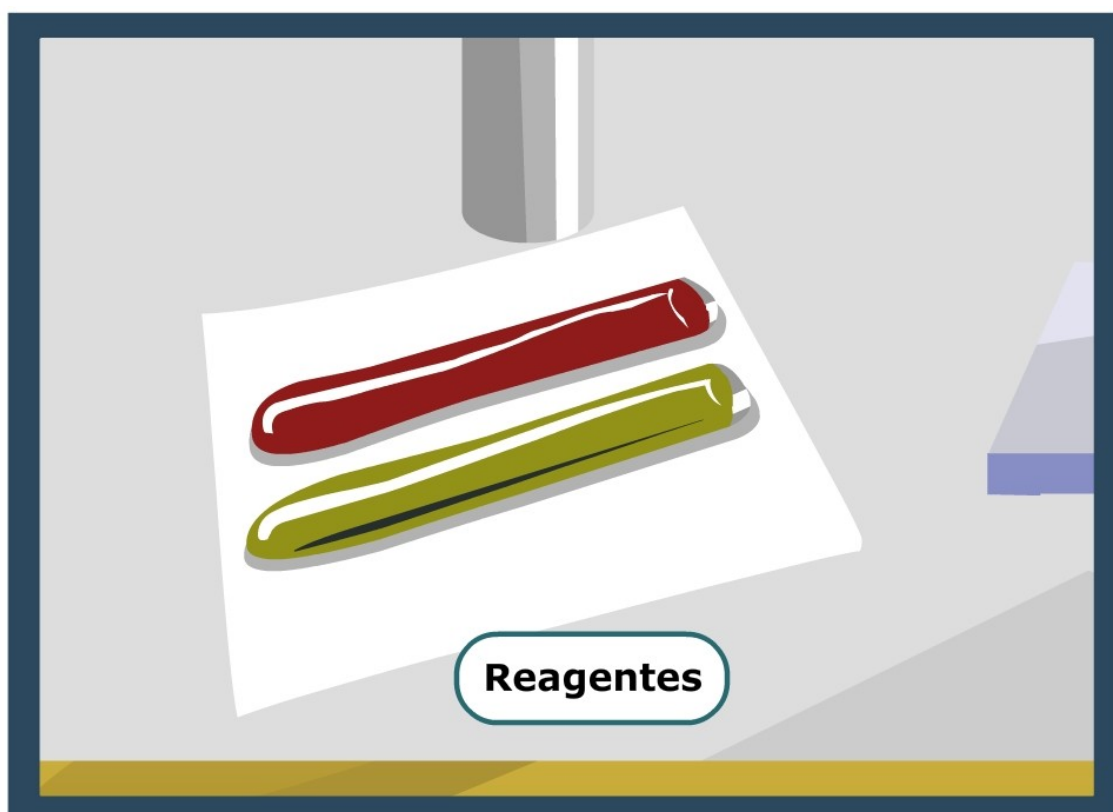


Figura 32: Os reagentes estão entre os principais fatores de influência na medição

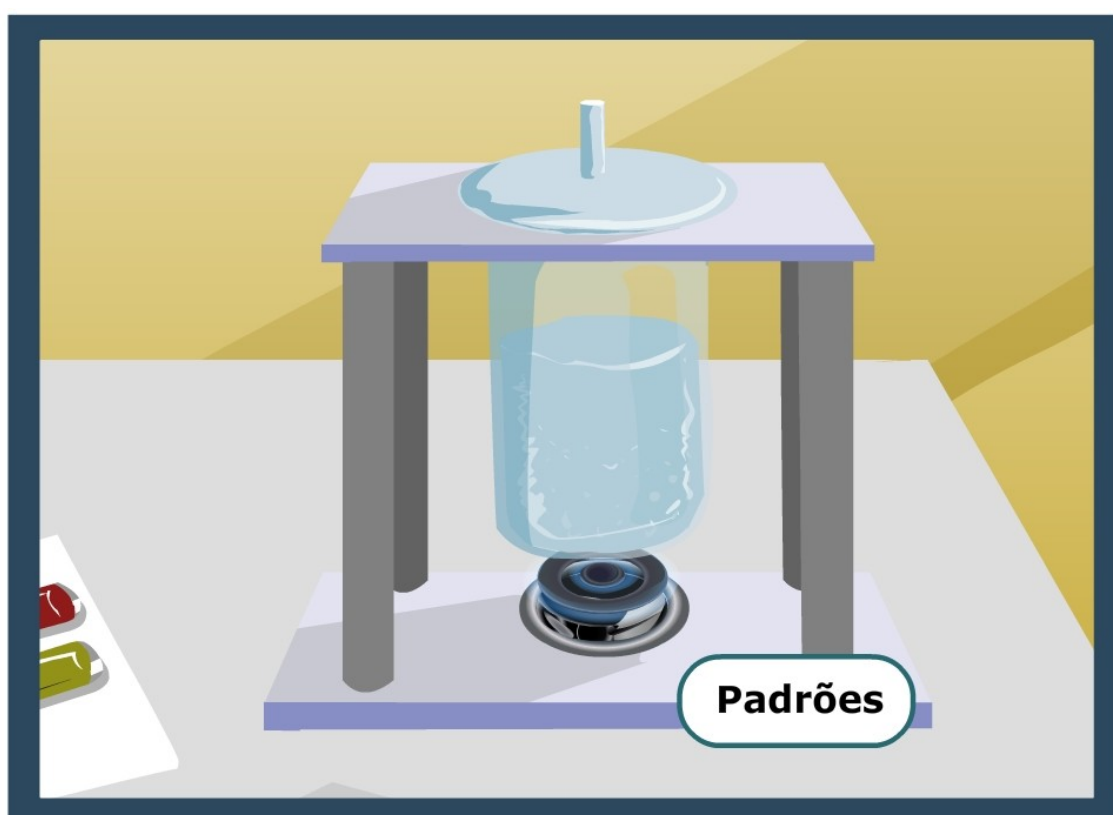


Figura 33: Os padrões estão entre os principais fatores de influência na medição



Figura 34: Os métodos e procedimentos estão entre os principais fatores de influência na medição

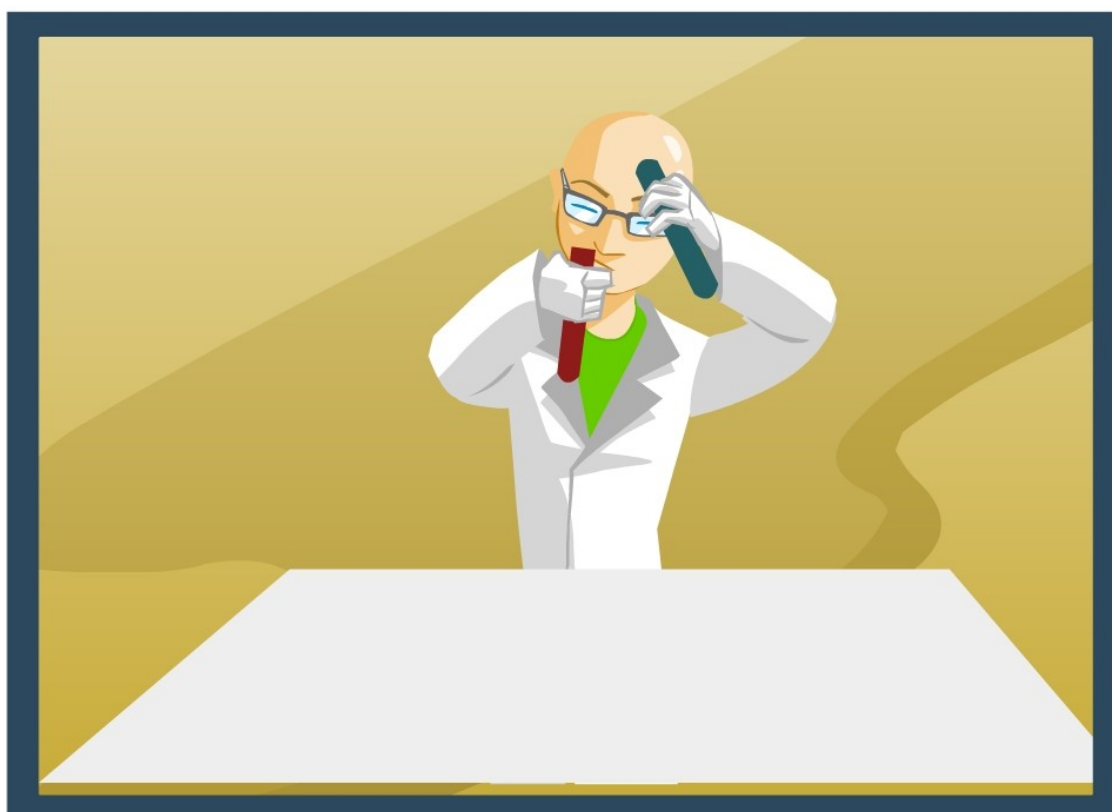


Figura 35: Analista separa amostra para análise



Figura 36: O analista pode errar na identificação da amostra e isso interfere no resultado



Figura 37: O resultado também pode ser influenciado pelos equipamentos que podem apresentar resultados variáveis devido à temperatura

R. Incerteza de medição - I

A incerteza de medição é um parâmetro associado ao resultado de uma medição, que caracteriza a dispersão dos valores que podem ser atribuídos a um mensurando.



Atenção

É importante destacar que não existem medidas sem incerteza! Todas as medições têm uma certa "faixa" de variação, normalmente representada pelos sinais de mais e menos (+ / -), que está associada a sua incerteza. Quanto menor for a incerteza, mais "qualificado" é o resultado da medição.

Além disso, destaca-se que a incerteza vai estar **sempre** presente no resultado de uma medida e que este valor não pode ser corrigido.

Vejamos o exemplo das canetas, analisando o comprimento deste objeto e considerando a incerteza de medição. O resultado da medida de uma caneta, considerando a sua incerteza de medição, deveria ser expresso conforme a figura a seguir:

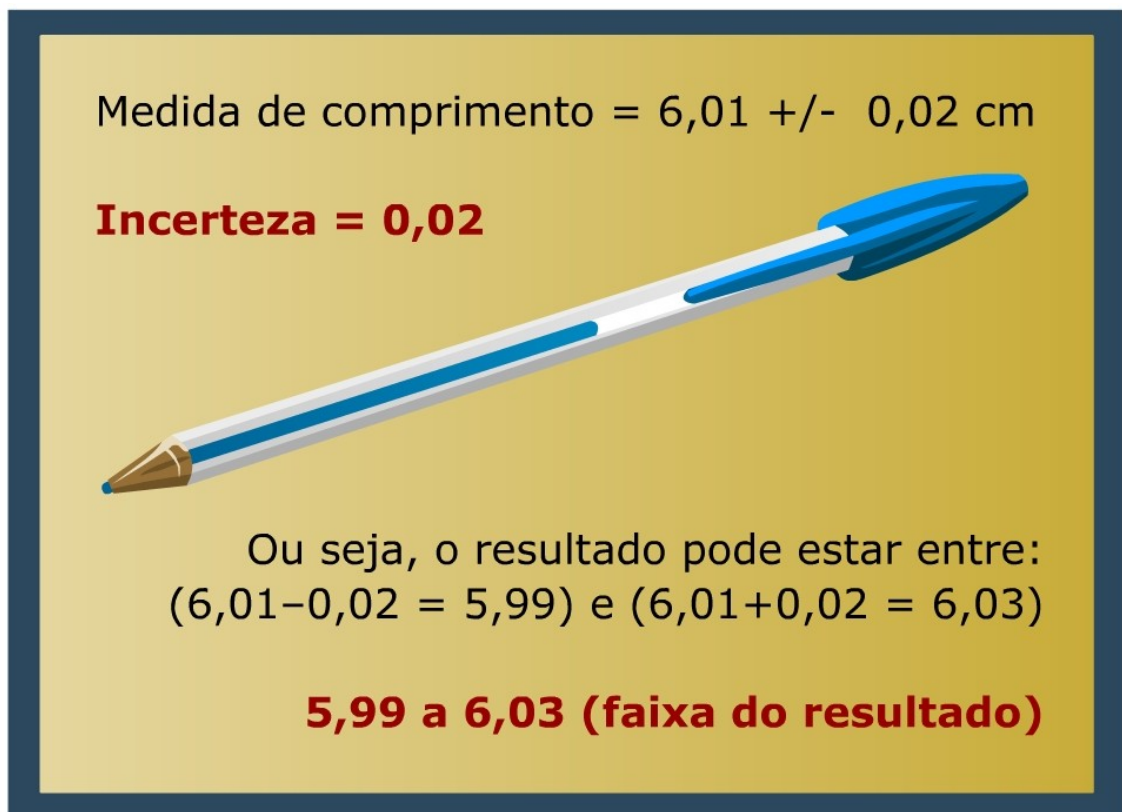


Figura 38: A incerteza deve ser sempre considerada nas medições

Analisando o exemplo acima, percebemos que não temos mais um resultado pontual para o comprimento da caneta. O resultado da medida vem acompanhado pela incerteza de medição.

S. Incerteza de medição - II

Para calcular a incerteza de medição diversos fatores devem ser considerados, tais como:

Desvio padrão experimental de uma série de medições:

- Incerteza da calibração de instrumentos que estão sendo usados.
- Variação de condições ambientais.
- Incerteza de padrões de referência, entre outros.

A combinação de todas as fontes de variação que podem influenciar uma medida compõe a incerteza de medição.



Pesquise

O tema da incerteza de medição é alvo de grandes discussões hoje no âmbito da Metrologia. Para poder participar dessas discussões com mais propriedade, convidamos você a aprofundar seu conhecimento sobre o tema, consultando dois dos guias mais utilizados pelos profissionais da área:

- Na área de calibração: *Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement* - ISO GUM. ⁷
- Área de ensaios: *Quantifying Uncertainty in Analytical Measurement* - Eurachem. ⁸

T. Erro de medição



Conceito

"O erro de medição é o resultado de uma medição menos o valor verdadeiro do mensurando." ⁹

Obs.: O valor verdadeiro normalmente está associado a um valor conhecido de um padrão.

