

# Incerteza de Medição para os Jovens

Data: 03 de outubro de 2007

Local: Centro de Convenções do prédio 6,  
Inmetro/Xerém

# SARAU METROLÓGICO

Quando eu penso no meu futuro  
Foi nos bailes da vida ou num bar em troca de  
não esquecer a massa do pão

**QUALIDADE**

Que muita gente boa pôs o pé na profissão  
Nem se lembra mais do grito  
Olhando pra vocês

Tudo isso que já foi um dia  
Tode artista sem nome e sem povo está  
Sem ter vocês

Gonzaguinha  
Lulu Santos  
Roberto Carlos  
Milton Nascimento  
Beto Guedes



# QUESTIONAMENTOS

## • QUEM PAGA?

O País tem um grande volume de perdas, na qual boa parte deve-se ao aspecto metrológico.

## • QUE FATORES

## METROLÓGICOS SÃO ESTES?

# •QUAIS SÃO OS TÉCNICOS DO

- *No processo de globalização de mercados, o país que não estiver atento sobre os aspectos da importância da Metrologia e Normalização para a Qualidade dos seus produtos , certamente estará sujeito à uma forte barreira comercial técnica*
- PAÍS QUE DEVEM ESTAR ATENTOS PARA ESTA RELAÇÃO E TAMBÉM SÃO RESPONSÁVEIS PELO TRABALHO DA QUEBRA DESTA BARREIRA TÉCNICA?**

Para que os produtos Nacionais tenham qualidade e preços competitivos com consequente aumento do saldo positivo da balança comercial do País, a confiabilidade metrológica dos seus resultados de medição, é uma das bases para evidenciar e ratificar Qualidade dos produtos.

**• QUEM SÃO OS RESPONSÁVEIS POR ESTA CONFIABILIDADE DOS RESULTADOS?**

- O resultado de medição é um parâmetro de comercialização então, no processo de globalização de mercados os blocos econômicos devem exercer todos os esforços para a existência de um mútuo reconhecimento, principalmente entre os seus respectivos **• QUEM SÃO OS TÉCNICOS RESPONSÁVEIS PELA PRODUÇÃO DOS RESULTADOS PARA QUE EXISTA ESTE MÚTUO RECONHECIMENTO?** *Sistemas Metrológicos.*

- *De acordo com a Globalização de mercados ,  
Metrologia, Normalização e Qualidade são  
Áreas de Essencial Nacional para qualquer  
país que queira manter a sua soberania  
Econômica/Tecnológica.*

Você sabia que, quando um médico utiliza um instrumento com as características metroológicas não adequadas à tolerância do seu diagnóstico ele pode causar lesões ou até matar o seu paciente?

Você sabia que até nos atos de amor o  
INMETRO está presente?

O INMETRO acredita laboratórios, que  
realizam as calibrações dos equipamentos  
utilizados para os ensaios em  
preservativos, para que haja uma melhor  
confiabilidade no ato do AMOR.



Ministério do Desenvolvimento  
Indústria e Comércio Exterior



# ***REFLEXÃO***





# Categorias de Metrologia

**Metrologia Legal** - está preocupada com a exatidão das medições onde estas têm influência na transparência das transações econômicas, saúde e segurança.

**Metrologia Científica** - é a parte da metrologia que trata da organização e desenvolvimento de padrões de medida e sua manutenção nos níveis mais elevados.

**Metrologia Industrial** - é a parte da metrologia que assegura o adequado funcionamento dos instrumentos de medição usados na indústria bem como na produção e nos ensaios.



# O Desperdício

*Na Medida - Inmetro - Junho 2005 -vol 361 - pag 7*

- 1% de diferença na medição de gás natural pode resultar em perdas financeiras da ordem de US\$ 62 mil por dia , ou US\$ 22,8 milhões por ano
- Dados recentes confirmam que o gás importado pela estatal da Bolívia , hoje é da ordem de 24 000 000 m<sup>3</sup> diários, pode estar representando perdas desde da extração até o transporte pelo Gasoduto Bolívia/Brasil e na comercialização .

*João Alziro Herz da Jornada*

*Presidente do Inmetro*

**ISTO É**  
independente

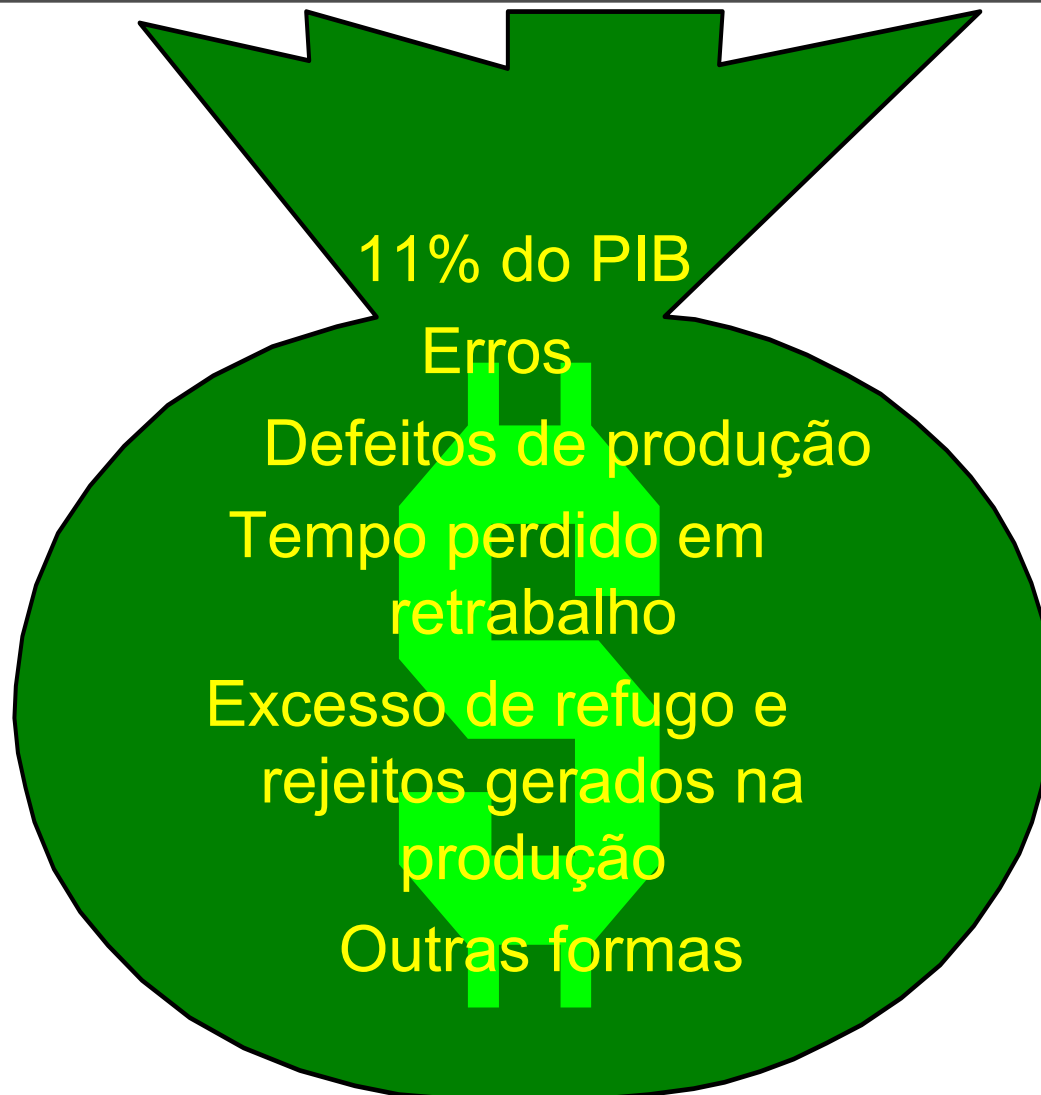
**EDIÇÃO Nº 1660**

**ADMINISTRAÇÃO**

**Desperdício abocanha 40% do PIB nacional**

Fonte: Folha de São Paulo - Caderno Dinheiro, 23 de setembro de  
2001

O valor do desperdício, calculado por especialistas a pedido da  
Folha, é de cerca de 15% do PIB (soma das riquezas produzidas  
pelo país), ou R\$ 150 bilhões por ano. Alguns falam em até 40%





# Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis

## Superintendência de Planejamento e Pesquisa

### Importações e Exportações (metros cúbicos)

Importação de petróleo - 2000-2005 (m<sup>3</sup>)

Dispêndio com a importação de petróleo - 2000-2005 (US\$ FOB)

Preço médio do petróleo importado - 2000-2005 (US\$/m<sup>3</sup> FOB)

Exportação de petróleo - 2000-2005 (m<sup>3</sup>)

Receita com a exportação de petróleo - 2000-2005 (US\$ FOB)

Importação de derivados de petróleo por produto - 2000-2005 (m<sup>3</sup>)

Dispêndio com a importação de derivados de petróleo por produto - 2000-2005 (US\$ FOB)

Exportação de derivados de petróleo por produto - 2000-2005 (m<sup>3</sup>)

Receita com a exportação de derivados de petróleo por produto - 2000-2005 (US\$ FOB)

Importação de gás natural - 2000-2005 (10<sup>3</sup> m<sup>3</sup>)

Dispêndio com a importação de gás natural - 2000-2005 (US\$ FOB)

	<b>Importação</b>	<b>Exportação</b>
<b>Ano</b>	<b>m<sup>3</sup></b>	
<b>2000</b>	<b>23.108.808,0</b>	<b>1.084.079,0</b>
<b>2001</b>	<b>24.242.503,0</b>	<b>6.428.480,0</b>
<b>2002</b>	<b>22.080.878,0</b>	<b>13.634.821,0</b>
<b>2003</b>	<b>20.384.149,0</b>	<b>14.030.030,0</b>
<b>2004</b>	<b>27.426.550,0</b>	<b>13.394.922,0</b>
<b>mar/05</b>	<b>6.230.470,0</b>	<b>2.748.333,0</b>

