



# NA SÉRIE METROLOGIA, ZÉ PACEL FALA SOBRE INCERTEZA DE MEDIDA

**Pergunta:** O que é incerteza de medida e como é determinada?

**Resposta elaborada por:** Kazuto Kawakita (kawakita@ipt.br) – IPT/UNTRM – Instituto de Pesquisas Tecnológicas / Unidade de Negócios em Tecnologias Regulatórias e Metrológicas



FONTE: WWW.ISTOCKPHOTO.COM/BR/FOTOS/INDUSTRIAL-INSTRUMENTATION

No cotidiano de uma indústria de papel são medidos diferentes parâmetros, seja para o monitoramento e o controle de processos produtivos, seja para a avaliação da qualidade de insumos e produtos.

## O valor do mensurando e sua incerteza

O propósito de uma medição é determinar o valor de uma grandeza denominada mensurando que, de acordo com o VIM [1], é a *grandeza que se pretende medir*. O mensurando é o objeto sujeito à medição de um fenômeno, corpo ou substância que pode ser distinguido qualitativamente e determinado quantitativamente. Por exemplo, a pressão do vapor d'água na saída da caldeira, a temperatura do ar quente na entrada do secador e a gramatura da folha de papel são mensurandos comuns.

A definição correta e completa do mensurando é vital para se obter bons resultados da medição. Entretanto, a imperfeição natural de um processo de medição torna impossível conhecer com certeza absoluta o valor verdadeiro de uma grandeza. Assim, todo resultado de medição carrega de forma implícita uma incerteza que, de acordo com o VIM, é um *parâmetro não negativo que caracteriza a dispersão dos valores atribuídos a um mensurando, com base nas informações utilizadas*.

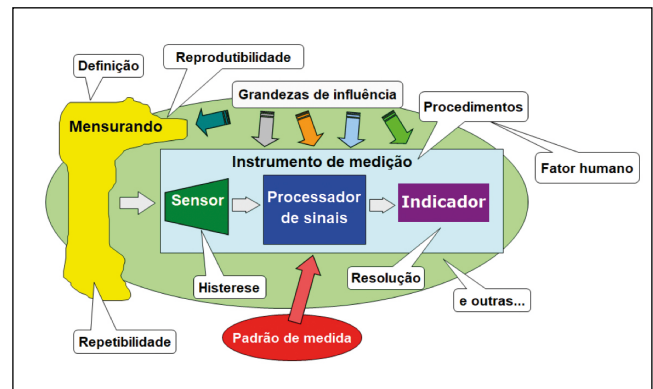
O resultado de uma medição deve incluir a melhor estimativa do valor do mensurando e uma indicação quantitativa da qualidade desse resultado, isto é, da sua incerteza, de modo

que aqueles que o utilizam possam avaliar a sua confiabilidade. Sem essa indicação, resultados de medição não podem ser comparados, seja entre eles mesmos ou com valores de referência fornecidos em uma especificação ou em uma norma técnica. Um resultado de medição que tenha associada a ele uma incerteza pequena tende a ser mais confiável que outro com uma incerteza maior. Dessa forma, na prática, a estimativa de incertezas de medida e a busca por sua redução são fundamentais para a melhoria dos processos, produtos e serviços.

## Como determinamos a incerteza de medida?

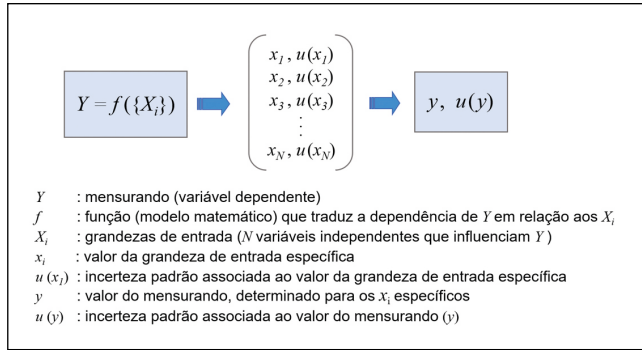
Para determinarmos a incerteza associada a uma medida devemos entender que ela pode se compor de contribuições de diversas fontes, algumas delas inevitáveis como a própria definição incompleta do mensurando, enquanto outras podem depender do princípio, do método e do procedimento de medição, do instrumento de medição utilizado e suas características metrológicas, da habilidade do executor das medições e da dispersão das medidas. Outras podem ser fruto das grandezas de influência que impactam a medição como os fatores ambientais ou a própria instabilidade do processo industrial em análise ou a não homogeneidade do material, a variabilidade nos componentes de uma mistura, o tempo, as reações químicas entre outras.

Apesar de as fontes de incerteza de cada processo e situação serem particulares, a Figura 1 ilustra esquematicamente um exemplo com as diferentes fontes de incerteza que podem afetar o valor medido por meio de um instrumento de medição.