- Vejamos um exemplo:

Resultado de uma medição = 253bar

Valor verdadeiro (padrão) = 250bar

Erro de medição = $253 - 250 = 3\text{bar}$

Resultado de uma medição de comprimento de uma cadeira = 1,4m

Valor verdadeiro (padrão) = 1,5m

Erro de medição = $1,4 - 1,5 = - 0,1\text{m}$

Observe que o sinal **deve** ser considerado na estimativa do erro. Além disso, destaca-se que o erro de medição, quando conhecido, pode ser **corrigido**. Diferente da incerteza que não pode ser corrigida e vai estar sempre presente na medida.

U. Erro sistemático e erro aleatório

No exemplo anterior vimos um tipo de erro que pode ser corrigido. Este erro é chamado de **Erro Sistemático - ES**.

O ES é conceitualmente definido como sendo a média que resultaria de um infinito número de medições do mesmo mensurando, efetuadas sob condições de repetitividade (ou seja, sob as mesmas condições de medição), menos o valor verdadeiro do mensurando.¹⁰

Além do ES, também existe o **Erro Aleatório - EA**.

O EA é conceitualmente definido como sendo o resultado de uma medição menos a média que resultaria de um infinito número de medições do mesmo mensurando efetuadas sob condições de repetitividade. Este tipo de erro não pode ser facilmente corrigido.¹¹

Ainda, é importante destacar que o **erro** de uma medição é composto pelo erro aleatório mais o erro sistemático.

Veja, na figura a seguir, o exemplo dos tiros ao alvo novamente. Imagine que os tiros são as medidas e o alvo é o valor verdadeiro do mensurando.



Figura 39: Exemplo de erro sistemático + erro aleatório

Encerramento



Notas

1

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL. *Vocabulário internacional de termos fundamentais e gerais de metrologia*: portaria Inmetro n. 29 de 1995. Inmetro/Senai – Departamento Nacional. 5 ed. Rio de Janeiro: Senai, 2007. p. 24.

2

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL. *Vocabulário internacional de termos fundamentais e gerais de metrologia*: portaria Inmetro n. 29 de 1995. Inmetro/Senai – Departamento Nacional. 5 ed. Rio de Janeiro: Senai, 2007. p. 28.

3

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL. *Vocabulário internacional de termos fundamentais e gerais de metrologia*: portaria Inmetro n. 29 de 1995. Inmetro/Senai – Departamento Nacional. 5 ed. Rio de Janeiro: Senai, 2007. p. 29.

4

BUREAU INTERNATIONAL DES POIDS ET MEASURE. *International Vocabulary of Metrology*: basic and general concepts and associated terms. 3. ed. França: JOCGM, 2008.

5

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS; INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL. *Guia para a Expressão da Incerteza de Medição*. 3 ed. Rio de Janeiro. ABNT/Inmetro, 2003. 120 p.

6

QUANTIFYING UNCERTAINTY IN ANALYTICAL MEASUREMENT. *Eurach-em/Cetac*. 2 ed. Disponível em: <www.measurementuncertainty.org> Acesso em: 20 jan. 2009.

7

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL. *Vocabulário internacional de termos fundamentais e gerais de metrologia*: portaria Inmetro n. 29 de 1995. Inmetro/Senai – Departamento Nacional. 5 ed. Rio de Janeiro: Senai, 2007. p. 31.

- 8** INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL. *Vocabulário internacional de termos fundamentais e gerais de metrologia*: portaria Inmetro n. 29 de 1995. Inmetro/Senai – Departamento Nacional. 5 ed. Rio de Janeiro: Senai, 2007. p. 31.
- 9** INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL. *Vocabulário internacional de termos fundamentais e gerais de metrologia*: portaria Inmetro n. 29 de 1995. Inmetro/Senai – Departamento Nacional. 5 ed. Rio de Janeiro: Senai, 2007. p. 32.
- 10** INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL. *Vocabulário internacional de termos fundamentais e gerais de metrologia*: portaria Inmetro n. 29 de 1995. Inmetro/Senai – Departamento Nacional. 5 ed. Rio de Janeiro: Senai, 2007. p. 31.
- 11** INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL. *Vocabulário internacional de termos fundamentais e gerais de metrologia*: portaria Inmetro n. 29 de 1995. Inmetro/Senai – Departamento Nacional. 5 ed. Rio de Janeiro: Senai, 2007. p. 32.

2ª Aula

Conversando	48
Objetivos da aula	49
Introdução	50
Instrumentos de medição	53
Instrumento de medição analógico e digital - I	55
Instrumento de medição analógico e digital - II	57
Escala de medição	59
Estabilidade	61
Estabilidade - II	64
Deriva	68
Exatidão e erro de um instrumento de medição	70
Tendência de um instrumento de medição	71
Padrões	74
Padrão internacional x padrão nacional - I	76
Padrão internacional x Padrão nacional - II	78
Padrão primário x padrão secundário	81
Padrão de referência e padrão de trabalho	83
Rastreabilidade - I	84
Rastreabilidade - II	85
Calibração verificação	86
Exemplos	87
Material de referência	90
Material de referência - II	91
Inmetro: Metrologia no Brasil - I	93
O Inmetro: Metrologia no Brasil - II	94
Inmetro: Metrologia científica e industrial	96
Inmetro: Metrologia legal	98
Inmetro: Acreditação	99
Inmetro: Avaliação da conformidade - I	101
Inmetro: Avaliação da conformidade - II	102

A. Conversando

Prezado aluno, agora estamos na segunda etapa do curso, a última aula de Fundamentos da Metrologia.

E agora, sem dúvida, você já sabe todos os conceitos ligados à Metrologia que a gente viu na última aula. Parabéns pelo bom desempenho na primeira etapa.

Vamos agora entrar em conceitos um pouco diferentes, ligados à Metrologia.

Vamos falar de rastreabilidade, calibrações, a parte de padrões e materiais de referência, que é uma questão que precisa se desenvolver bastante ainda em nosso país.

Veremos atividades ligadas ao Inmetro. Afinal de contas o que é o Inmetro? O que o Inmetro faz e quais são suas atribuições. Todos esses conceitos nós veremos nessa segunda aula de treinamento. Então, desejo a você um bom curso, uma boa finalização da etapa de treinamento e um grande aprendizado.

B. Objetivos da aula

Ao final desta aula, você deverá ser capaz de:

- Objetivo 1: descrever a diferença entre estabilidade e deriva de um instrumento de medição.
- Objetivo 2: diferenciar o conceito de padrão primário de padrão secundário.
- Objetivo 3: citar dois aspectos que identifiquem a importância da rastreabilidade das medições.
- Objetivo 4: listar as quatro principais atividades do Inmetro no país.
- Objetivo 5: diferenciar resolução de escala.

ATIVIDADE	OBJETIVO 1	OBJETIVO 2	OBJETIVO 3	OBJETIVO 4	OBJETIVO 5
1			✓		
2					✓
3	✓				
4		✓	✓		
5		✓	✓		
6		✓			
7			✓		
8			✓		
9		✓			
10				✓	
11	✓				
12			✓		
13			✓		

Figura 40: Objetivos da aula

As atividades que permitem atingir os objetivos listados acima estão no ambiente virtual de aprendizagem, de acordo com a Figura 40. Lembre-se de fazê-las ao longo dessa semana.

C. Introdução

Vamos abordar os seguintes macro tópicos nesta aula:

1: Instrumentos de medição e suas medidas.



Figura 41: Exemplos de instrumentos de medição

2: Padrões e materiais de referência.



Figura 42: Exemplos de materiais de referência

3: A Metrologia no Brasil e no mundo.



Figura 43: Inmetro e a importância da metrologia para o mundo

D. Instrumentos de medição

Vamos começar nossa aula falando sobre instrumentos de medição.

Os instrumentos de medição são dispositivos utilizados para uma medição, sozinhos ou em conjunto com dispositivo(s) complementar(es). ¹

Percebemos que uma medição pode ser feita com um conjunto de instrumentos. Neste caso, chamamos este sistema de **cadeia de medição**. Neste caso, mais de um instrumento está envolvido na medição.

Ainda, quando falamos de **um conjunto completo de instrumentos de medição e outros equipamentos acoplados** para executar uma medição específica, trata-se de um **sistema de medição**.

As figuras a seguir ilustram o conceito de sistemas de medição.



Figura 44: Medição do diâmetro de uma peça por um sistema de medição



Figura 45: Constatação do técnico sobre seu sistema de medição

E. Instrumento de medição analógico e digital - I

Os instrumentos de medição utilizados podem ser analógicos ou digitais.

Mas afinal de contas, qual a diferença entre estes dois tipos de instrumentos?

Analógico: instrumento de medição no qual o sinal de saída ou a indicação é uma função contínua do mensurando ou do sinal de entrada. Logo abaixo alguns exemplos de instrumentos de medição analógicos. Veja as figuras a seguir:



Figura 46: O multímetro é um exemplo de instrumento de medição analógico



Figura 47: O relógio é exemplo de instrumento de medição analógico

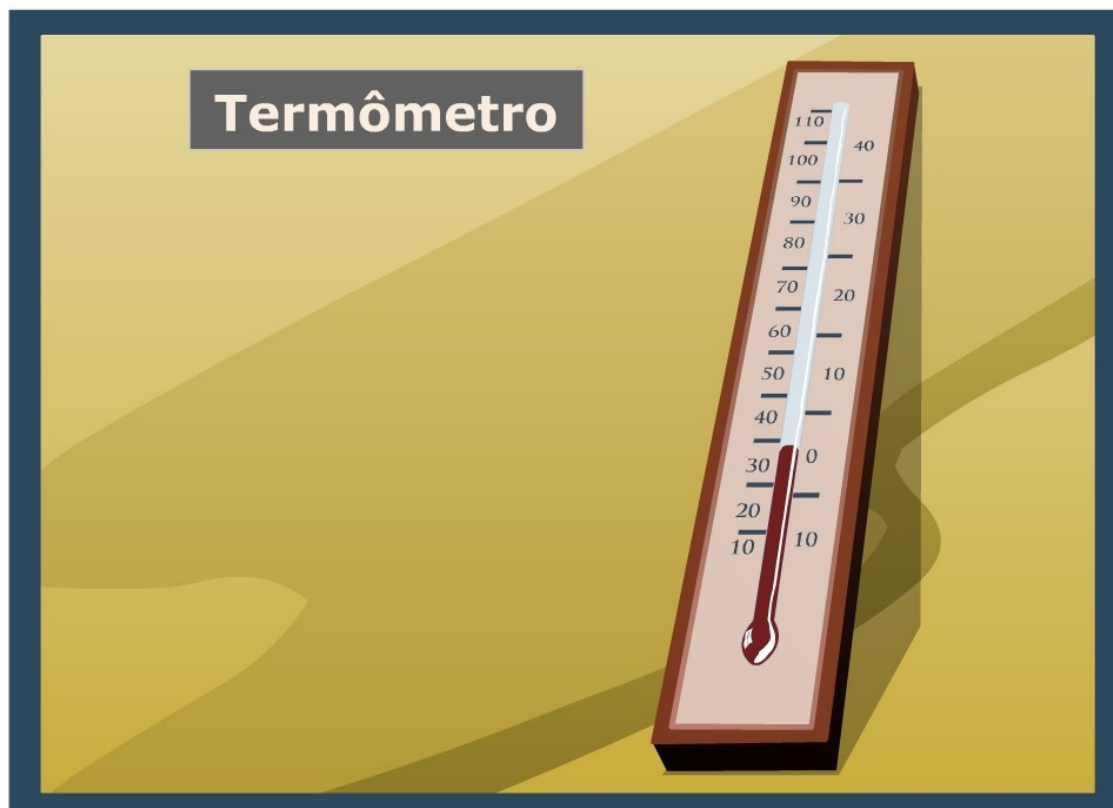


Figura 48: O termômetro é um exemplo de instrumento de medição analógico

F. Instrumento de medição analógico e digital - II

Digital: instrumento de medição que fornece um sinal de saída ou uma indicação em forma digital. Logo abaixo alguns exemplos de instrumentos de medição digitais. Veja as figuras a seguir:



Figura 49: O medidor de resistência é um exemplo de instrumento de medição digital



Figura 50: O higrômetro é um exemplo de instrumento de medição digital

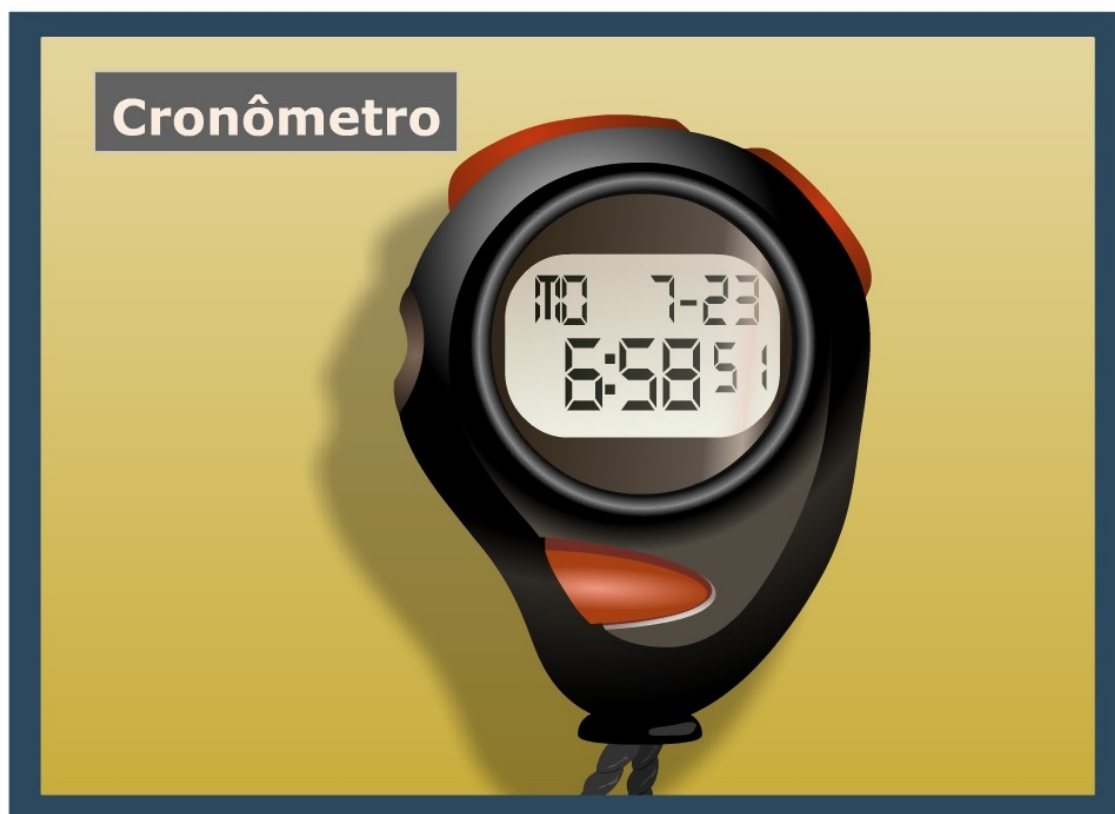


Figura 51: O higrômetro é um exemplo de instrumento de medição digital

G. Escala de medição

Existe outro conceito importante relacionado a instrumentos de medição.