# ***FATORES METROLÓGICOS CONTRIBUÍNTES PARA O DESPERDÍCIO***

**ERRO/PRODUTO**

**INSTRUMENTAÇÃO INADEQUADA AO PROCESSO**

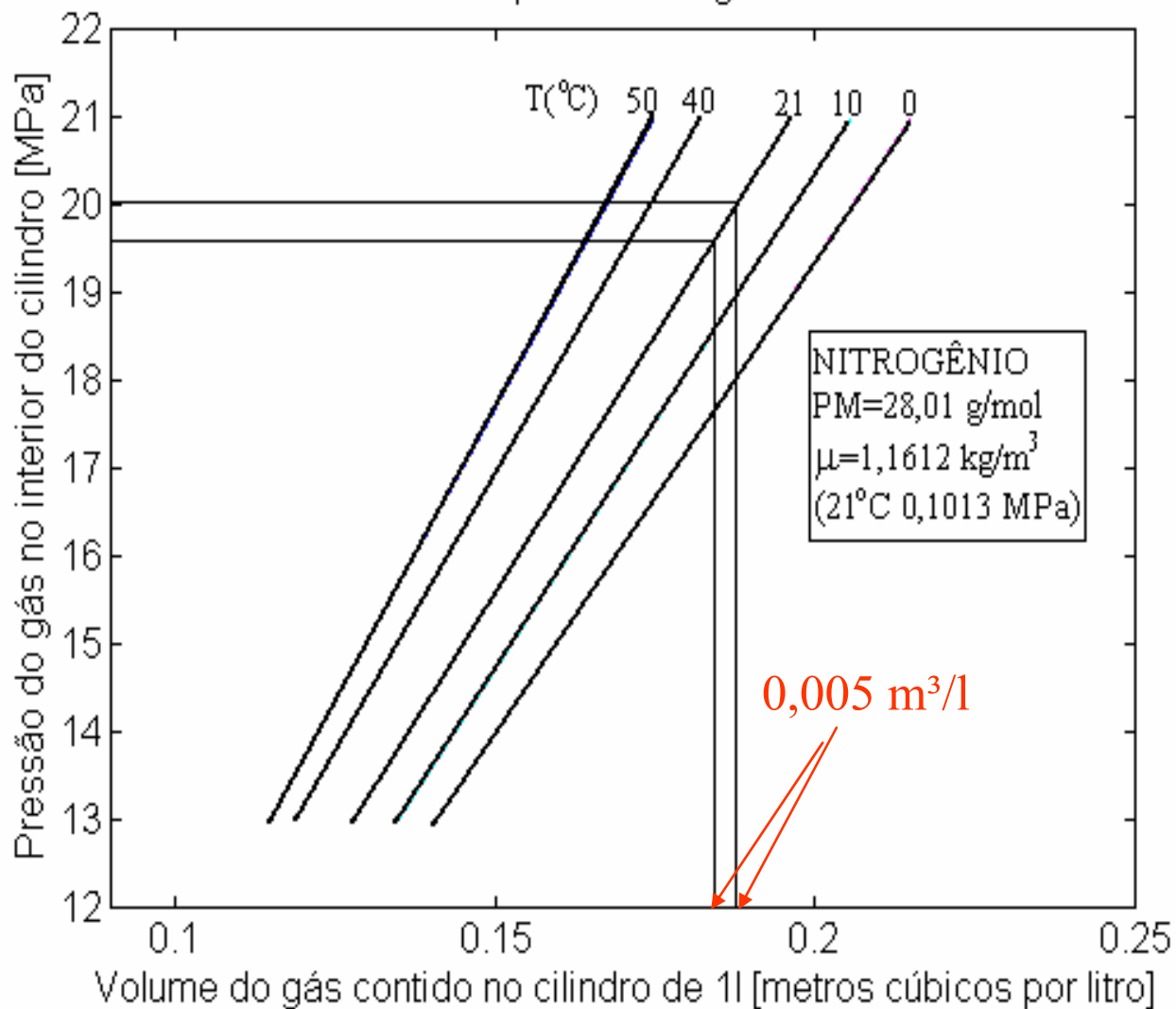
**INCERTEZA DE MEDIÇÃO/TOLERÂNCIA DO PROCESSO**



# ***Erro x Produto***



T=Temperatura do gás no interior do cilindro



$$50 \text{ L} \times 0,005 \text{ m}^3/\text{L} = 0,25 \text{ m}^3/\text{cilindro}$$

$$0,25 \text{ m}^3/\text{cilindro} \times 1000 \text{ cilindros} = 250 \text{ m}^3/\text{dia}$$

$$250 \text{ m}^3 \times 20 \text{ dias} = 5000 \text{ m}^3/\text{mês}$$

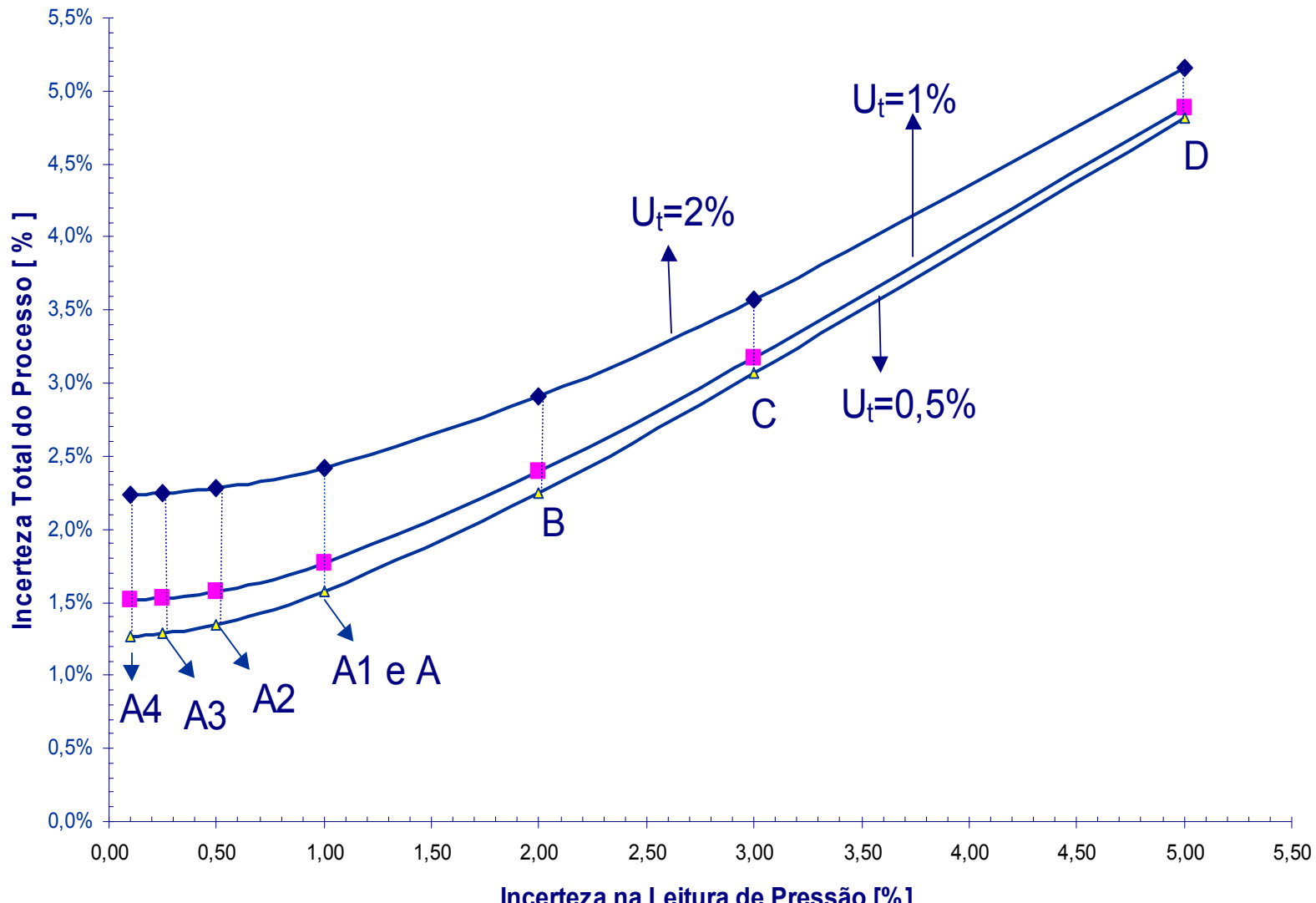
$$V_{(50 \text{ l}; 19 \text{ MPa}; 25^\circ \text{ c})} = 10,2 \text{ m}^3$$



$$\text{Número de cilindros comprometidos} = \frac{5000 \text{ m}^3}{10,2 \text{ m}^3} = 490 \text{ cilindros}$$

# ***Instrumentação Inadequada ao processo***







Ministério do Desenvolvimento  
Indústria e Comércio Exterior



# ***Incerteza de Medição***

## ***ASTM D 1298 -05***

### ***Item 5.1***

***Accurate determination of the density, relative density (specific gravity), or API of Petroleum and its products is necessary for the conversion of measured volumes to volumes or masses, or both, at the standard reference temperatures during custody transfer.***