FONTE: O AUTOR

**Figura 1.** Fontes de incerteza que podem afetar o resultado de uma medição



**Figura 2.** Determinação da incerteza associada ao valor do mensurando com base nas contribuições das incertezas das grandezas de entrada

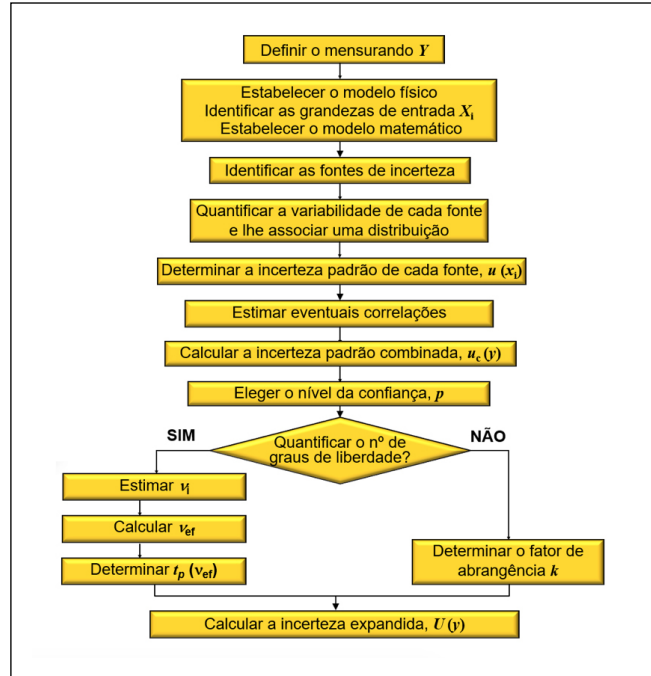
Na maioria dos casos, o modelo físico de uma medição pode ser representado por meio de um modelo matemático, podendo este ser simples ou complexo. Conforme ilustrado de forma simples na Figura 2, o modelo matemático é uma função  $f$ , que caracteriza o mensurando  $Y$  e que traduz a sua dependência em relação ao conjunto de grandezas de entrada  $X_i$ . Cada valor específico  $x_i$  das diferentes grandezas de entrada tem associada a ele uma incerteza  $u(x_i)$ . A combinação ordenada dessas grandezas de entrada  $x_i$  por meio da função matemática  $f$  permite a determinação do valor específico  $y$  do mensurando e a incerteza padrão  $u(y)$  associada a ele.

Dentre as diversas formas de se avaliar a incerteza de medição, o processo proposto pelo documento *Avaliação de dados de medição – Guia para a expressão de incerteza de medição – GUM* [2], Figura 3, talvez seja o mais utilizado atualmente nas áreas científica e industrial.



**Figura 3.** Guia para a expressão de incerteza de medição – GUM

Evidentemente, por limitações de espaço, não há como explicar o procedimento em detalhes nesta coluna da Revista *O Papel*. No entanto, de uma forma resumida, o diagrama da Figura 4 ilustra os passos para a determinação da incerteza associada à medida de um mensurando e que são descritos no Guia. Em essência, o método se baseia na aplicação de fundamentos e técnicas da Metrologia e da Esta-



**Figura 4.** Diagrama para a estimativa de incertezas de medida

tística na forma de uma sequência de etapas padronizadas para que, por exemplo, dois metrologistas diferentes, seguindo o mesmo procedimento, consigam obter resultados comparáveis ao final.

A aplicação correta desse processo requer do técnico o conhecimento dos fundamentos teóricos envolvidos e, principalmente, experiência prática na atividade metroológica particular, seja ela da área mecânica, elétrica, química ou de outra área. A ausência dessas condições torna o usuário, na maioria dos casos, um mero “piloto” de planilha de cálculo de incertezas obtendo, não raramente, resultados subestimados da real incerteza associada ao valor medido do mensurando.

O tema da avaliação de incertezas de medida é interessante e particularmente importante para profissionais que atuam em laboratórios ou no monitoramento e controle de processos industriais. ■

**Glossário:**

- [1] VIM – Vocabulário Internacional Metrologia VIM 2012 – Conceitos fundamentais e gerais e termos associados, 1ª Edição Luso Brasileira, Inmetro.
- [2] Avaliação de dados de medição – Guia para a expressão de incerteza de medição – GUM 2008, 1ª Edição Brasileira da 1ª Edição do BIPM de 2008: *Evaluation of measurement data – Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement (GUM)*.

**Coluna Pergunte ao Zé Pancel**

Envie suas dúvidas sobre o tema desta série especial (Metrologia) para as coordenadoras desta coluna: **Maria Luiza Otero D’Almeida**, pesquisadora na Unidade de Tecnologias Regulatórias e Metroológicas do IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas –, e **Viviane Nunes**, coordenadora Técnica da ABTCP, pelos e-mails: **malu@ipt.br** e **viviane@abtcp.org.br**