Trata-se da **escala de medição**. Você sabe o que ela significa?

A escala é um conjunto ordenado de marcas, associado a qualquer numeração, que faz parte de um dispositivo mostrador de um instrumento de medição. ²

Observação: cada marca é denominada de marca de escala.



Atenção

Divisão de escala: parte de uma escala compreendida entre duas marcas sucessivas quaisquer.

A **resolução** também é um conceito importante ligado à Metrologia. Mas afinal, o que quer dizer resolução?



Conceito

"Resolução de um dispositivo mostrador é a menor diferença, significativamente percebida, entre divisões de uma escala de um dispositivo de medição." ³

Veja o exemplo da figura a seguir, onde podemos visualizar a escala da régua e sua resolução.

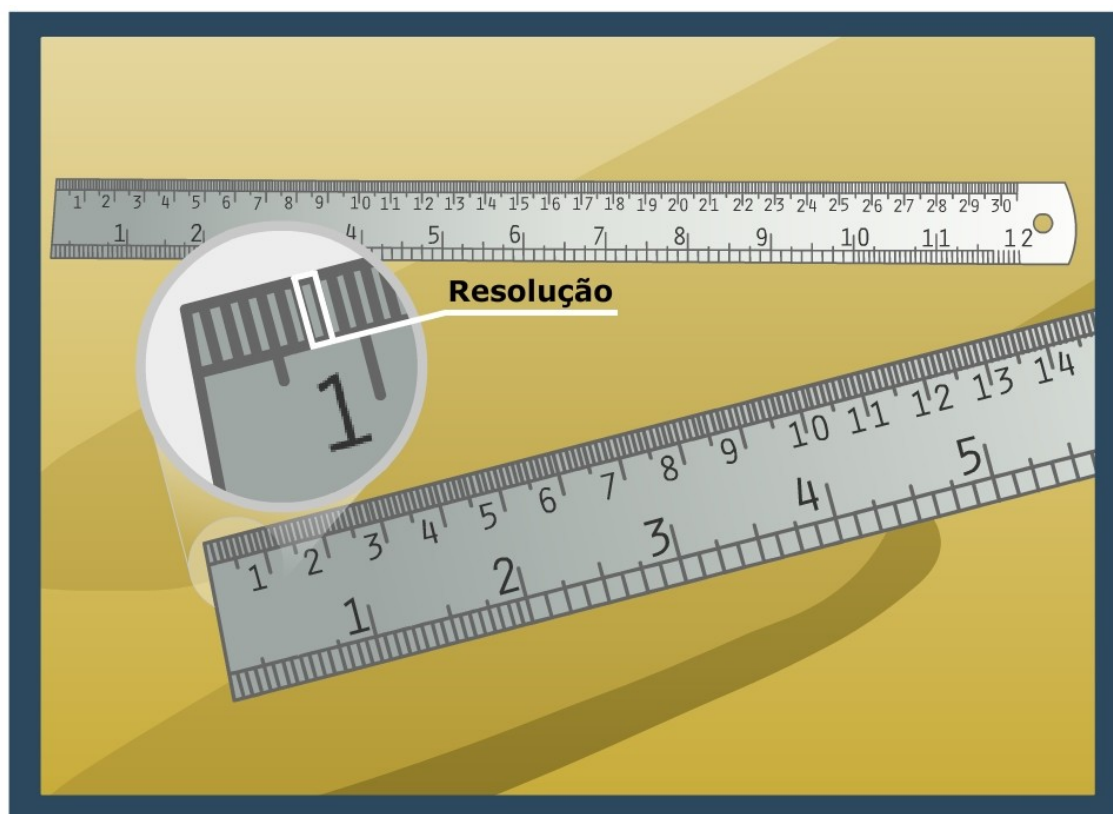


Figura 52: Exemplo de resolução de leitura

H. Estabilidade

Você está indo muito bem! Agora vamos avançar nos demais conceitos, falando sobre a **estabilidade** de um equipamento de medição.

A estabilidade é a aptidão de um instrumento de medição conservar constantes suas características metrológicas ao longo do tempo, ou seja, não apresentar variações significativas.

Observe as figuras a seguir e veja como o erro do instrumento de medição se mantém constante ao longo do tempo, apresentando uma boa estabilidade.



Figura 53: Primeira medição em Janeiro



Figura 54: Erro apresentado

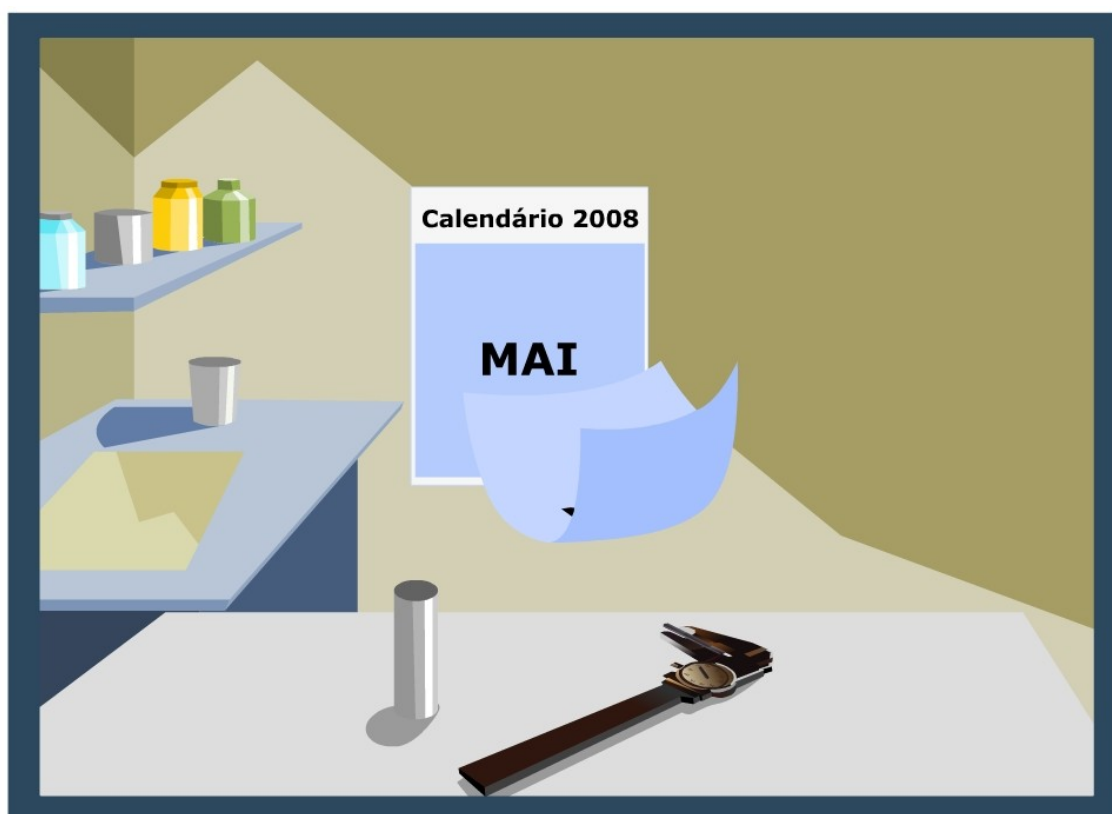


Figura 55: Alguns meses depois...

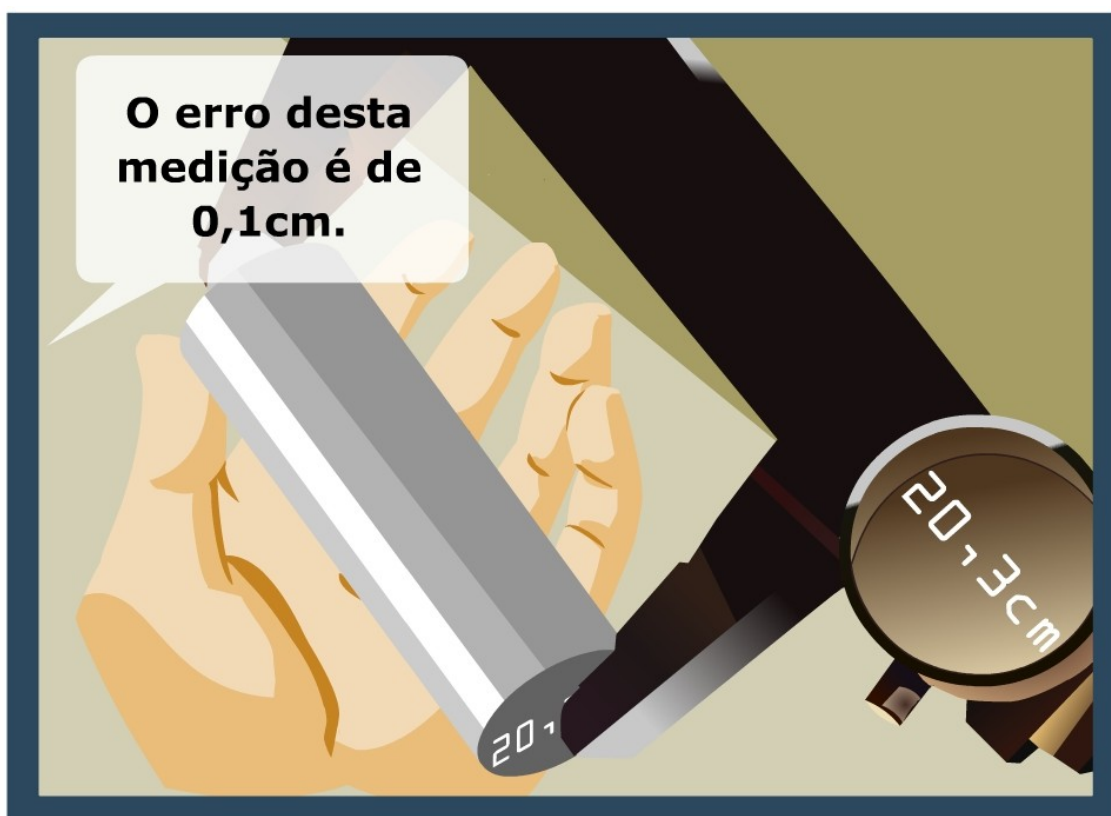


Figura 56: Apresentou o mesmo erro da medição passada



Figura 57: Constatação da laboratorista

I. Estabilidade - II

As figuras a seguir exemplificam o uso da carta de controle.