Fontes de Incerteza	Valor	Distribuição	Divisor	Coef. e Sensibilidade	Incerteza g/cm <sup>3</sup>	Graus de liberdade
Limite inferior da densidade corrigida para 20 <sup>0</sup> C $\rho_{20(1)}$	0,0001	retangular	$\sqrt{3}$	0,8	0,000046	$\infty$
Certificado do densímetro $\rho_{medida}$	0,0003	normal	2	1	0,00015	$\infty$
Limite inferior da densidade observada $\rho_1$	0,0001	retangular	$\sqrt{3}$	0,8	0,000046	$\infty$
Limite superior da densidade corrigida para 20 <sup>0</sup> C $\rho_{20(2)}$	0,0001	retangular	$\sqrt{3}$	0,2	0,000012	$\infty$
Limite superior da densidade observada $\rho_2$	0,0001	retangular	$\sqrt{3}$	0,2	0,000012	$\infty$
Certificado de calibração do termômetro	0,12 <sup>0</sup> C	Normal	2	0,0008 / <sup>0</sup> C	0,000048	$\infty$
<b>Incerteza Combinada</b>		<b>normal</b>			<b>0,00015</b>	$\infty$
<b>Incerteza Expandida (95%:k=2)</b>		<b>normal</b>			<b>0,00030</b>	$\infty$

$$U=0,0003 \text{ g/cm}^3 = 0,3 \text{ kg/m}^3$$

**Abastecimento de veículo tanque de  $32 \text{ m}^3$**

$$=32 \text{ m}^3 \cdot 0,3 \text{ kg/m}^3 = 9,6 \text{ kg}$$

• **Abastecimento de 500 Caminhões de  $32 \text{ m}^3$  por dia**

$$= 9,6 \text{ kg} \cdot 500 = 4800 \text{ kg}$$

• **Balanço em 20 dias de Abastecimento (kg)**

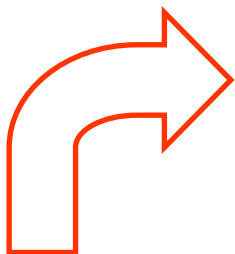
$$= 4800 \text{ kg} \cdot 20 \text{ dias} = 96000 \text{ kg}$$

• **Balanço em 20 dias de Abastecimento ( $\text{m}^3$ )**

$$\rho_{\text{gasolina}} (\text{kg/m}^3) = \frac{m(\text{kg})}{V(\text{m}^3)} \quad V(\text{m}^3) = \frac{m(\text{kg})}{\rho(\text{kg/m}^3)} \quad V(\text{m}^3) = \frac{96000(\text{kg})}{789,5(\text{kg/m}^3)} = 121,6 \text{ m}^3$$

• **Número de Caminhões Tanque de 32 m<sup>3</sup> comprometido a cada 20 dias**

$$= \frac{121,6m^3}{32m^3} = 3,8$$



• ***Volume (L) Comprometido em 12 meses***

$$= 3,8 \cdot 32000 \text{ L} \cdot 12 = 1\,459\,151 \text{ L}$$

• ***Capital ( US\$) comprometido em 12 meses***

$$= 1\,459\,151 \text{ L} \cdot \text{US\$ } 0,67 = \text{US\$ } 972\,768$$

TABELA 3 – Exatidão do Método

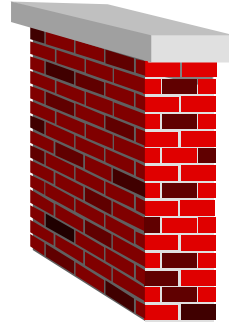
Produto	Grandeza	Temperatura °C (°F)	Unidades	Repetitividade	Reprodutibilidade
Transparente	Densidade	-2 a 24,5 (29-76)	kg/m <sup>3</sup>	0,5	1,2
			kg/L ou g/mL	0,0005	0,0012
Baixa – Viscosidade Líquidos	Densidade Relativa	(42-78)	Nenhuma	0,0005	0,0012
	API		°API	0,1	0,3

• **Tolerância da Norma ( 0,5 kg/m<sup>3</sup> )**

$$= US\$ 972768 \cdot \frac{5}{3} = US\$ 1621279$$

• **Capital comprometido**

## ***A METROLOGIA COMO UMA***



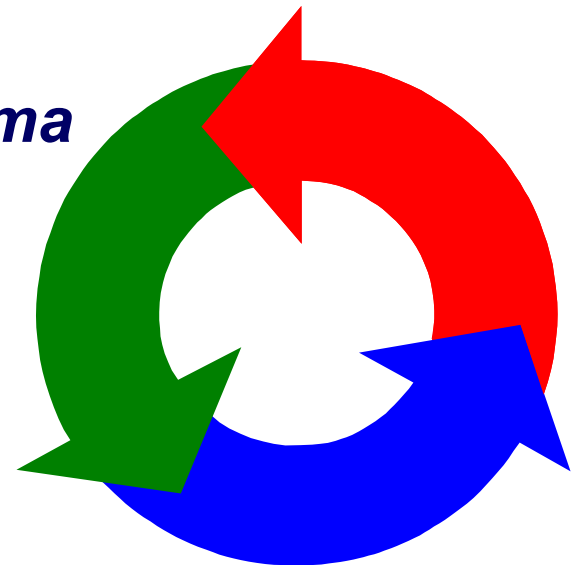
## ***BARREIRA COMERCIAL***

### ***• A METROLOGIA NO CICLO DA ISO 9000***

***Aquisição e controle da matéria prima***

***Controle de processo***

***Características do produto final***



***Qualidade***



```
graph TD; Q[Qualidade] --- M[Metrologia]; Q --- N[Normalização]; M --- N;
```

***Metrologia***

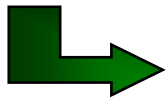
***Normalização***

# ***Metrologia e Qualidade***

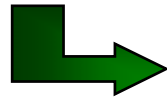
*“Se você não pode medir algo, não pode melhorá-lo.”*

