

# Metrologia - Dominando a Incerteza em Laboratórios

Este e-book, apresentado por Alessandra Rogers da APR Solução em Metrologia e Qualidade, aborda a relevância da acreditação ISO/IEC 17025 para laboratórios de calibração e ensaio. O material é destinado a colaboradores e gestores técnicos que buscam compreender os requisitos, benefícios e a aplicabilidade prática desta norma essencial para a confiabilidade e reconhecimento dos resultados laboratoriais no mercado.

## Quem Sou: Alessandra Rogers

- **+20 anos de experiência:** Consultoria, auditoria e implementação de sistemas de gestão da qualidade em diversos setores, incluindo indústria, laboratórios e setor público.
- **Fundadora da APR Solução em Metrologia e Qualidade:** Apoio estratégico à acreditação de laboratórios conforme ISO/IEC 17025, montagem e validação de laboratórios, gestão de equipamentos e padrões.
- **Especialista e Auditora Líder:** Normas ISO 9001, ISO/IEC 17025 e ISO/IEC 17020, com experiência como avaliadora especialista do INMETRO e condução de auditorias internas e externas.
- **Formação Acadêmica:** Administração e Engenharia de Produção, MBA em Gestão de Processos e Projetos (ênfase em qualidade) e Mestranda em Metrologia e Qualidade no INMETRO.



por APR Solução em Metrologia e Qualidade



Instagram: @alessandra\_rogers\_

WhatsApp: 21-99944-2810

alessandraacp@hotmail.com

Site: [www.aprsolucao.com.br](http://www.aprsolucao.com.br)

LinkedIn: <https://www.linkedin.com/in/alessandra-rogers-b4837962/>

# 1. Por que medir não é apenas ler um número?

No mundo da indústria e da ciência, a medição é a base para decisões críticas sobre **qualidade, segurança e comércio**. No entanto, nenhuma medição é perfeita. Onde há medição, há dúvida: a chamada **Incerteza de Medição**.

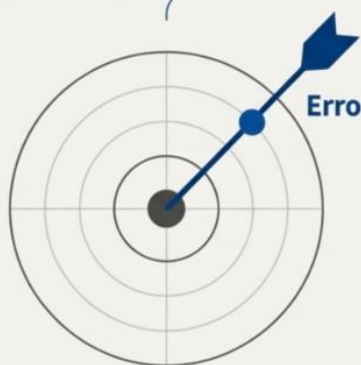
Dominar essa incerteza não é apenas um requisito técnico de normas como a **ISO/IEC 17025**, mas uma ferramenta estratégica para garantir a **confiabilidade metrológica** e evitar prejuízos ou riscos operacionais

## 2. Erro vs. Incerteza: Você sabe a diferença?

Muitas vezes confundidos, esses conceitos são distintos:

- **Erro de Medição:** É a diferença entre o valor medido e um valor de referência.
- **Incerteza de Medição:** É um parâmetro que caracteriza a dispersão dos valores que podem ser razoavelmente atribuídos ao mensurando.

**A ideia chave:** É impossível conhecer o "valor verdadeiro" com 100% de certeza; a incerteza quantifica essa "dúvida" de forma estatística e técnica.



**Erro (VIM 2.16):** A diferença entre o valor medido e um valor de referência. É um valor **único**, mas inerentemente **desconhecido**. Nosso objetivo é **corrigi-lo** sempre que possível (compensar efeitos sistemáticos).



**Incerteza (VIM 2.26):** A 'dúvida' quantificada sobre o resultado da medição. Não é um único valor, mas um **intervalo** no qual o valor verdadeiro do mensurando provavelmente se encontra. Nosso objetivo é **calculá-la e reportá-la**.

# 3. De onde vem a dúvida? (O Diagrama de Ishikawa)

A incerteza não surge do nada. Ela é composta por diversas fontes que devem ser mapeadas:

- **Instrumento:** Resolução, estabilidade e histerese.
- **Método:** O procedimento utilizado.
- **Ambiente:** Impacto da temperatura, pressão atmosférica e umidade.
- **Operador:** Variações causadas pelo analista.
- **Padrão:** A incerteza herdada do certificado de calibração (Rastreabilidade).