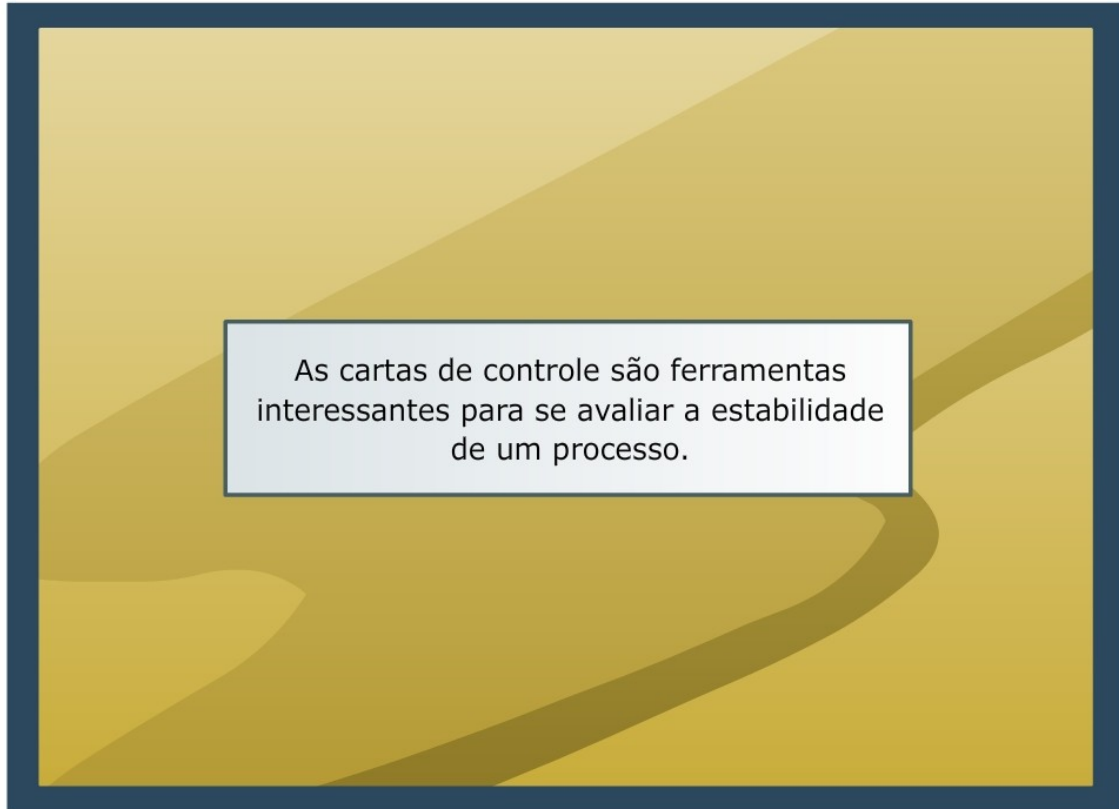


Figura 58: Definição de Cartas de Controle

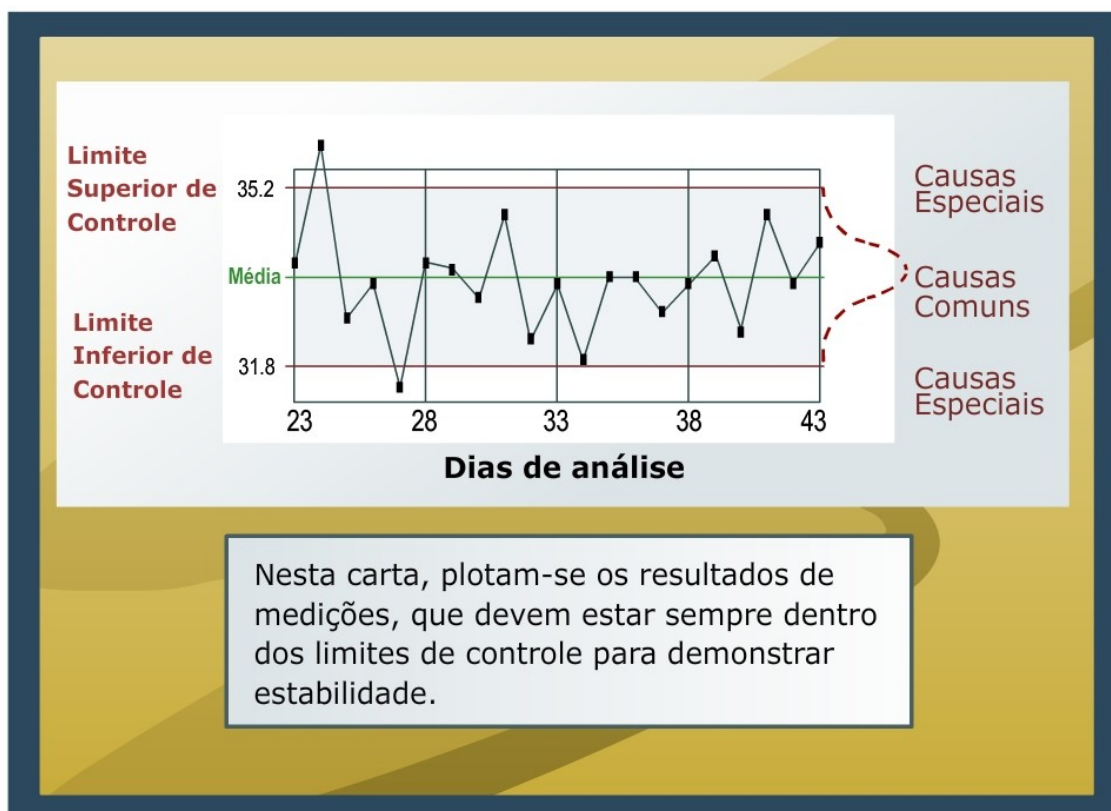


Figura 59: Exemplo de Carta de Controle com as marcações de medições

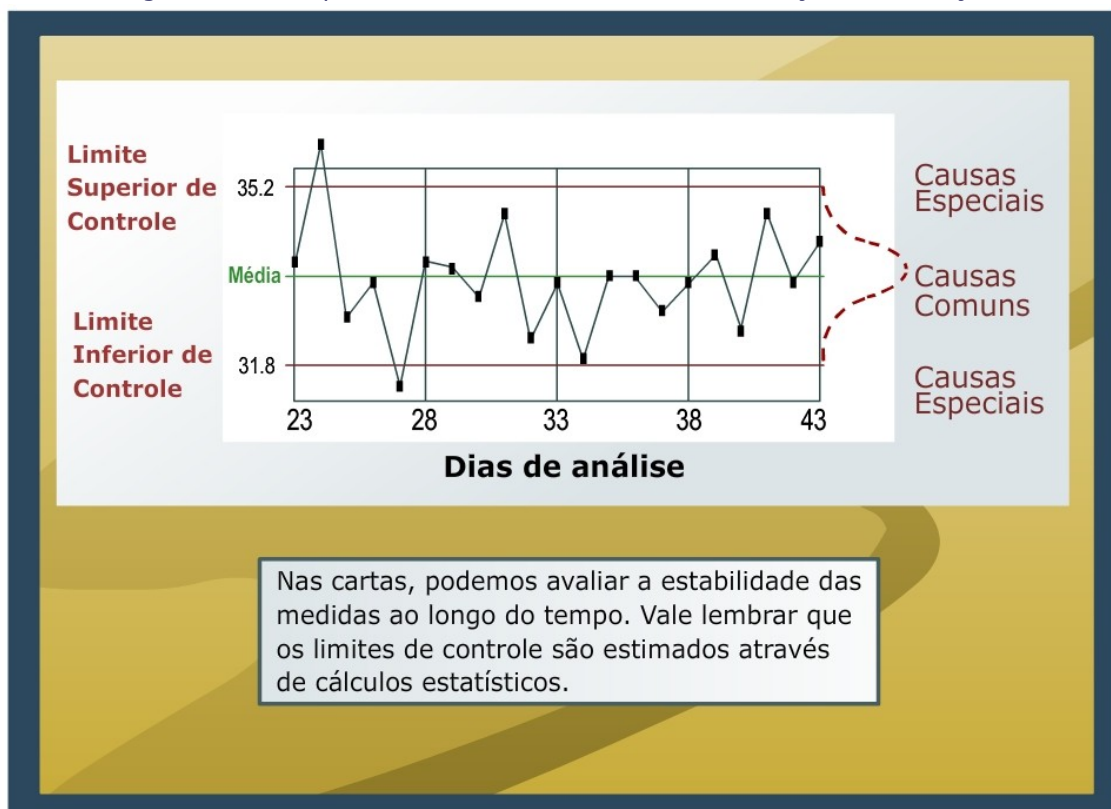


Figura 60: Interpretação da Carta de Controle

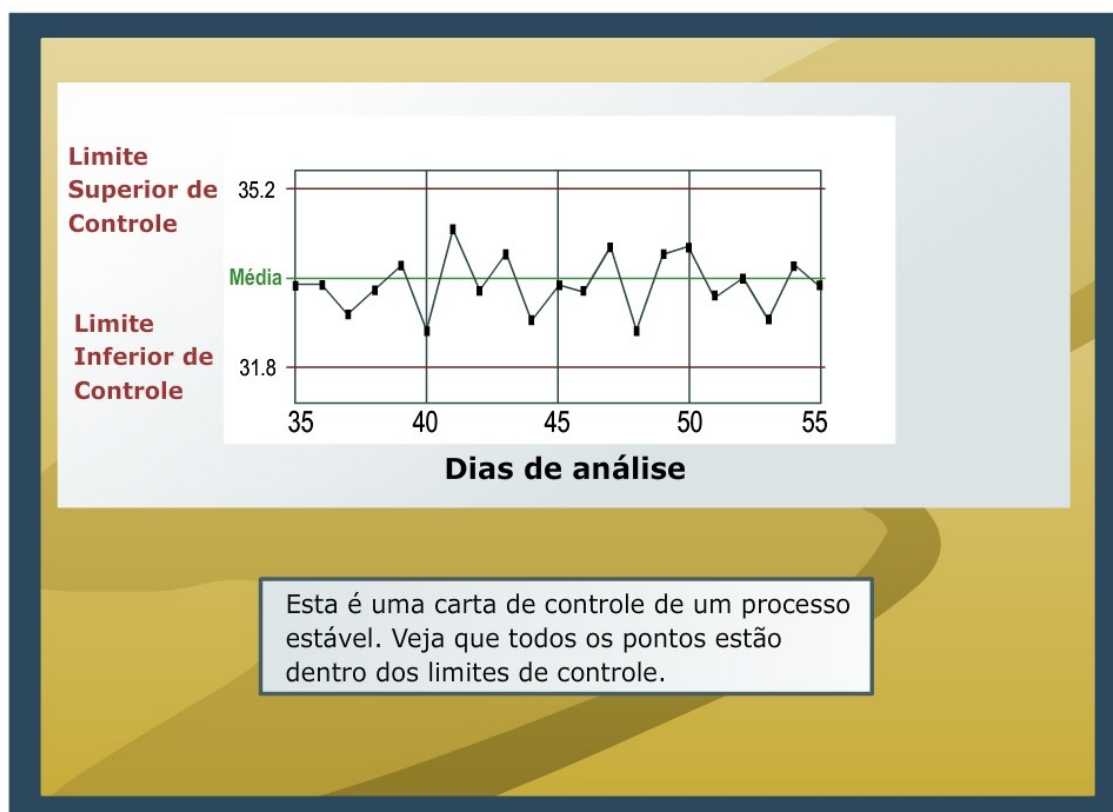


Figura 61: Exemplo de Carta de Controle de um processo estável

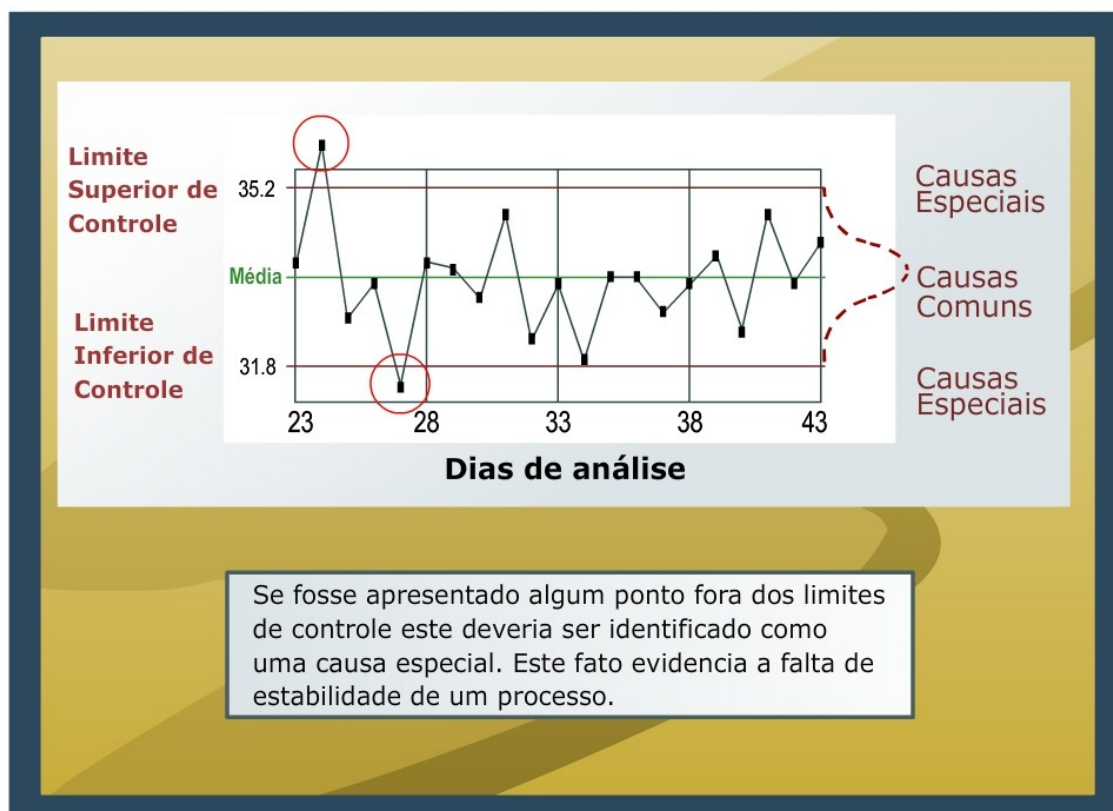


Figura 62: Medição fora do limite de controle

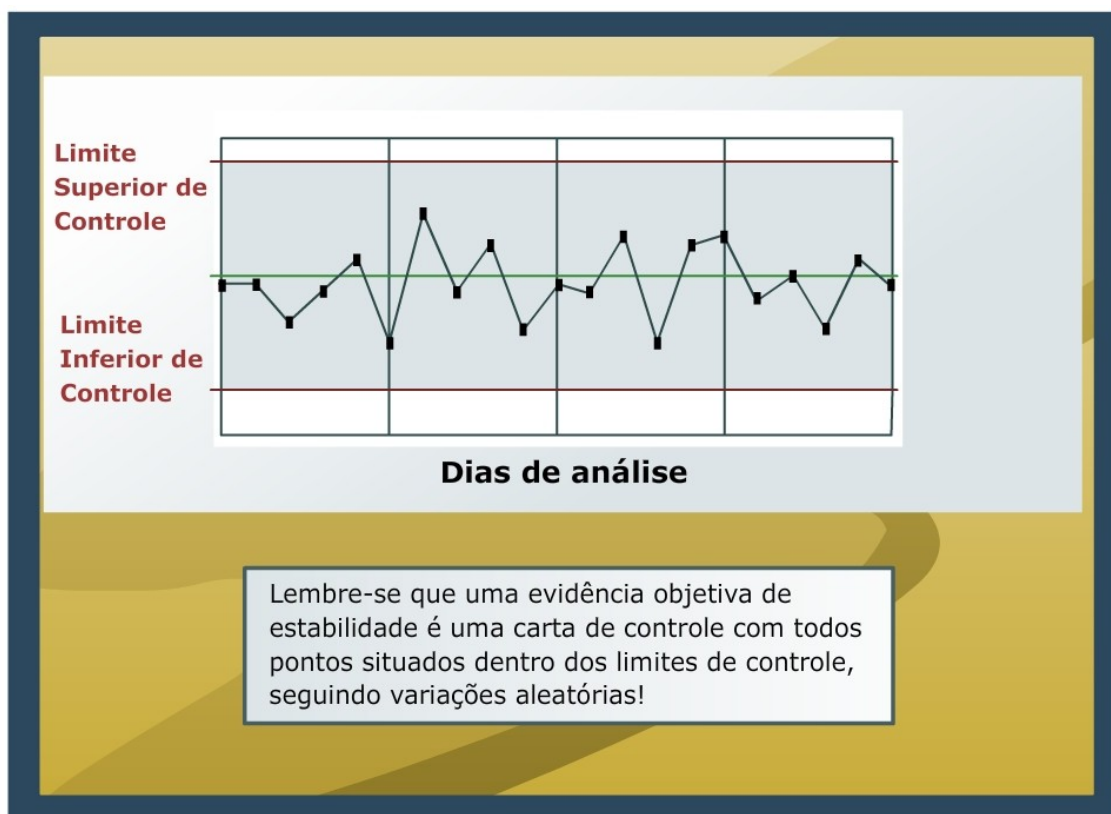


Figura 63: Exemplo de Carta com todos os pontos dentro dos limites de controle

J. Deriva

Além da estabilidade é importante se conhecer o significado da palavra **deriva** em Metrologia.