***Lord Kelvin***

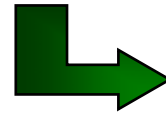
***Qualidade***



***Controle***



***Medição Adequada***



***Metrologia***

# GRUPOS DE USUÁRIOS DE UM LABORATÓRIO DE METROLOGIA



**METROLOGIA , NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE**



**CERTIFICADOS PARA O AUDITOR**

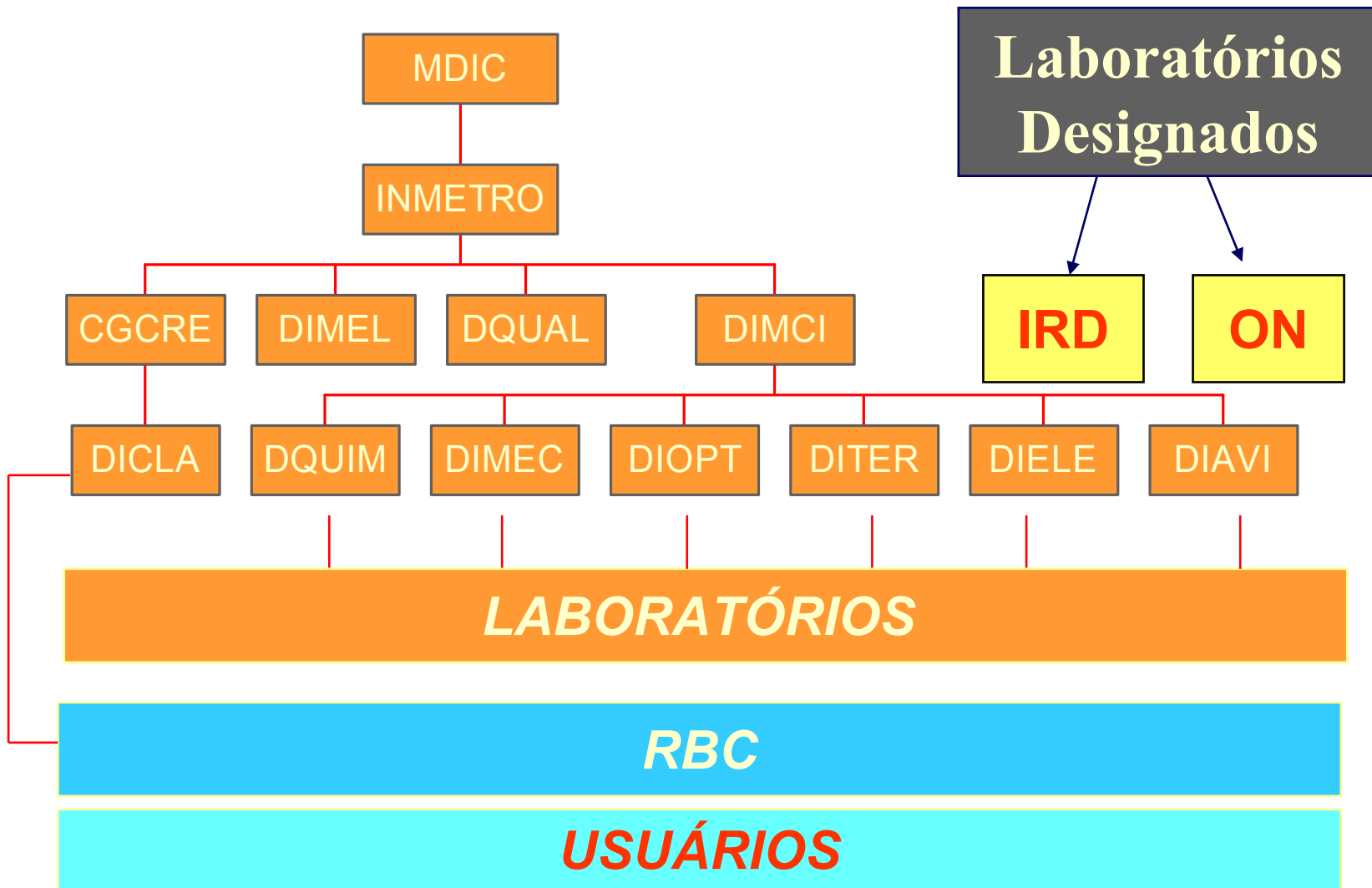


**METROLOGIA ???**

**SINMETRO**

**CONMETRO**

**INMETRO**



**2 213 600 m<sup>2</sup>**

**48 915 m<sup>2</sup> (Área construída)**

**ADMINISTRAÇÃO**

**DIMEC**

**DIMAT**

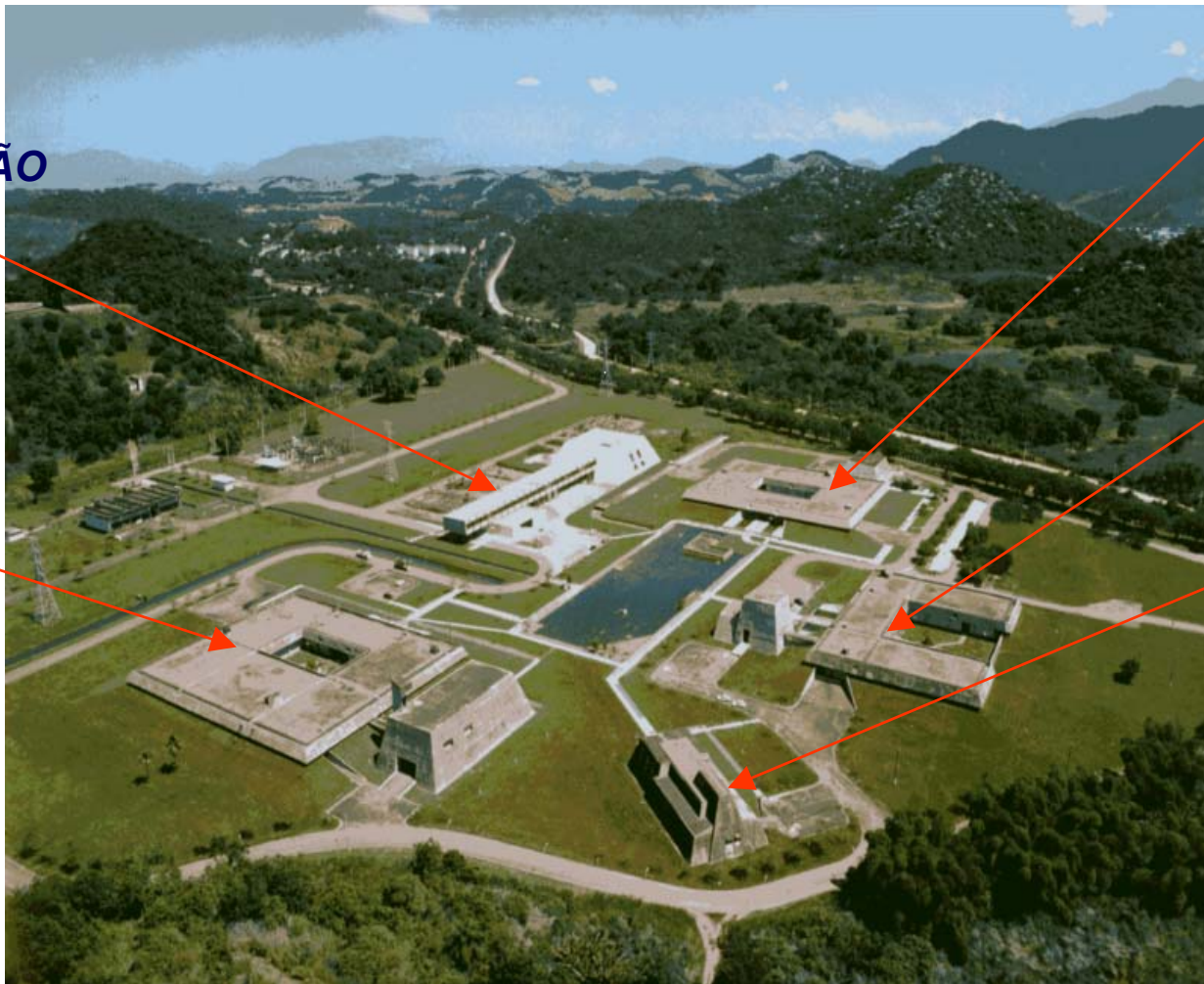
**DIOPT**

**DITER**

**DIQUIM**

**DIELE**

**DIAVI**



***DIOPT***  
***(DIVISÃO DE METROLOGIA***  
***ÓPTICA)***

***Laboratório de Interferometria***  
***Laboratório de Fotometria***  
***Laboratório de Radiometria***

***DIAVI***  
***(DIVISÃO DE METROLOGIA***  
***ACÚSTICA E DE VIBRAÇÕES***

- ***Laboratório de Eletroacústica***
- ***Laboratório de Ensaios Acústicos***
- ***Laboratório de Vibrações***

## ***DIELE***

### ***(DIVISÃO DE METROLOGIA ELÉTRICA)***

- ***Laboratório de Tensão e Corrente***
- ***Laboratório de Resistência***
- ***Laboratório de Capacitância e Indutância***
- ***Laboratório de Potência e Energia***
- ***Laboratório de Transformadores***

## ***DITER***

### ***(DIVISÃO DE METROLOGIA TÉRMICA)***

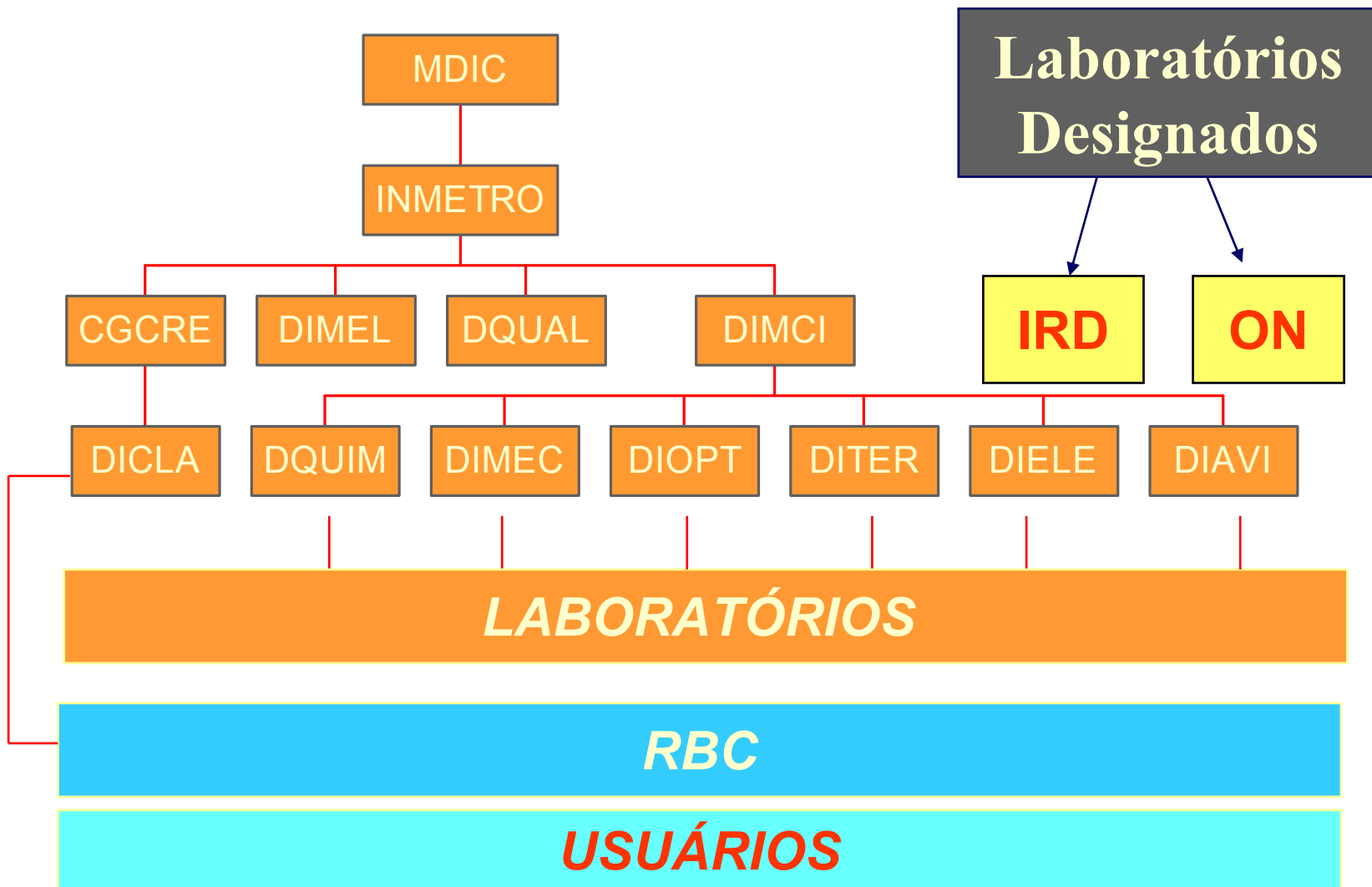
- ***Laboratório de Termometria***
- ***Laboratório de Pirometria***
- ***Laboratório de Higrometria***
- ***Laboratório de Criogenia***
- ***Laboratório de Caracterização de Propriedades Termo-Físicas***

## ***DIMEC*** ***(DIVISÃO DE*** ***METROLOGIA MECÂNICA)***

- ***Laboratório de Fluidos***
- ***Laboratório de Força e Dureza***
- ***Laboratório de Massa***
- ***Laboratório de Metrologia Dimensional***
- ***Laboratório de Pressão***