## Mapeando o Terreno: O Diagrama de Causa e Efeito

O Diagrama de Ishikawa (espinha de peixe) é uma ferramenta essencial para identificar e organizar sistematicamente todas as fontes potenciais de incerteza em um processo de medição



# 4. Como quantificar a incerteza?



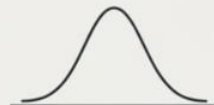
Seguindo as diretrizes internacionais do **Guia GUM**, as incertezas são classificadas em:

- **Avaliação Tipo A:** Avaliada por métodos estatísticos através de séries de medições repetidas (repetitividade).
- A incerteza devido a efeitos aleatórios é quantificada através da análise estatística de medições repetidas. O processo é:

1. Realizar N Medições	2. Calcular a Média ( $\bar{x}$ )	3. Calcular o Desvio Padrão Experimental (s)	4. Calcular a Incerteza Padrão Tipo A ( $u_A$ )																						
Sob condições de repetibilidade, coletar uma série de leituras ( $n \geq 10$ é uma boa prática).	Nossa melhor estimativa do valor.	Mede a dispersão dos dados individuais em torno da média.	É o desvio padrão da *média*, que diminui com o aumento do número de medições.																						
<table border="1"><thead><tr><th>Leitura</th><th>Pressão (bar)</th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td>5.01</td></tr><tr><td>2</td><td>4.98</td></tr><tr><td>3</td><td>5.03</td></tr><tr><td>4</td><td>5.00</td></tr><tr><td>5</td><td>4.97</td></tr><tr><td>6</td><td>5.02</td></tr><tr><td>7</td><td>4.99</td></tr><tr><td>8</td><td>5.03</td></tr><tr><td>9</td><td>4.98</td></tr><tr><td>10</td><td>5.01</td></tr></tbody></table>	Leitura	Pressão (bar)	1	5.01	2	4.98	3	5.03	4	5.00	5	4.97	6	5.02	7	4.99	8	5.03	9	4.98	10	5.01	$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$ $\bar{x} = 5,002 \text{ bar}$	$s = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n}}$ $s = 0,021 \text{ bar}$	$u_A = \frac{s}{\sqrt{n}}$ $u_A = \frac{0,021}{\sqrt{10}} \approx 0,0066 \text{ bar}$
Leitura	Pressão (bar)																								
1	5.01																								
2	4.98																								
3	5.03																								
4	5.00																								
5	4.97																								
6	5.02																								
7	4.99																								
8	5.03																								
9	4.98																								
10	5.01																								

- **Avaliação Tipo B:** Avaliada por outras informações, como certificados de calibração, especificações de fabricantes ou experiência anterior.
- Fontes tipo B são convertidas em incertezas padrão ( $u_B$ ) com base em uma distribuição de probabilidade assumida.

## Fonte 1: Certificado de Calibração do Padrão



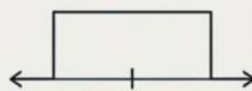
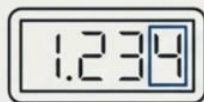
Distribuição Normal



$$u_{\text{Padrão}} = \frac{U}{k}$$

- Informação: Incerteza Expandida (U) e Fator de Abrangência (k), geralmente  $k=2$  para 95% de confiança.
- Distribuição: Normal (Gaussiana).

## Fonte 2: Resolução do Instrumento (Analogico ou Digital)



Distribuição Retangular



$$u_{\text{Resolução}} = \frac{\text{Resolução}/2}{\sqrt{3}}$$

- Informação: A menor divisão legível ou o último dígito do mostrador.
- Distribuição: Retangular (qualquer valor dentro do intervalo é igualmente provável).

O resultado final é a **Incerteza Expandida**, que fornece um intervalo de confiança (geralmente de 95%) para o seu resultado.

## 5. A importância da Calibração

A calibração não é apenas um selo no equipamento. Ela estabelece a relação entre o seu instrumento e padrões rastreáveis ao **Sistema Internacional de Unidades (SI)**. Sem calibração, não há base para o cálculo da incerteza e, conseqüentemente, não há garantia de qualidade.

**(5,02 ± 0,08) bar**

\*A incerteza de medição reportada é uma incerteza expandida, calculada usando um fator de abrangência  $k = 2$ , que corresponde a um nível de confiança de aproximadamente 95%.\*



### ■ Pronto para dominar seus resultados?

Expressar um resultado de medição corretamente — ex: (5,02 ± 0,05) bar — é o que diferencia um amador de um especialista que domina a incerteza.

### ■ Transforme a dúvida em confiança!

Ofecemos um treinamento completo de 16 horas (2 dias) focado na prática de cálculo de incerteza, interpretação de certificados e conformidade com as normas vigentes.

# ■ Onde a ISO/IEC 17025 se Insere nesse Contexto?

## Tópicos do Treinamento:

- Sistema Internacional de Unidades (SI) e Rastreabilidade.
- Estatística aplicada (Média, Desvio Padrão e Distribuições).
- Cálculo Prático de Incerteza Tipo A e Tipo B.
- Estudos de caso reais (Pressão, Temperatura, Comprimento)



■ **Entre em contato com nossa equipe e agende o treinamento para sua empresa!**

Instagram: @alessandra\_rogers\_

WhatsApp: 21-99944-2810

[alessandraacp@hotmail.com](mailto:alessandraacp@hotmail.com) e [contato@aprsolucao.com.br](mailto:contato@aprsolucao.com.br)