Este conceito também está associado à variação das características de um instrumento de medição, porém seu entendimento **não** é igual à estabilidade.

A **deriva** é a variação **lenta** de uma característica metrológica de um instrumento de medição.

Veja, na explicação a seguir, um instrumento apresentando deriva nas medições.

Primeira medição realizada em Janeiro:

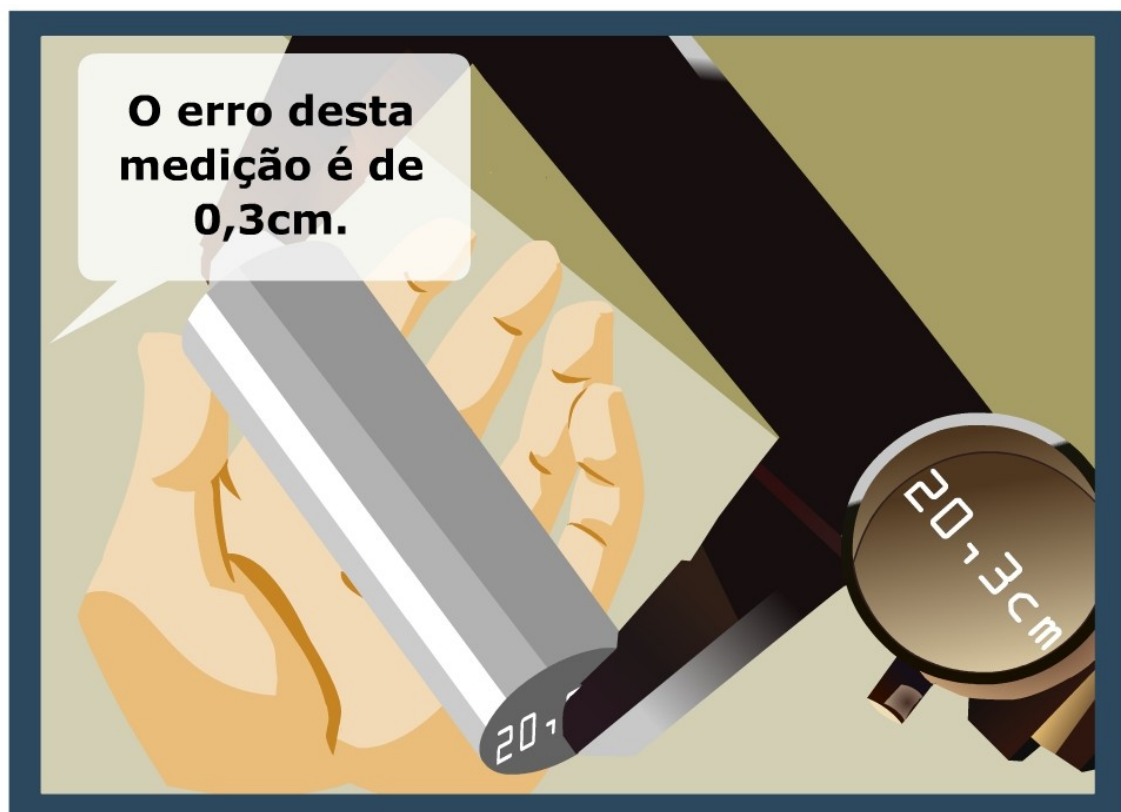


Figura 64: Exemplo de medição feita em laboratório



Figura 65: Diferença nos valores das medidas nos dois meses avaliados

Segunda medição realizada em Maio.



Figura 66: Instrumento apresentando instabilidade nas medições

K. Exatidão e erro de um instrumento de medição

Você lembra que na última aula falamos sobre os conceitos de exatidão e erro? Pois bem, eles também podem ser aplicados em relação aos instrumentos de medição.

A **exatidão** está relacionada à aptidão de um instrumento de medição dar respostas próximas a um valor verdadeiro, como um padrão de referência, por exemplo.

O **erro** do instrumento é a indicação de um instrumento de medição menos um valor verdadeiro da grandeza de entrada correspondente (como um padrão, por exemplo).



Atenção

Erro e exatidão não são a mesma coisa! O erro pode representar uma medida de exatidão de uma medição, mas eles não podem ser considerados sinônimos. Se executarmos diversas medições de uma peça e analisarmos a média desses valores menos o valor de referência, teríamos o erro médio das medições, por exemplo. Esta medida estaria relacionada à exatidão das medições executadas. Se este erro fosse muito elevado, poderíamos concluir que o equipamento que foi utilizado não é exato em suas medições.

L. Tendência de um instrumento de medição

Depois de entender o que significa o erro de um instrumento de medição fica fácil de entender o conceito de **tendência**.

O que vem a sua cabeça quando você pensa na palavra tendência?

Pense em um equipamento de medição que possui uma tendência. Não, não estamos falando de tendência de moda por aqui! Pense na lógica metrológica desta palavra!

Se você está pensando que a tendência é um erro que está sempre associado a um instrumento de medição você está no caminho certo!

A tendência é o erro sistemático da indicação de um instrumento de medição, ou seja, os resultados medidos por este instrumento vão conter sempre esta tendência (este erro sistemático). Lembre-se que este erro deve ser corrigido no resultado!

Veja as figuras a seguir:

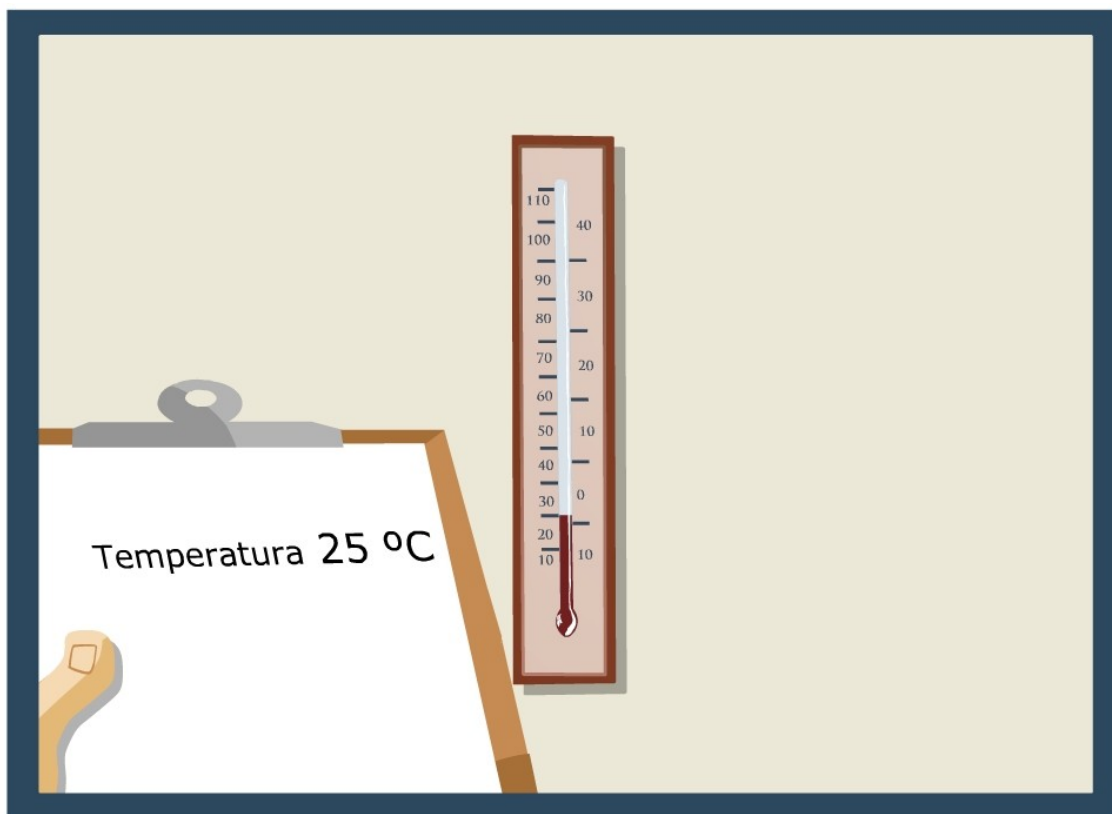


Figura 67: Primeira medição



Figura 68: Constação do técnico acerca do erro sistemático do termômetro

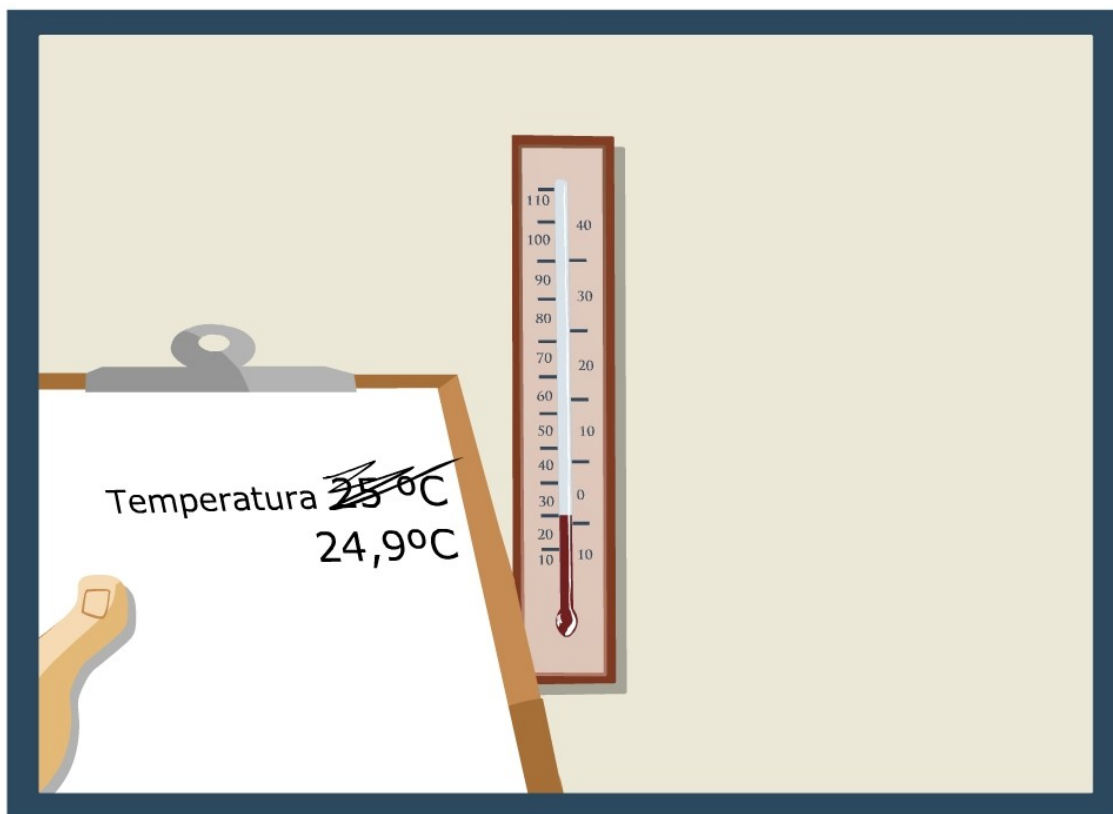


Figura 69: Temperatura medida e posteriormente corrigida

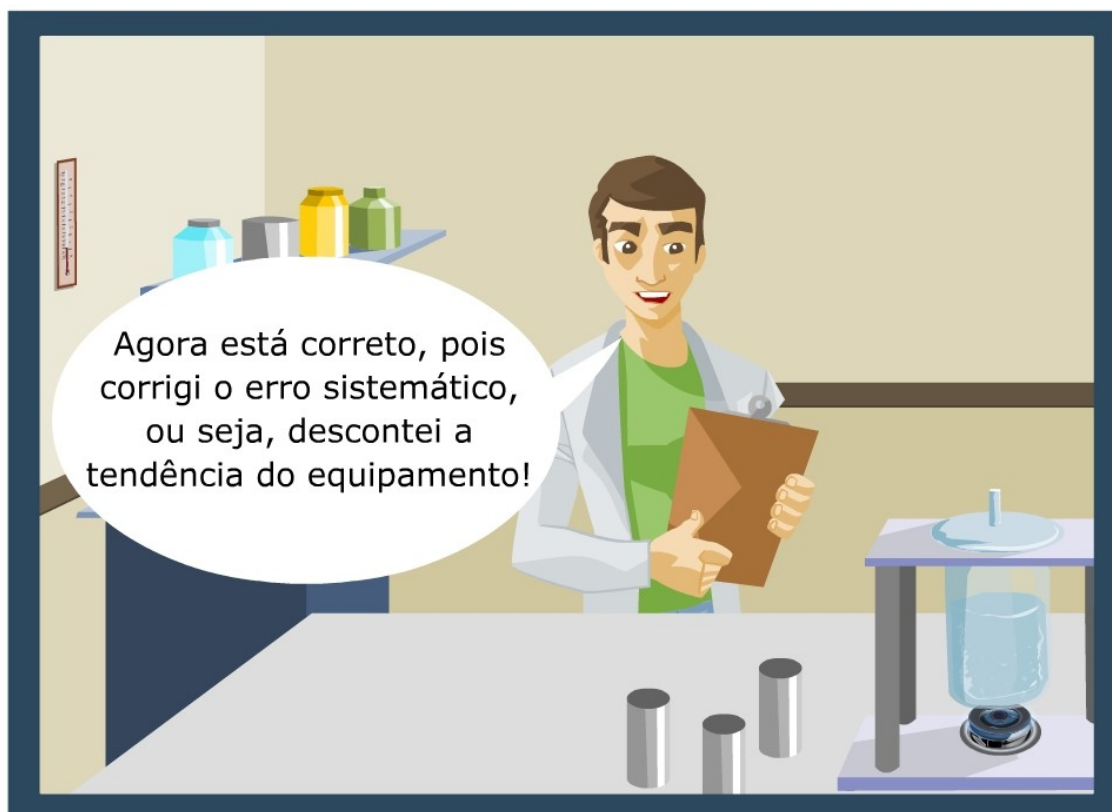


Figura 70: Conclusão do técnico

M. Padrões

Agora vamos falar um pouco de padrões, que são de extrema importância no mundo da Metrologia!