## ***DQUIM*** ***(DIVISÃO DE*** ***METROLOGIA QUÍMICA)***

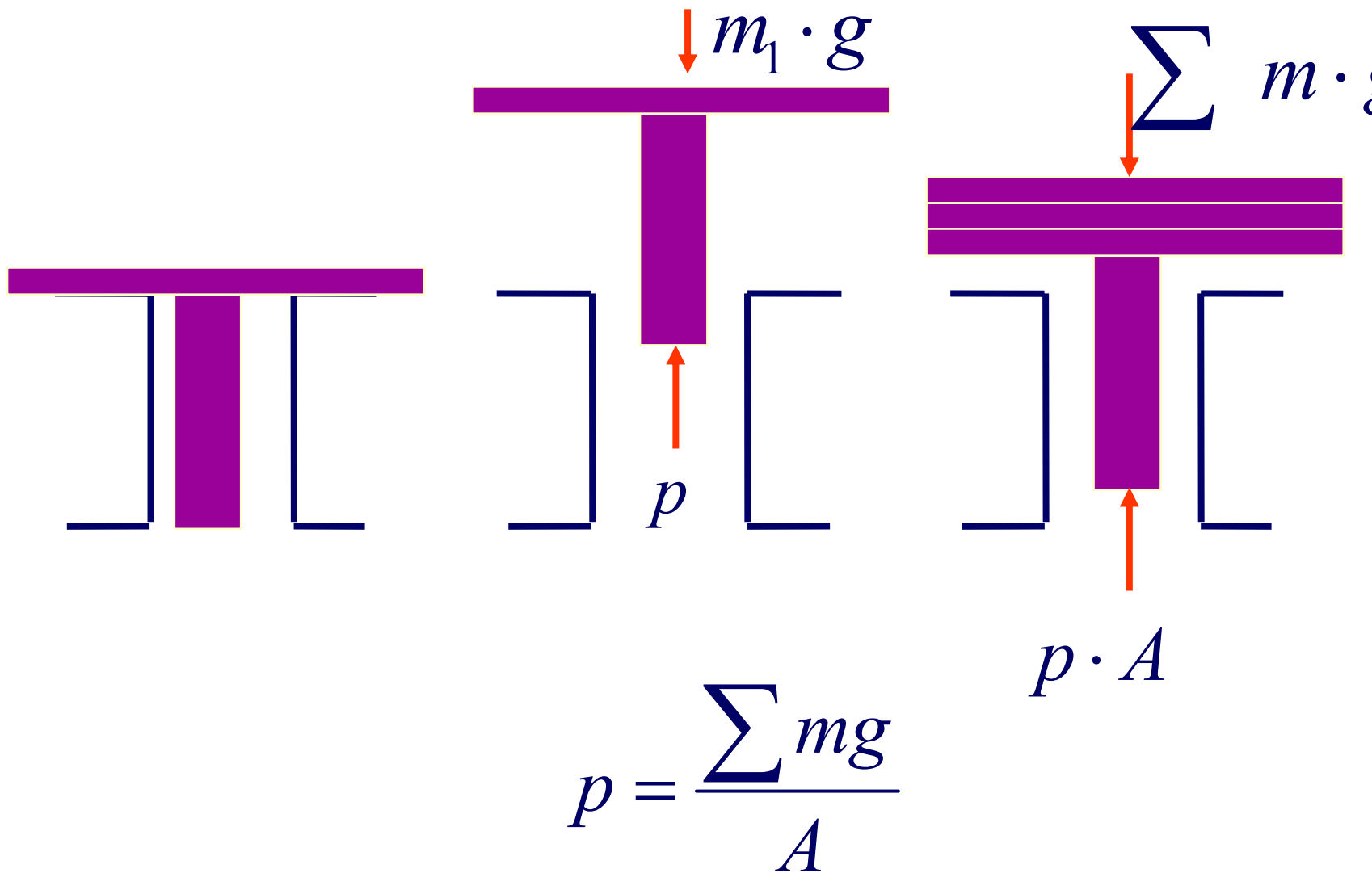
- ***Laboratório de Eletroquímica***
- ***Laboratório Cromatografia***
- ***Laboratório de Motores e Combustíveis***



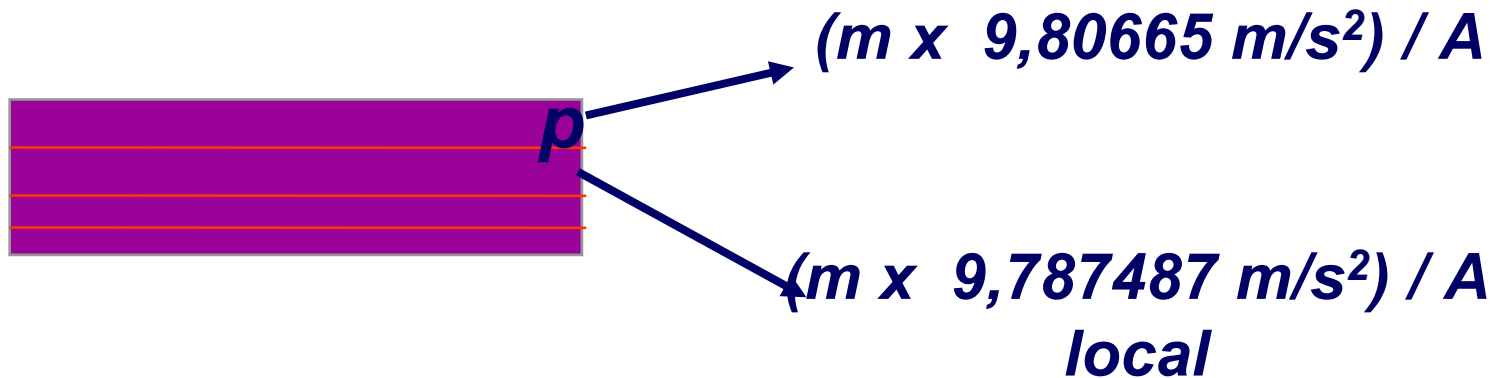
***Rastreabilidade (ISO 9000 )***

***X***

***Confiabilidade (NBR ISO/IEC 17025)***



# ***RASTREABILIDADE X CONFIABILIDADE METROLÓGICA***



$$\Delta P\% = (1 - 9,787487 / 9,80665) \times 100 \cong 0,2\%$$



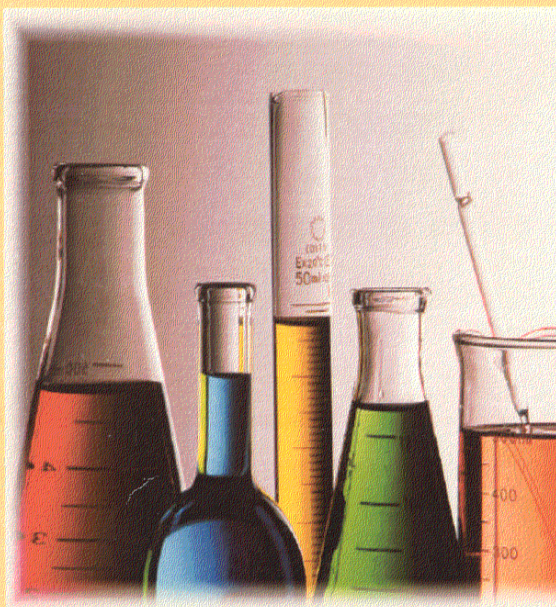
ASSOCIAÇÃO  
BRASILEIRA  
DE NORMAS  
TÉCNICAS

do Desenvolvimento



## Vocabulário Internacional de Termos Fundamentais Gerais de Metrologia -

Portaria Inmetro 029 de 1995.



## Guia para a Expressão da Incerteza de Medição

Terceira Edição Brasileira  
*Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement*  
Edição Revisada (agosto de 2003)

ABNT NBR ISO/IEC

requisitos gerais para a  
e laboratórios de ensaio

General requirements for the  
testing and calibration laboratories



# ***Vocabulário Internacional de Metrologia ( VIM )***

# Vocabulário Internacional de Termos Fundamentais e Gerais de Metrologia - VIM

Portaria Inmetro 029 de 1995.



# **1. GRANDEZAS E UNIDADES**

## **1.1 Grandeza (mensurável) [(measurable) quantity / grandeur (mesurable) ], f**

*Atributo de um fenômeno, corpo ou substância que pode ser qualitativamente distinguido e quantitativamente determinado.*

## 1.12 Sistema Internacional de Unidades - SI [International System of Units, SI / Système International d'Unités, SI ], m

Grandeza	Unidade SI	
	Nome	Simbolo
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

# HIERARQUIA DO SISTEMA METROLÓGICO



## 2.6 Mensurando [mensurand/mesurand ], m

Objeto da medição

Grandeza específica submetida à medição.

Exemplo:

Pressão de vapor de uma dada amostra de água a 20° C.

Observação:

A especificação de um mensurando pode requerer informações de outras grandezas como tempo, temperatura ou pressão.

## **1.19 Valor verdadeiro (de uma grandeza) [true value (of a quantity) / valeur vraie (d'une grandeur) ], m**

Valor consistente com a definição de uma dada grandeza específica.

Observações:

- 1) É um valor que seria obtido por uma medição perfeita;
- 2) Valores verdadeiros são, por natureza, indeterminados.
- 3) O artigo indefinido “um “é usado, preferivelmente ao artigo definido “o “em conjunto com “valor verdadeiro “, porque podem haver muitos valores consistentes com a definição de uma dada grandeza específica

## **1.20 Valor verdadeiro convencional (de uma grandeza) [conventional true value (of a quantity) / valeur conventionnellement vraie (d'une grandeur) ], m**

Valor atribuído a uma grandeza específica e aceito, às vezes por convenção, como tendo uma incerteza apropriada para uma dada finalidade.

## 2. MEDIÇÕES

### 2.1 Medição [ measurement / mesurage ], f

Conjunto de operações que tem por objetivo determinar um valor de uma grandeza.

Observação:

As operações podem ser feitas automaticamente.

## 3. RESULTADOS DE MEDIÇÃO

### 3.1 Resultado de uma medição [result of a measurement / résultat d'un mesurage ], f

Valor atribuído a um mensurando obtido por medição.

Observações:

1) Quando um resultado é dado, deve-se indicar claramente se ele se refere:

- à indicação;
- ao resultado não corrigido;
- ao resultado corrigido;

e, se corresponde ao valor médio de várias medições.

2) Uma expressão completa do resultado de uma medição inclui informações sobre a incerteza de medição.

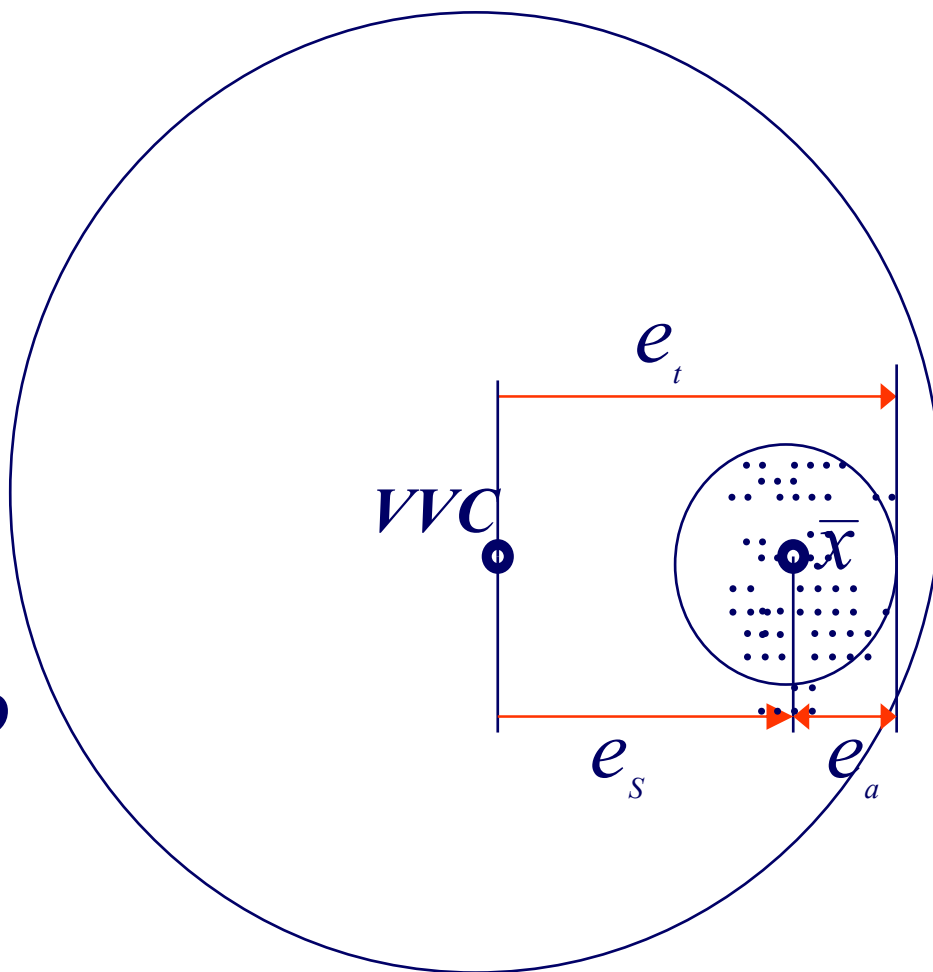
### **3.3 Resultado não corrigido [uncorrected result / résultat brut ], m**

Resultado de uma medição antes da correção devido aos erros sistemáticos.

$e_s$  = erro sistemático

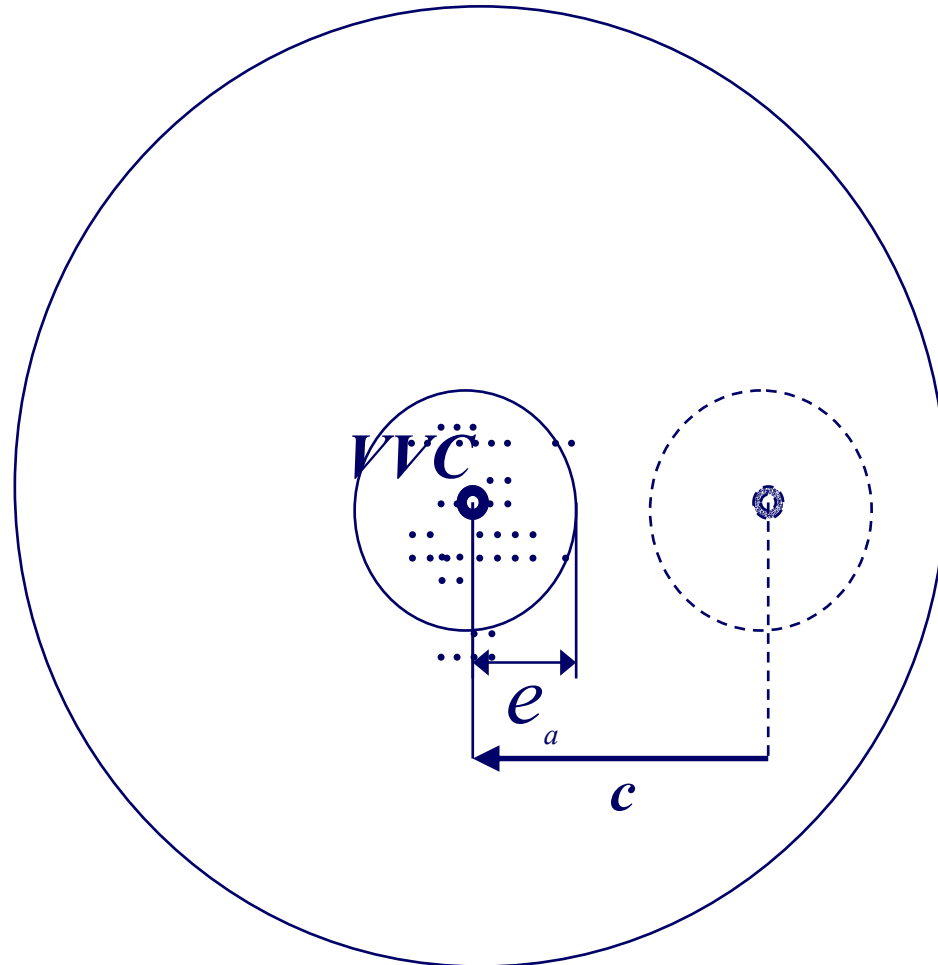
$e_a$  = erro aleatório

$e_t$  = erro total



### **3.4 Resultado corrigido [corrected result / résultat corrigé ], m**

Resultado de uma medição após a correção devido aos erros sistemáticos.



**$c$  = correção**

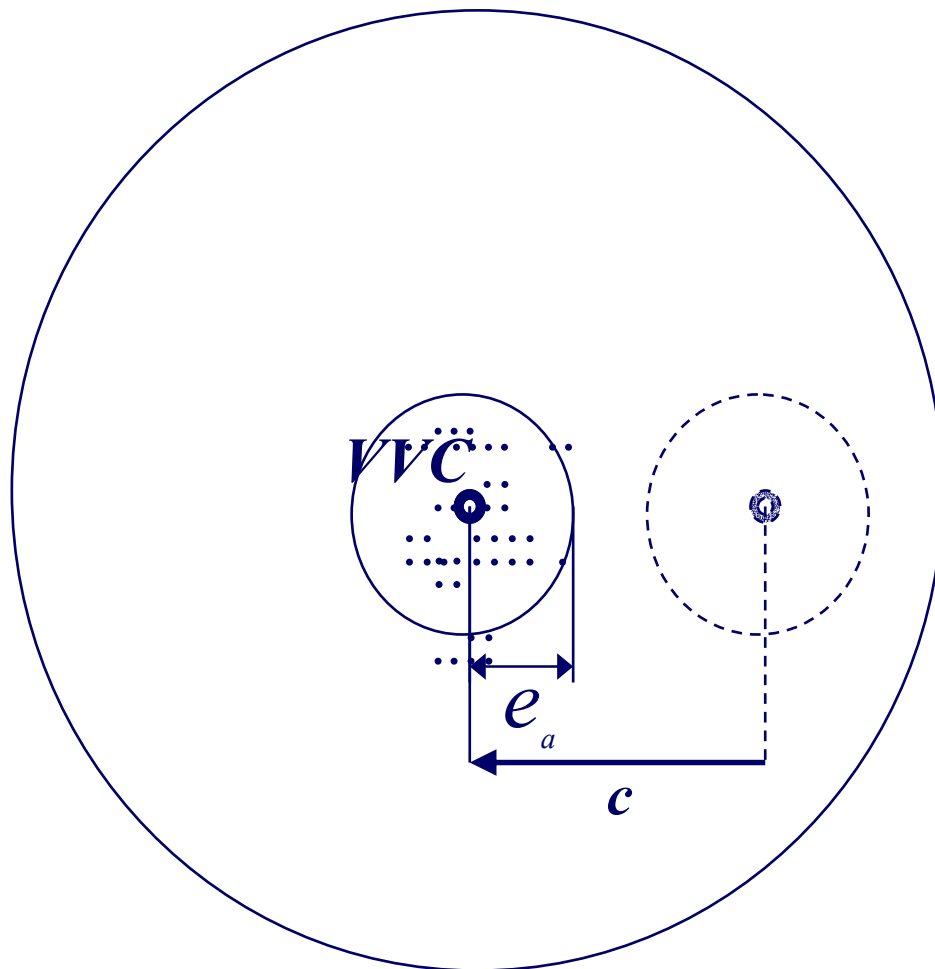
**$e_a$  = erro aleatório**

## 3.5 Exatidão de medição [accuracy of measurement / exactitude de mesure ], f

Grau de concordância entre o resultado de uma medição e um valor verdadeiro do mensurando.