Padrões são aqueles valores verdadeiros de grandezas conhecidas. Esses valores são as referências metrológicas e têm um papel fundamental no processo de desenvolvimento de confiabilidade das medidas realizadas em todos os lugares de nosso planeta!

Observe o conceito de Padrão:



Conceito

"Padrão representa uma medida materializada, instrumento de medição, material de referência ou sistema de medição destinado a definir, realizar, conservar ou reproduzir uma unidade ou um ou mais valores de uma grandeza para servir como referência." ⁴

Exemplos:

- a)** Massa padrão de 1 kg.
- b)** Resistor padrão de 100 Ω .
- c)** Amperímetro padrão.
- d)** Solução de referência química, tendo uma concentração certificada.

Veja os exemplos a seguir:

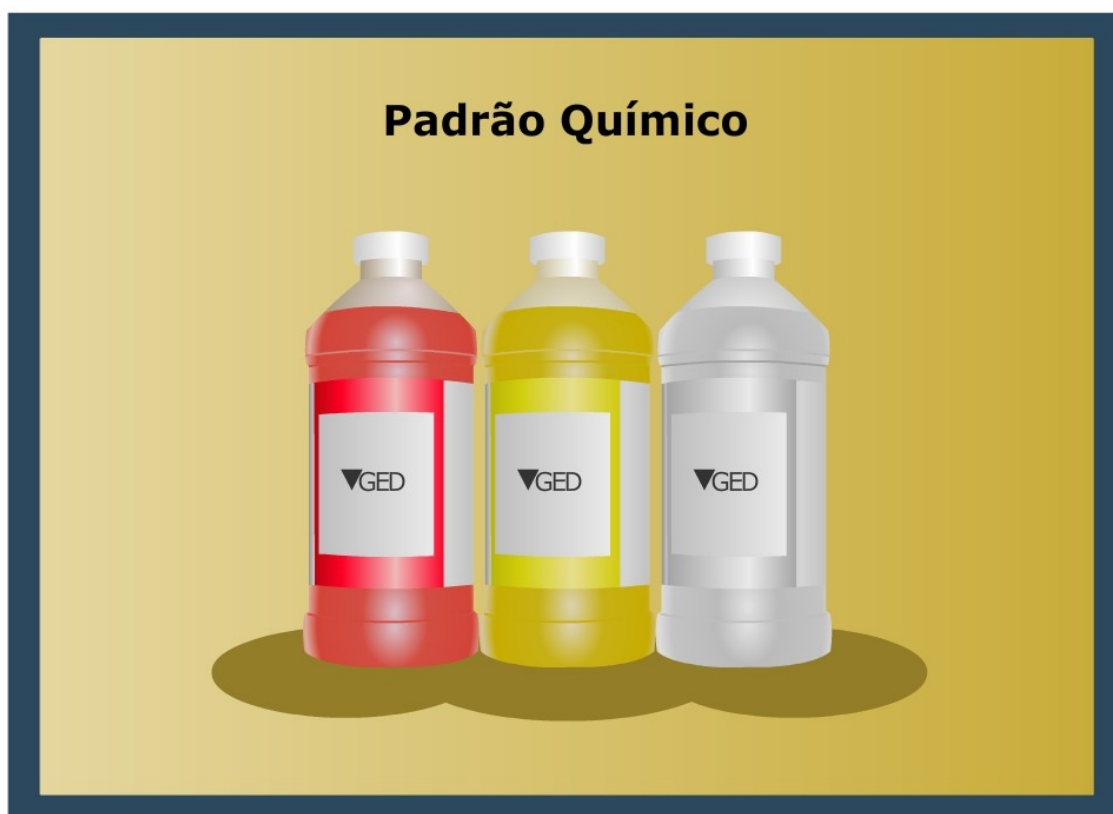


Figura 71: Exemplo de padrão químico



Figura 72: Exemplo de padrão dimensional

N. Padrão internacional x padrão nacional - I

Existem diferentes tipos de padrões metrológicos. Eles podem ser nacionais ou internacionais.

Vejas as diferenças abaixo:

Internacional: padrão reconhecido por um acordo internacional para servir, internacionalmente, como base para estabelecer valores de outros padrões da grandeza a que se refere. Como exemplo, podemos citar os padrões de massa do *Bureau International de Poids et Mesures* - BIPM . ⁵

Nacional: padrão reconhecido por uma decisão nacional para servir, em um país, como base para atribuir valores a outros padrões da grandeza a que se refere (como exemplo, podemos citar alguns padrões de referência do Inmetro, que são rastreados ao BIPM). ⁶



O *Bureau International de Pesos e Medidas* - BIPM - foi criado pela Convenção do Metro, assinada em Paris, em 20 de maio de 1875 por 17 Estados (o Brasil entre eles), por ocasião da última seção da **Conferência Diplomática do Metro**. O BIPM tem sua sede perto de Paris, nos domínios do Pavilhão Breteuil, posto à sua disposição pelo governo francês. Quanto às despesas, sua manutenção é assegurada pelos Estados membros da Convenção do Metro, que hoje é integrada por 48 países. O BIPM tem por missão assegurar a unificação mundial das medidas físicas, sendo encarregado de:

- Estabelecer as unidades e os padrões internacionais das principais grandezas físicas e de conservar os protótipos internacionais.
- Efetuar a comparação dos padrões nacionais e internacionais.
- Assegurar a coordenação das técnicas de medições correspondentes.
- Efetuar e coordenar as determinações relativas às

constantes físicas que intervêm naquelas unidades.

O *Bureau* Internacional de Pesos e Medidas funciona sob fiscalização exclusiva do Comitê Internacional de Pesos e Medidas, sob autoridade da Conferência Geral de Pesos e Medidas.

0. Padrão internacional x Padrão nacional - II

A sede do BIPM. Veja figura a seguir:



Figura 73: Sede do BIPM

Sua logomarca. Veja figura a seguir:



Figura 74: Logomarca do BIPM

Um dos seus padrões. Veja figura a seguir:



Figura 75: Exemplo de padrão do BIPM

P. Padrão primário x padrão secundário

Também é importante entender a diferença entre padrão primário e secundário. Observe os conceitos abaixo:

Primário: padrão que é designado ou amplamente reconhecido como tendo as mais altas qualidades metrológicas e cujo valor é aceito sem referência a outros padrões de mesma grandeza. (Os padrões do Instituto Nacional de Metrologia, o Inmetro, podem ser considerados padrões primários, por exemplo. Um padrão químico certificado também poderia ser considerado um padrão primário). ⁷

Secundário: padrão cujo valor é estabelecido por comparação a um padrão primário da mesma grandeza (este padrão secundário pode ser originado a partir de um padrão primário, como uma solução de um analito específico que foi preparada a partir de um padrão secundário. Ou um instrumento que foi calibrado comparando-se com um padrão primário, por exemplo). ⁸



Atenção

Lembre-se que a qualidade de um padrão está diretamente ligada a sua incerteza de medição. Dentro deste contexto, percebe-se que os padrões primários possuem uma incerteza **menor** do que os secundários. Assim como os padrões internacionais possuem uma incerteza **menor** do que os nacionais.

Veja as figuras a seguir sobre padrões primários e secundários e suas incertezas.



Figura 76: Exemplo de padrões primários e secundários

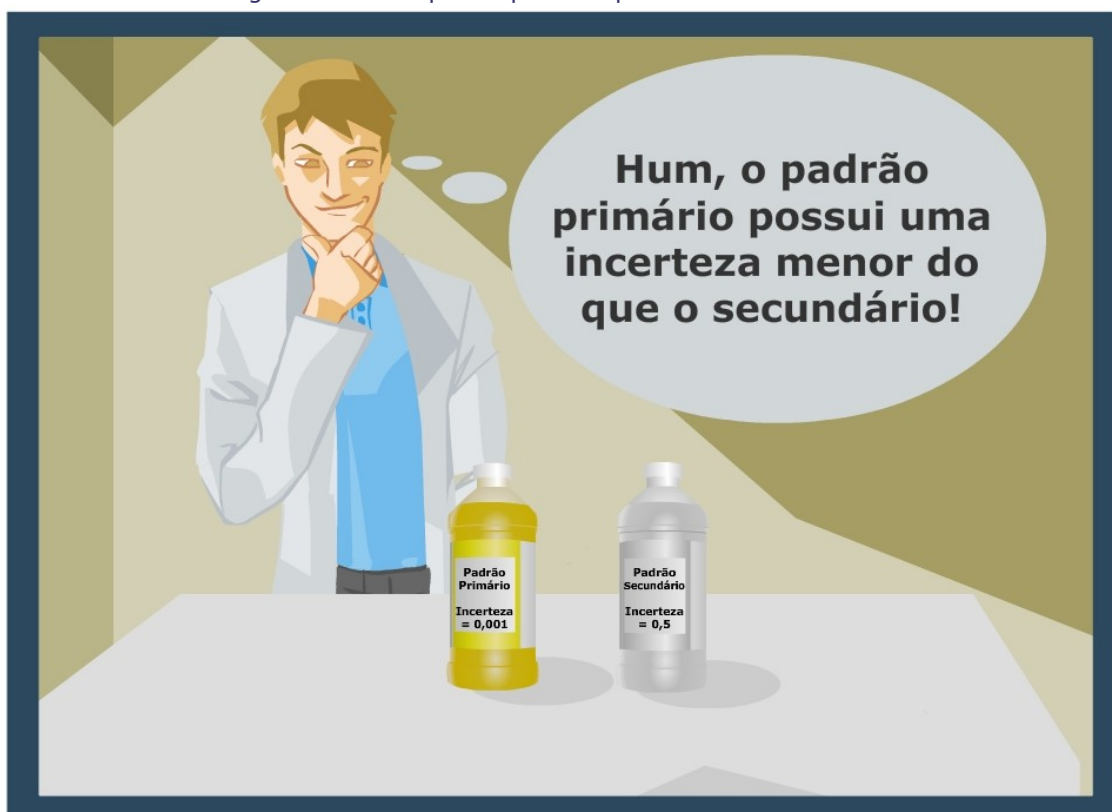


Figura 77: Comparação de incertezas do padrão primário com o secundário

Q. Padrão de referência e padrão de trabalho

Em relação aos padrões, temos de saber diferenciar os que são de referência e os que são de trabalho. Vamos analisar este assunto melhor no texto abaixo:

Padrão de referência: geralmente tem a mais alta qualidade metrológica disponível em um dado local ou em uma dada organização, a partir do qual as medições lá executadas são derivadas (como exemplo podemos citar os padrões utilizados na indústria. Eles devem ter uma rastreabilidade ao sistema internacional de unidades, por meio de uma comparação com padrões rastreáveis ao SI). ⁹

Padrão de trabalho: aquele que é utilizado rotineiramente para calibrar ou controlar medidas materializadas, instrumentos de medição ou materiais de referência. ¹⁰



Dica

1) Um padrão de trabalho é geralmente calibrado por comparação a um padrão de referência.

2) Um padrão de trabalho utilizado rotineiramente para assegurar que as medições estão sendo executadas corretamente é chamado padrão de controle.

R. Rastreabilidade - I

Estimado aluno, a rastreabilidade é um dos conceitos mais importantes na área da metrologia.

Ela pode ser entendida como sendo a propriedade do resultado de uma medição ou do valor de um padrão estar relacionado a referências estabelecidas, geralmente a padrões nacionais ou internacionais, através de uma cadeia contínua de comparações, todas tendo incertezas estabelecidas.

Desta maneira, é possível garantir que os padrões utilizados na indústria e no chão de fábrica serão rastreáveis ao sistema internacional de unidades. Esta cadeia de comparação nos fornece a confiança nos valores que estão sendo medidos. Imagine como seria o mundo e as trocas comerciais se não existisse esta rastreabilidade? Um verdadeiro caos, concorda?