Observações:

- 1) Exatidão é um conceito qualitativo;
- 2) O termo **precisão** não deve ser utilizado como exatidão;

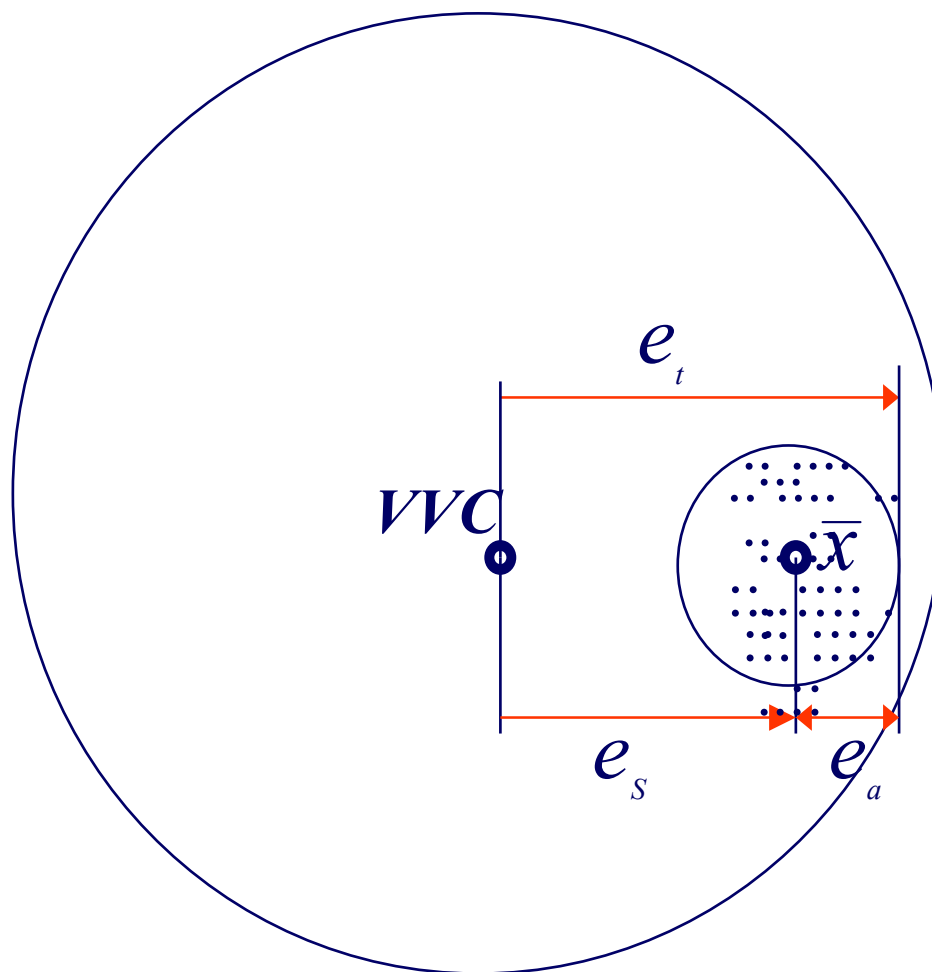


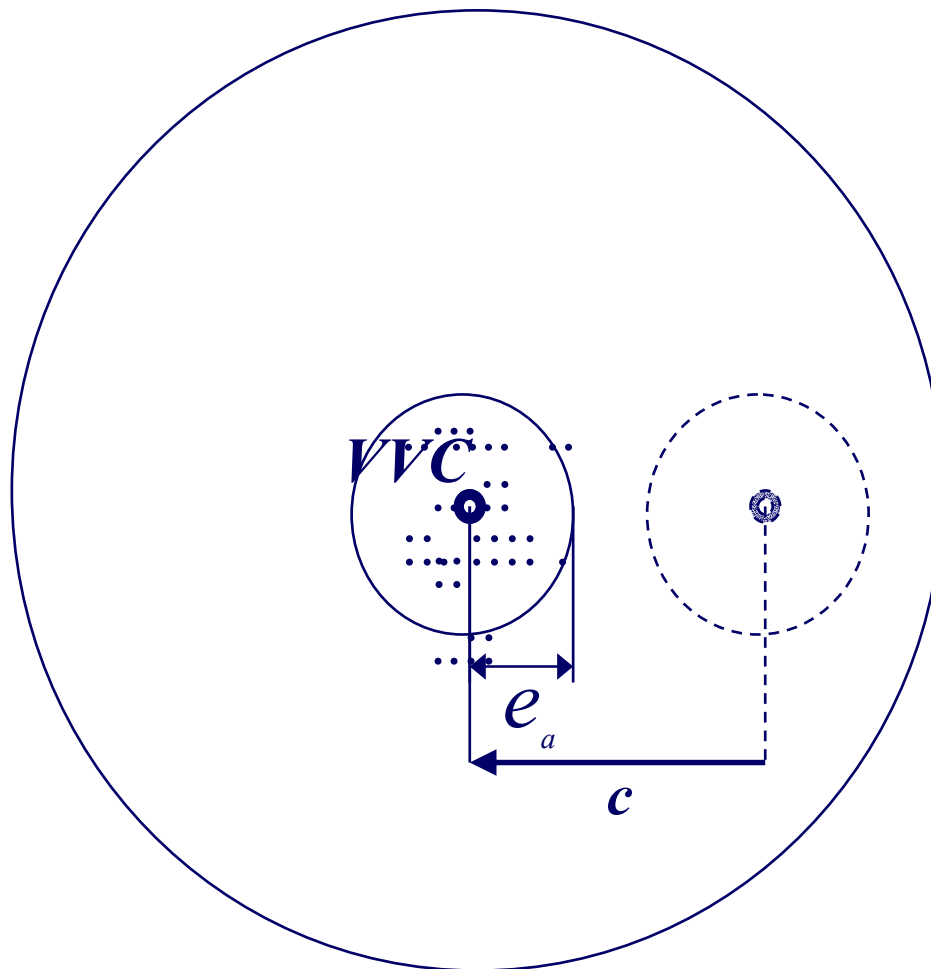
**$c$  = correção**

**$e_a$  = erro aleatório**

### **3.6 Repetitividade (de resultados de medições ) [repeatability ( of results of measurement ) / répétabilité (des résultats de mesurage) ], f**

Grau de concordância entre os resultados de medições sucessivas de um mesmo mensurando efetuadas sob as mesmas condições de medição.





## 3.9 Incerteza de Medição, $f$ ( uncertainty of measurement , incertitude de mesure)

Parâmetro, associado ao resultado de uma medição, que caracteriza a dispersão dos valores que podem ser fundamentadamente atribuídos a um mensurando.

Observações:

1) O parâmetro pode ser, por exemplo, um desvio padrão (ou um múltiplo dele), ou a metade de um intervalo correspondente a um nível de confiança estabelecido.

2) A incerteza de medição compreende, em geral, muitos componentes. Alguns destes componentes podem ser estimados com base na distribuição estatística dos resultados das séries de medições e podem ser caracterizados por desvios padrão experimentais. Os outros componentes, que também podem ser caracterizados por desvios padrão, são avaliados por meio de distribuição de probabilidades assumidas, baseadas na experiência ou em outras informações.

3) Entende-se que o resultado da medição é a melhor estimativa do valor do mensurando, e que todos os componentes da incerteza, incluindo aqueles resultantes dos efeitos sistemáticos, como os componentes associados com correções e padrões de referência, contribuem para a dispersão.



# *O Resultado de Medição*

## ***APLICABILIDADES DE UM RESULTADO DE MEDIÇÃO***

- ***Comercializar Produtos***
- ***Inspeccionar materiais***
- ***Apoiar um decisão judicial***
- ***Melhorar a qualidade dos produtos***
- ***Estimar Lucratividade***
- ***Comparação visando o mútuo reconhecimento entre laboratórios, sistemas metrológicos, etc***

## 3. RESULTADOS DE MEDIÇÃO

3.1 Resultado de uma medição [result of a measurement / résultat d'un mesurage ], f

Valor atribuído a um mensurando obtido por medição.

Observações:

1) Quando um resultado é dado, deve-se indicar claramente se ele se refere:

- à indicação;
- ao resultado não corrigido;
- ao resultado corrigido;

e, se corresponde ao valor médio de várias medições.

2) Uma expressão completa do resultado de uma medição inclui informações sobre a incerteza de medição.

# ***Medição, segundo o VIM:***

***Conjunto de operações que tem por objetivo determinar um valor de uma grandeza***

## ***A Medição envolve:***

- Valor numérico***
- Unidade de medida***
- Incerteza associada***
- Aceitação, credibilidade e universalidade***



# *O ISO GUM 95*

# Guia para a Expressão da Incerteza de Medição

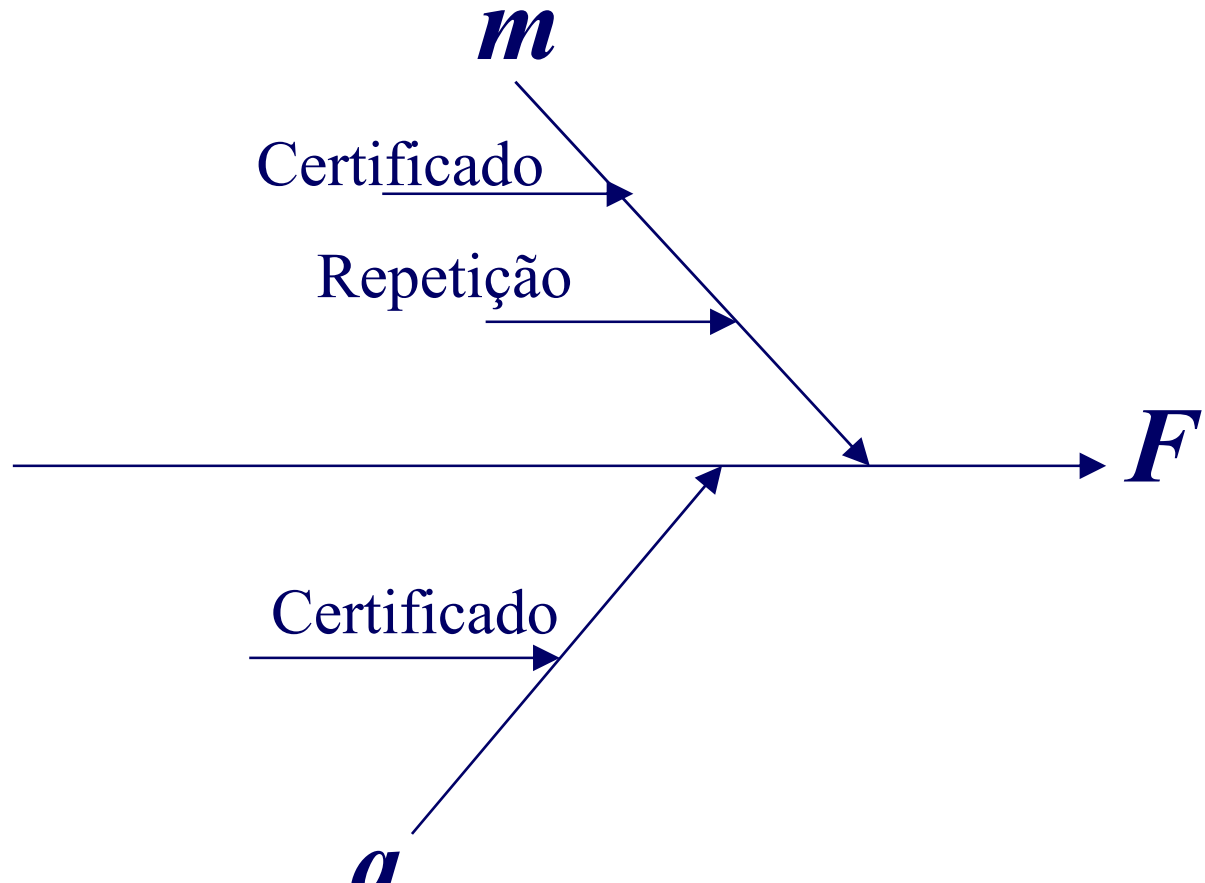
Terceira Edição Brasileira  
*Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement*  
Edição Revisada (agosto de 2003)