S. Rastreabilidade - II



Dica

- 1)** O conceito é geralmente expresso pelo adjetivo rastreável.
- 2)** Uma cadeia contínua de comparações é denominada cadeia de rastreabilidade, como aparece na figura a seguir.¹¹
- 3)** As normas de gestão da qualidade (ISO 9001 / ISO/TS 16949 / ISO 17025, etc) também dão a devida importância a rastreabilidade das medidas, exigindo cuidado específico com este assunto.

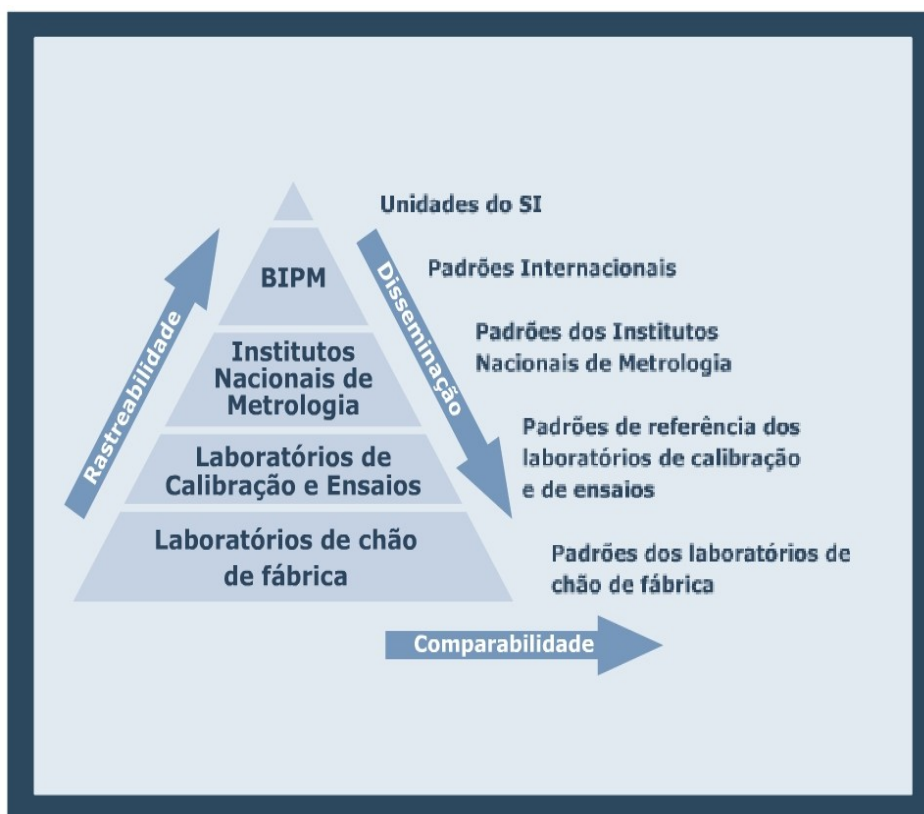


Figura 78: Hierarquia do sistema metrológico

T. Calibração verificação

Vamos falar de outra atividade importantíssima no âmbito da Metrologia, que é a calibração.

Muitas pessoas confundem calibração com ajuste. Quando calibramos um equipamento não significa que ele vai estar 'medindo certo' depois da calibração. O que se pode afirmar é que irão se conhecer os seus erros e a sua incerteza, pois a calibração foi realizada por meio de um processo que compara os valores medidos pelo equipamento com valores de um padrão. O resultado deste processo é relatado em um certificado de calibração.

Neste contexto, é importante apresentarmos o conceito de calibração:

A **calibração** é o conjunto de operações que estabelece, sob condições especificadas, a relação entre os valores indicados por um instrumento de medição ou sistema de medição ou valores representados por uma medida materializada ou um material de referência, e os valores correspondentes das grandezas estabelecidos por padrões.

12



Atenção

Os laboratórios que têm o reconhecimento de competência técnica de uma terceira parte, sendo avaliados segundo os critérios da NBR ISO/IEC 17025, são tecnicamente competentes para fazer as calibrações com rastreabilidade ao SI no nosso país.

U. Exemplos

Veja o exemplo a seguir de etapas de uma calibração de balança.



Figura 79: Etapa 1

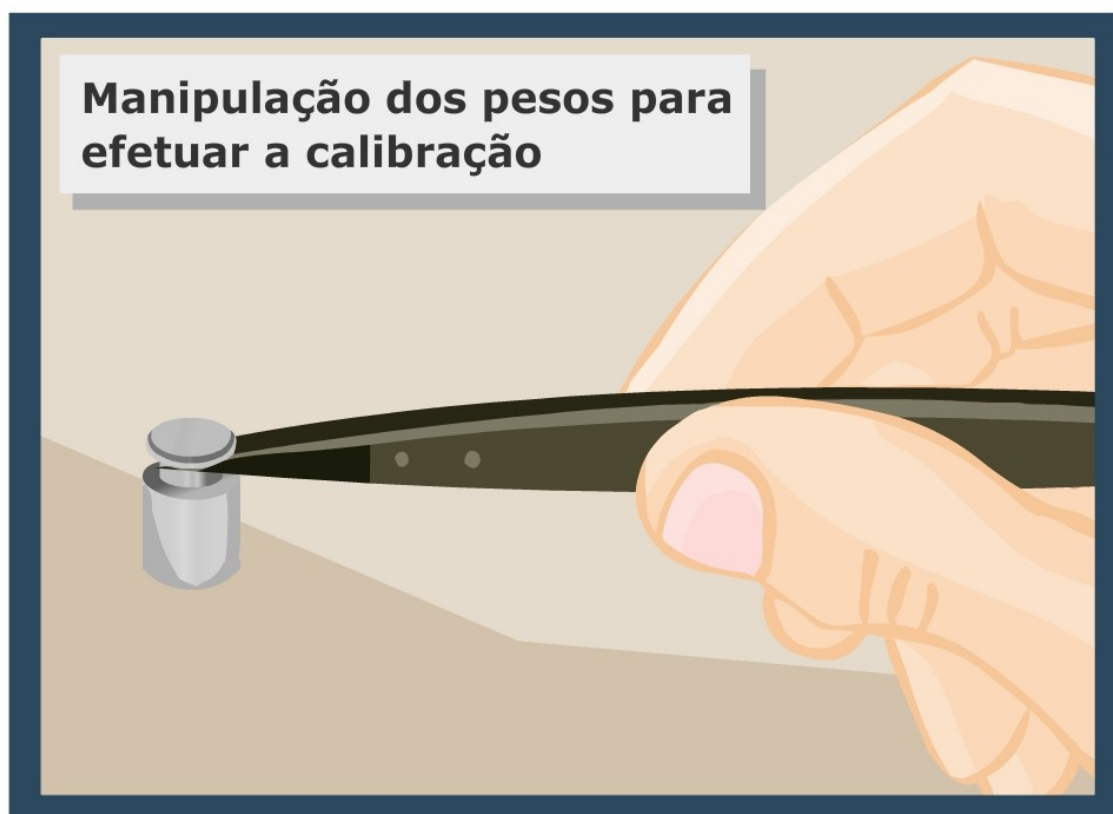


Figura 80: Etapa 2

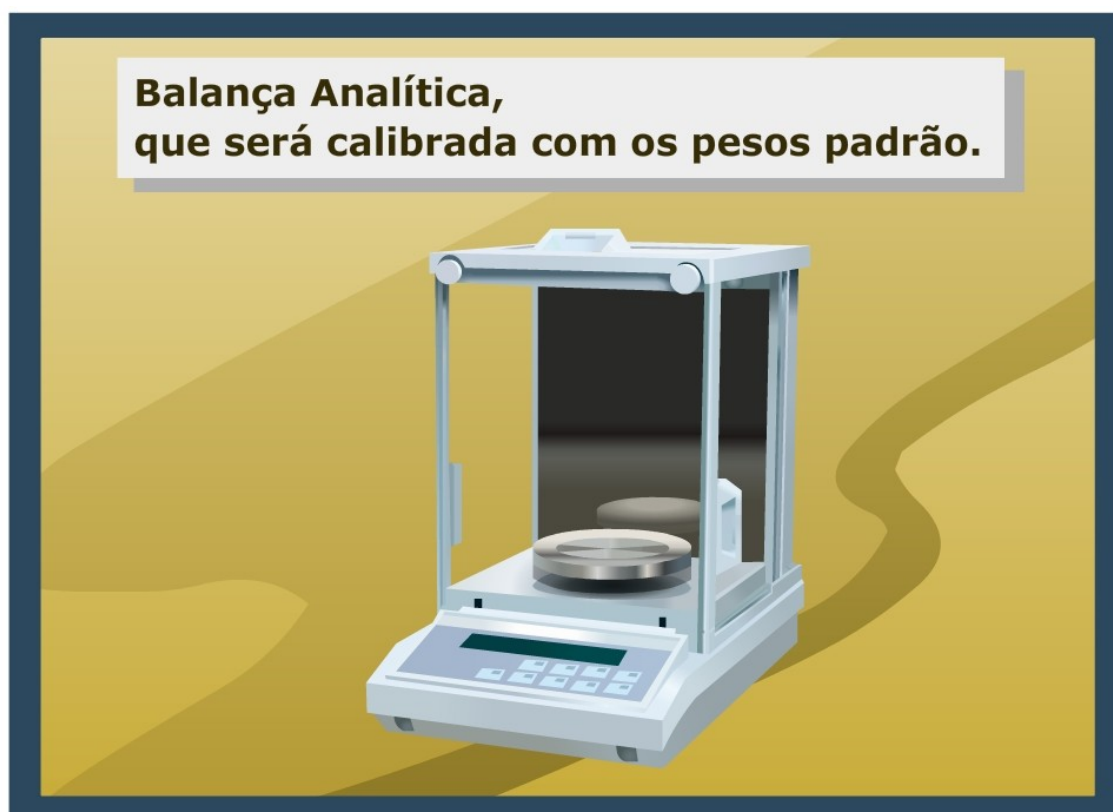


Figura 81: Etapa 3



Figura 82: Etapa 4

V. Material de referência

Você deve estar percebendo que a Metrologia tem diversas peculiaridades e está fortemente focada em garantir a qualidade das medidas, certo?

Os materiais de referência também visam colaborar neste processo de 'busca pela confiabilidade analítica'. Você saberia o que é um material de referência?

O material de referência tem um ou mais valores de propriedades, que são suficientemente homogêneos e bem estabelecidos, para ser usado na calibração de um aparelho, na avaliação de um método de medição ou atribuição de valores a materiais.

Ele pode ser uma substância pura ou uma mistura, na forma de gás, líquido ou sólido. Exemplo: soluções utilizadas para calibração em análises químicas.

Estes materiais podem ser certificados, sendo acompanhados por um documento de certificação, com um ou mais valores de propriedades e por um procedimento que estabelece sua rastreabilidade à obtenção exata da unidade na qual os valores da propriedade são expressos. Destaca-se que cada valor certificado é acompanhado por uma incerteza para um nível de confiança estabelecido.

W. Material de referência - II

As figuras a seguir explicam o processo de certificação de um material de referência.



Figura 83: Importância dos materiais de referência

No Brasil, ainda existem poucos materiais de referência, se compararmos com a quantidade existente na Europa e nos Estados Unidos.



Figura 84: A importância dos materiais de referência acreditados

Mas afinal, como certificar um material de referência?

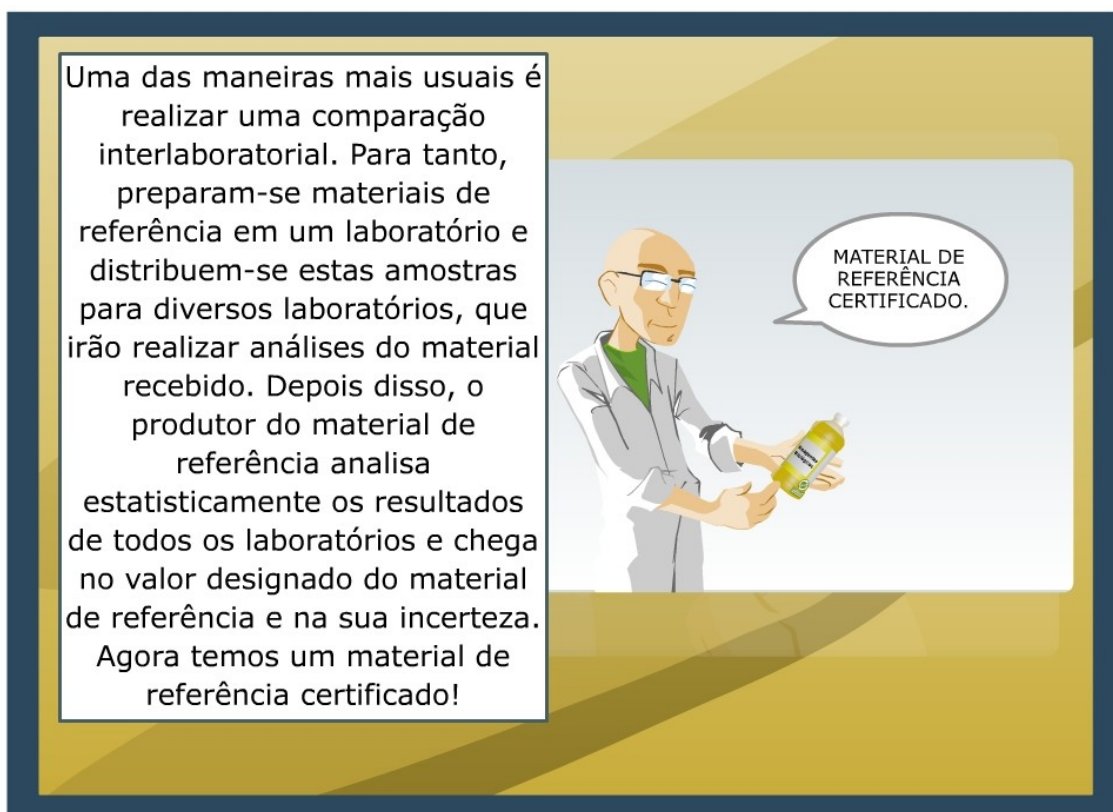


Figura 85: Processo de certificação de material de referência

Inmetro: Metrologia no Brasil - I

Agora vamos falar do órgão mais importante no cenário da Metrologia brasileira, o **Inmetro**. Tenho certeza que você conhece esta instituição, mas você sabe exatamente qual é o papel deste Instituto?

O Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial - Inmetro - é uma autarquia federal, vinculada ao Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, que atua como Secretaria Executiva do Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial - Conmetro, colegiado interministerial, que é o órgão normativo do Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial - Sinmetro.

O Inmetro objetiva fortalecer as empresas nacionais, aumentando sua produtividade por meio da adoção de mecanismos destinados à melhoria da qualidade de produtos e serviços.

A sede do Inmetro fica no estado do Rio de Janeiro. O conjunto de laboratórios está localizado na cidade de Duque de Caxias.

X. O Inmetro: Metrologia no Brasil - II

O Inmetro é responsável por uma série de atividades ligadas a Metrologia no Brasil, tais como:

- Executar as políticas nacionais de metrologia e da qualidade.
- Verificar a observância das normas técnicas e legais, no que se refere às unidades de medida, métodos de medição, medidas materializadas, instrumentos de medição e produtos pré-medidos.
- Manter e conservar os padrões das unidades de medida, assim como implantar e manter a cadeia de rastreabilidade dos padrões das unidades de medida no país.
- Fortalecer a participação do país nas atividades internacionais relacionadas com Metrologia e qualidade, além de promover o intercâmbio com entidades e organismos estrangeiros e internacionais.
- Prestar suporte técnico e administrativo ao Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial - Conmetro, bem como aos seus comitês de assessoramento, atuando como sua Secretaria-Executiva.
- Fomentar a utilização da técnica de gestão da qualidade nas empresas brasileiras.
- Coordenar, no âmbito do Sinmetro, a certificação compulsória e voluntária de produtos, de processos, de serviços e a certificação voluntária de pessoal.
- Planejar e executar as atividades de acreditação.



Figura 86: Responsabilidades do Inmetro no Brasil

Y. Inmetro: Metrologia científica e industrial

Agora você já sabe que uma das atividades do **Inmetro** é manter e conservar os padrões das unidades de medida, assim como implantar e manter a cadeia de rastreabilidade dos padrões das unidades de medida no país.

Esta atribuição está relacionada com a **Metrologia científica e industrial**. Você sabe o que ela significa?

A Metrologia científica e industrial está relacionada com o papel executado pelos laboratórios do Inmetro em Xerém, que desenvolvem atividades como:

- Padronização das unidades do SI (Sistema Internacional de Unidades).
- Manutenção da sua credibilidade como laboratório nacional de referência metrológica do Brasil, assegurando rastreabilidade dos padrões nacionais aos padrões do BIPM ou comparados a padrões nacionais de outros países.
- Por meio dos padrões nacionais, os referidos laboratórios dão a rastreabilidade aos padrões de referência dos laboratórios acreditados pelo Inmetro e aos laboratórios de unidades, de centros de pesquisa e da indústria em geral.
- Prestação de serviços de calibração de padrões e de instrumentos de medição, bem como realização de ensaios.
- Desenvolvimento de atividades científicas relacionadas ao mais alto nível de qualidade metrológica.

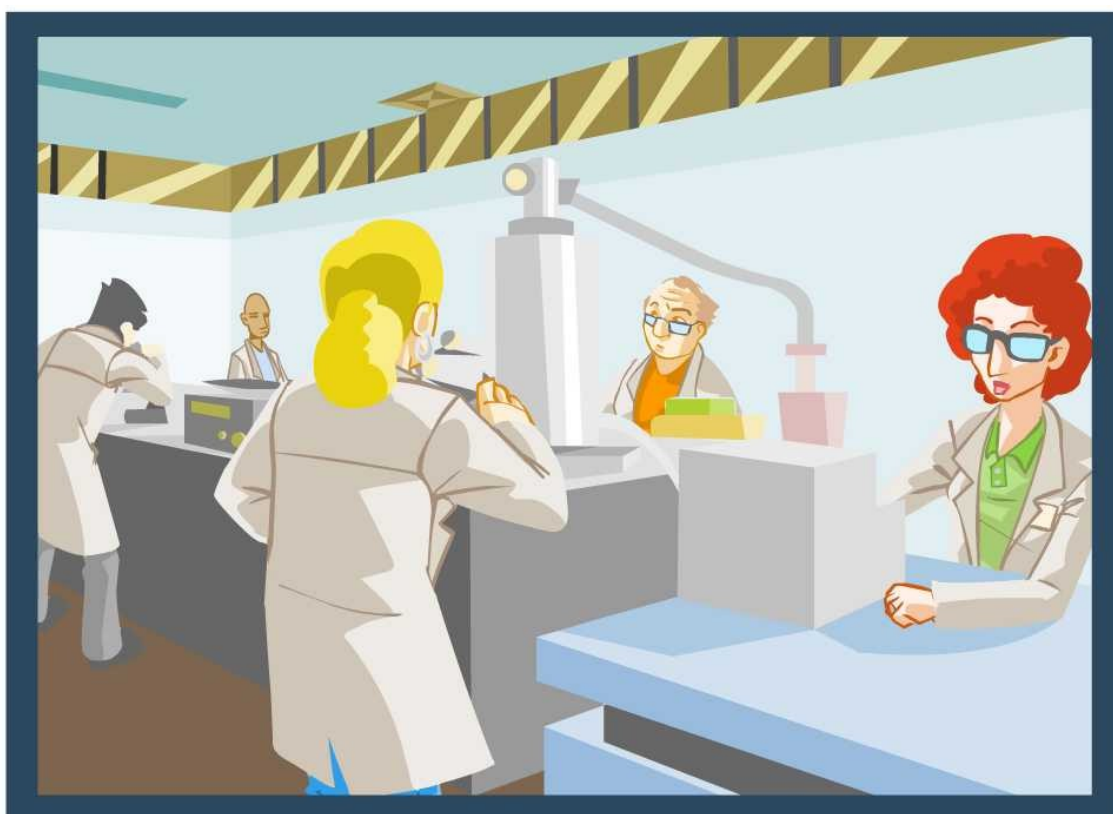


Figura 87: Atribuições de metrologia científica e industrial

Z. Inmetro: Metrologia legal

Outra importante atividade do Inmetro é a **Metrologia legal**. Você sabe no que consiste a Metrologia legal?

Esta é a parte da Metrologia que trata das unidades de medida, métodos de medição e instrumentos de medição em relação às exigências técnicas e legais obrigatórias, as quais têm o objetivo de assegurar uma garantia pública do ponto de vista da segurança e da exatidão das medições.

Objetivo principal: proteger o consumidor tratando das unidades de medida, métodos e instrumentos de medição, de acordo com as exigências técnicas e legais obrigatórias.

Neste contexto se encaixam as verificações que o Inmetro executa nas balanças de supermercado, padarias, lavanderias, etc. Além dos taxímetros, bombas de gasolina, radares de velocidade, entre outros equipamentos de medição que 'transformam medições em dinheiro'.



Figura 88: Objetivo da metrologia legal

AA. Inmetro: Acreditação

Outra atividade do Inmetro é a **acreditação**.

A acreditação é atestação de um organismo de terceira parte (o Inmetro, por exemplo) relacionada a um organismo de avaliação da conformidade (laboratório, organismos de certificação, organismos de inspeção, organismos de verificação de desempenho, provedores de ensaios de proficiência, entre outros) comunicando a demonstração formal da sua competência para realizar tarefas específicas de avaliação da conformidade.

Como exemplo, podemos citar a acreditação de laboratórios que consiste na avaliação dessas entidades (pelo Inmetro) segundo os critérios da norma *NBR ISO/IEC 17025*¹³, que é a norma de sistemas de gestão da qualidade para laboratórios de calibração e ensaios. Na avaliação do laboratório o Inmetro verifica se o mesmo atende aos requisitos desta norma e pode ser acreditado.



Atenção

É importante destacar que o Inmetro possui o reconhecimento internacional do *International Laboratory Accreditation Cooperation* - ILAC - e do *International Accreditation Fórum* - IAF -, sendo o órgão oficial de acreditação no Brasil.

Isso significa que os laboratórios acreditados e as empresas que certificam sistemas de gestão (por exemplo) são reconhecidos internacionalmente, pois por meio de acordos internacionais bilaterais de reconhecimento (via ILAC e IAF) o processo de acreditação brasileiro é aceito em outros países que também são signatários dos mesmos acordos (do ILAC e IAF).

Veja a figura a seguir:



Figura 89: Símbolo de acreditação no Brasil

AB. Inmetro: Avaliação da conformidade - I

Você já ouviu falar em **avaliação da conformidade**? Sabe o que ela significa?



Conceito

"É a avaliação de um produto, processo, serviço ou profissional por meio de regras pré-estabelecidas, que propiciam um adequado grau de confiança, com o menor custo possível para a sociedade, de que o produto, processo, serviço ou profissional atende a requisitos mínimos pré-definidos em normas ou regulamentos técnicos."

14

Existe um programa de avaliação da conformidade no país, que pode ser de caráter voluntário ou compulsório (obrigatório). Os programas são compulsórios quando o objeto em avaliação oferece um grau considerável de risco à saúde ou segurança dos cidadãos, ou ainda ao meio ambiente.

A atividade de avaliação da conformidade conta com cinco mecanismos principais, sendo eles:

- Certificação.
- Declaração da conformidade pelo fornecedor.
- Etiquetagem.
- Inspeção.
- Ensaio.

AC. Inmetro: Avaliação da conformidade - II

Dentre as especificidades que determinam a seleção de um mecanismo em detrimento de outro, podemos citar:

- O grau de risco que o produto oferece.
- A velocidade de sua obsolescência tecnológica, ou seja, a rapidez com que novos produtos são colocados no mercado.
- O número de empresas que compõem o setor, dentre outros.



Figura 90: Esferas afetadas pela avaliação da conformidade

AD. Encerramento da aula



Encerramento do curso



Notas

1

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL. *Vocabulário internacional de termos fundamentais e gerais de metrologia*: portaria Inmetro n. 29 de 1995. Inmetro/Senai – Departamento Nacional. 5 ed. Rio de Janeiro: Senai, 2007. p. 33.

2

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL. *Vocabulário internacional de termos fundamentais e gerais de metrologia*: portaria Inmetro n. 29 de 1995. Inmetro/Senai – Departamento Nacional. 5 ed. Rio de Janeiro: Senai, 2007. p. 39.

3

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL. *Vocabulário internacional de termos fundamentais e gerais de metrologia*: portaria Inmetro n. 29 de 1995. Inmetro/Senai – Departamento Nacional. 5 ed. Rio de Janeiro: Senai, 2007. p. 53.

4

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL. *Vocabulário internacional de termos fundamentais e gerais de metrologia*: portaria Inmetro n. 29 de 1995. Inmetro/Senai – Departamento Nacional. 5 ed. Rio de Janeiro: Senai, 2007. p. 53.

5

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL. *Vocabulário internacional de termos fundamentais e gerais de metrologia*: portaria Inmetro n. 29 de 1995. Inmetro/Senai – Departamento Nacional. 5 ed. Rio de Janeiro: Senai, 2007. p. 54.

6

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL. *Vocabulário internacional de termos fundamentais e gerais de metrologia*: portaria Inmetro n. 29 de 1995. Inmetro/Senai – Departamento Nacional. 5 ed. Rio de Janeiro: Senai, 2007. p. 55.

- 7** ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR ISO/IEC 17025*. Rio de Janeiro, 2005.
- 8** INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL. *Vocabulário internacional de termos fundamentais e gerais de metrologia*: portaria Inmetro n. 29 de 1995. Inmetro/Senai – Departamento Nacional. 5 ed. Rio de Janeiro: Senai, 2007. p. 54.
- 9** INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL. *Vocabulário internacional de termos fundamentais e gerais de metrologia*: portaria Inmetro n. 29 de 1995. Inmetro/Senai – Departamento Nacional. 5 ed. Rio de Janeiro: Senai, 2007. p. 54.
- 10** INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL. *Vocabulário internacional de termos fundamentais e gerais de metrologia*: portaria Inmetro n. 29 de 1995. Inmetro/Senai – Departamento Nacional. 5 ed. Rio de Janeiro: Senai, 2007. p. 54.
- 11** INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL. *Vocabulário internacional de termos fundamentais e gerais de metrologia*: portaria Inmetro n. 29 de 1995. Inmetro/Senai – Departamento Nacional. 5 ed. Rio de Janeiro: Senai, 2007. p. 55.
- 12** INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL. *Vocabulário internacional de termos fundamentais e gerais de metrologia*: portaria Inmetro n. 29 de 1995. Inmetro/Senai – Departamento Nacional. 5 ed. Rio de Janeiro: Senai, 2007. p. 55.
- 13** ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR ISO/IEC 17025*. Rio de Janeiro, 2005.
- 14** ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR ISO/IEC 17025*. Rio de Janeiro, 2005.

Bibliografia

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS; INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL. *Guia para a expressão da incerteza de medição*. 3 ed. Rio de Janeiro. ABNT/Inmetro, 2003. 120 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR ISO/IEC 17025*. Rio de Janeiro, 2005.

BUREAU INTERNATIONAL DES POIDS ET MEASURE. *International vocabulary of metrology: basic and general concepts and associated terms*. 3. ed. França: JOCGM, 2008.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL. *Vocabulário internacional de termos fundamentais e gerais de metrologia: portaria Inmetro n. 29 de 1995*. Inmetro/Senai – Departamento Nacional. 5 ed. Rio de Janeiro: Senai, 2007.

QUANTIFYING UNCERTAINTY IN ANALYTICAL MEASUREMENT. *Eurachem/Cetac*. 2 ed. Disponível em: <www.measurementuncertainty.org> Acesso em: 20 jan. 2009.