## ***Etapas para a Estimativa de Incerteza de Medição***

- ***Definir mensurando***
- ***Diagrama Causa Efeito***
- ***Incertezas das grandezas de entrada***
- ***Coefficientes de Sensibilidade***
- ***Componentes de Incerteza***
- ***Incerteza padrão combinada***
- ***Graus de liberdade efetivos***
  - ***Fator de Abrangência***
- ***Incerteza expandida***

-  $F = m \cdot a$      $m = 10 \text{ kg}$      $a = 9,80665 \text{ m} / \text{s}^2$

II -



# I - INCERTEZAS DAS GRANDEZAS DE ENTRADA

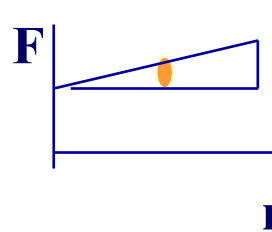
**Massa**

$$u_m = 0,01072g$$

**Aceleração da gravidade**

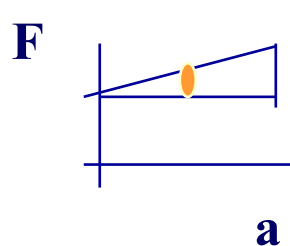
$$u_a = 0,0001 \times 10^{-6} m / s^2$$

# IV - COEFICIENTES DE SENSIBILIDADE



$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{F}{m} = \frac{ma}{m} = a$$

$$c_{i(m)} = \frac{\partial F}{\partial m} = a = 9,80665 m / s^2$$



$$\operatorname{tg} \beta = \frac{F}{a} = \frac{ma}{a} = m$$

$$c_{i(a)} = \frac{\partial F}{\partial a} = m = 10kg$$

## V - CONTRIBUIÇÕES DE INCERTEZA

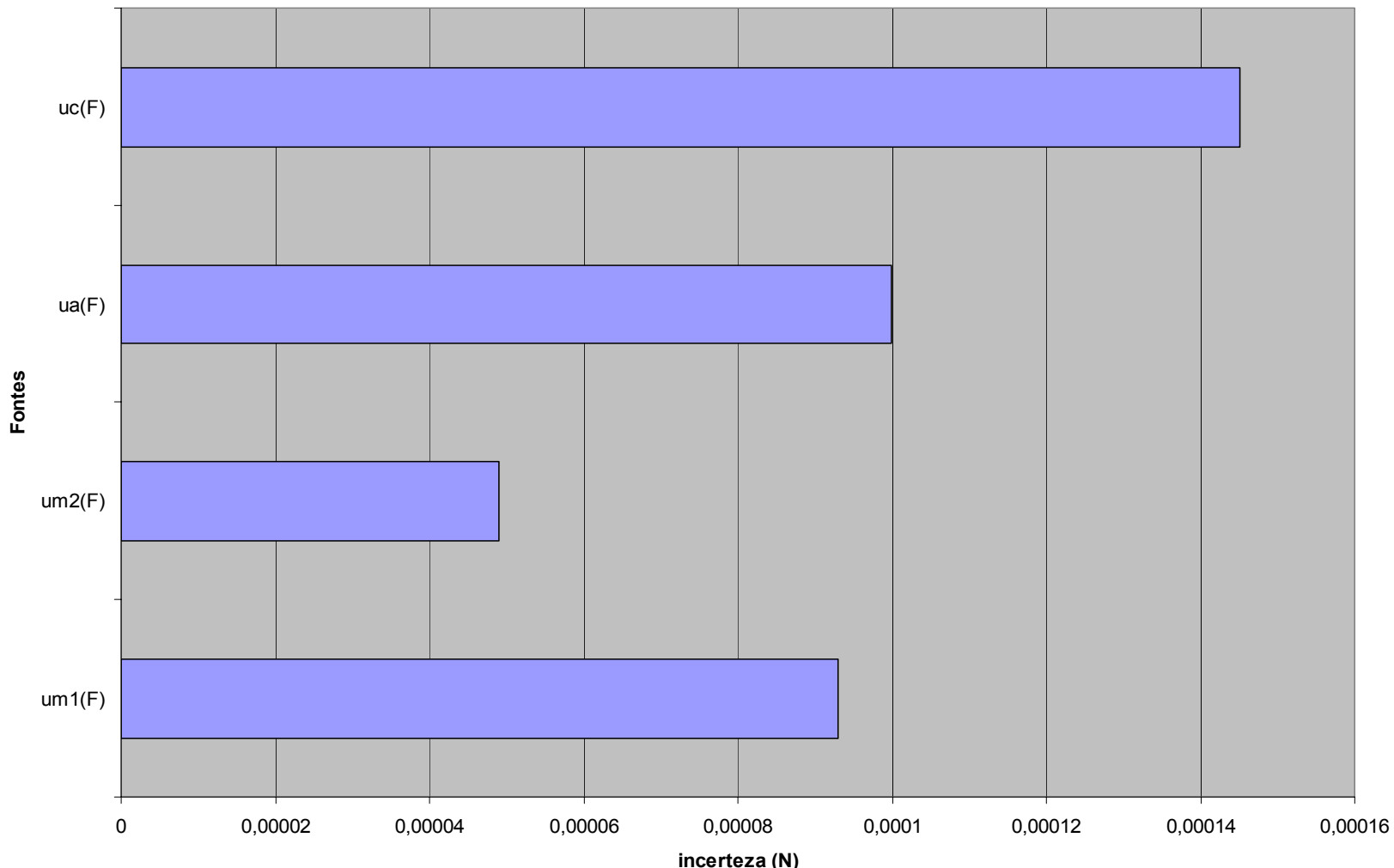
$$u_{F(m)} = C_{i(m)} \cdot u_m = 9,80665 m/s^2 \cdot 0,01072 \cdot 10^{-3} kg = 0,000105 N$$

$$u_{F(a)} = C_{i(a)} \cdot u_a = 10 kg \cdot 0,0001 m/s^2 = 0,0001 N$$

## - INCERTEZA COMBINADA

$$u_{F(N)} = \sqrt{0,000105^2 + 0,0001^2} = 0,000145 N$$

### Balanco das incertezas



## I - **GRAUS DE LIBERDADE EFETIVO**

$$v = \frac{0,000145^4}{\frac{(9,80665m/s^2 \cdot 0,009487 \cdot 10^{-3}kg)^4}{9}} = 53 \longrightarrow k=2,006$$

## II - **INCERTEZA EXPANDIDA**

$$U_F = 0,000145N \cdot 2 = 0,0003N$$

## III - **RESULTADO DE MEDIÇÃO**

$$F = 10kg \cdot 9,80665m/s^2 = 98,0665N$$

$$F = 98,0665N \pm 0,0003N; k = 2,006; 95\%$$



# *Conclusões*

- *Principalmente em Química, onde o valor do mensurando é bem pequeno, é importante uma interpretação da incerteza de medição do resultado porque sem esta avaliação poderá ocorrer uma decisão equivocada.*
- *De acordo com as discussões apresentadas, o fator metrológico é responsável por grande parte dos prejuízos ocasionados pelo desperdício.*

*Os fatores metrológicos que impactam no desperdício do produto interno bruto (PIB) são:*

*a) Erro x Produto;*

*b) Instrumentação inadequada a processo de medição;*

*c) Incerteza de Medição e tolerância de uma norma*

• *O desperdício ocasionado pela incerteza do resultado de medição ou a tolerância da norma ASTM D 1298 na determinação da densidade de uma gasolina justifica:*

*a) o investimento de recursos para o desenvolvimento de um densímetro de melhor qualidade metrológica;*

*b) a revisão da norma ASTM D 1298 tendo como base as informações do ISO GUM 95;*

- *O ISO GUM 95, além de harmonizar o cálculo da estimativa da incerteza de um resultado de medição, se estabelece como uma ferramenta poderosa no auxílio da especificação da instrumentação adequada à tolerância de um processo.*

*Após a determinação de uma incerteza de medição deve-se sempre interpretar o seu valor objetivando analisar :*

- o aspecto custo/benefício;*
- a adequação à tolerância de uma norma específica;*
- as prioridades de um processo específico de medição.*

***“UM LABORATÓRIO DE METROLOGIA  
DINÂMICO,  
É UMA CÉLULA IMPORTANTE (VITAL)  
PARA QUALQUER INDÚSTRIA QUE QUEIRA  
PRODUZIR  
COM UMA QUALIDADE ADEQUADA.”***

***Paulo R. G. Couto***



MUITO OBRIGADO

*Inmetro*

*Paulo Roberto Guimarães Couto*

*[prcouth@inmetro.gov.br](mailto:prcouth@inmetro.gov.br)*