



Comparação de Métodos de Cálculo da Incerteza para a implementação no SOFTCAL

Fernanda Campos de Araújo*
Alexandre Carvalho Leite**
Helder Siqueira de Carvalho***

Palavras-chave: Incerteza. Medição. Calibração. SOFTCAL®.

1 Introdução

De acordo com o resultado de uma medição séria deve exprimir o grau de confiança que é depositado pelo experimentador (QUALINCERT, 2007). Como é impossível obter uma Indicação exata, o erro provável envolvido deve sempre ser informado por meio de um parâmetro denominado *incerteza*.

Segundo o vocabulário Internacional de Termos Básicos e Gerais em Metrologia (INMETRO, 1995) incerteza pode ser definida por: “Um parâmetro associado ao resultado de uma medição, que caracteriza a dispersão dos valores que podem com razoabilidade ser atribuídos ao mensurado”.

Neste artigo serão apresentados os principais métodos utilizados para calcular a incerteza na medição e será feita uma comparação entre os métodos: método dos mínimos quadrados (NICHOLAS, 2001). Método ISO GUM (ISO, 1998) e método Bayesiano (WEISE, 1992).

2 Definição do problema:

O SOFTCAL® é um software desenvolvido pela T&T AUTOMAÇÃO, que permite o cadastro de instrumentos, padrões e contratos, além de armazenar todas as calibrações realizadas e seus respectivos certificados de calibração, com resultados de diversos cálculos

* Bolsista do CEFET Campos.

** Mestre em Engenharia Espacial. Professor do CEFET Campos.

*** Mestre em Computação Aplicada e Automação. Professor do CEFET Campos.

inclusive o de incerteza final. Para o cálculo da incerteza final, é necessário levantar os possíveis métodos e escolher o que melhor se adequa à implementação no softcal. Para isso, será feito um estudo comparativo entre os métodos de cálculo de incerteza.

O cálculo de incerteza será baseado em dados obtidos pelas leituras de dois sensores de temperatura. Um sensor A-I padrão e um sensor A-II de teste. As leituras foram obtidas por meio do esquema de Calibração da Figura 1.

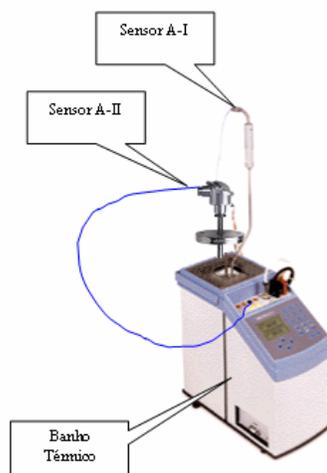


Figura 1: Esquema de calibração

3 Métodos de Cálculo da Incerteza

O Método dos Mínimos Quadrados é uma técnica de otimização matemática que busca encontrar o melhor ajuste para um conjunto de dados, tentando minimizar a soma dos quadrados das diferenças entre a curva ajustada e os dados. Um requisito implícito para o método dos mínimos quadrados trabalhar é que os erros, em cada medida, sejam distribuídos aleatoriamente com função densidade de probabilidade gaussiana, e que os resíduos sejam independentes. O Teorema Gauss-Markov garante (embora indiretamente) que o estimador de mínimos quadrados (EMQ) é o estimador não-viesado de variância mínima linear na variável resposta segundo (NICHOLAS, 2001).

O método proposto em (WEISE; WOGER, 1992) é baseado no teorema do limite central e considera as seguintes fontes de incerteza: resolução do teste, campos e correção

no teste, calibração do padrão, campo e histerese no padrão, campos e instabilidade no padrão e calibração do multímetro.

No método explicado em (VUOLO, 1998), as fontes de incertezas consideradas são resolução no teste, campo e correção no teste, calibração do padrão, campo e histerese padrão e campo e instabilidade no padrão e calibração do multímetro.

4 Resultados

Com a implementação dos três métodos foram obtidos os resultados da Tabela 1.

Tabela 1
Comparação de resultados

	Método ISO GUM	Método Bayesiano	Método DIN
Incerteza Combinada	0,07116	0,07792	0,0170

De acordo com os resultados apresentados na tabela 5.1, torna-se perceptível uma pequena diferença entre os resultados fornecidos pelos métodos ISO GUM e Bayesiano. O Método DIN apresenta grande diferença dos demais.

Comparando os métodos ISO GUM e Bayesiano, pode-se dizer que estes métodos são, de certa forma, equivalentes. Porém, o Método Bayesiano é mais fácil de ser calculado e seus resultados são de interpretação mais fácil, uma vez que estão relacionados com uma distribuição normal, e não t-Student como no caso do método da ISO GUM.

O Método DIN utiliza poucas informações para o cálculo da incerteza, pois considera poucas fontes de incerteza em seu cálculo.

5 Conclusão

A idéia básica do trabalho é analisar os métodos para cálculo de incertezas. Os métodos propostos foram: Método Bayesiano de acordo com (WEISE, 1992), Método dos Mínimos Quadrados de acordo com a norma DIN segundo (NICHOLAS, 2001) e o método

que segue as instruções do Guia de Incerteza nas Medições elaborado pela ISO (este documento pode ser consultado em ISO, 1998).

Conclui-se que é aconselhável a utilização do Método ISO GUM, porque atende corretamente a uma norma consideravelmente difundida entre os usuários do Softcal®. Além disso, qualquer ganho ou perda providos pelos novos métodos propostos afetariam de forma não muito significativa, o resultado final de incerteza combinada (como visto na Tabela 1, colunas 2 e 3).

Referências

BIPM/IEC/IFCC/ISO/IUPAC/IUPAP/OIML. Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement, (corrected and reprinted, 1995) International Organization for Standardization (ISO), Geneva, 1993.

BIPM/IEC/IFCC/ISO/IUPAC/IUPAP/OIML. Guia para Expressão da Incerteza de Medição. 2 Versão Brasileira. Rio de Janeiro: INMETRO, 1998.

NICHOLAS, J. V. Traceable Temperatures: An Introduction to temperature Measurements and Calibration. 2 ed, 2001.

QUALINCERT. A incerteza na medição no contexto de qualidade. Disponível em: <http://www.qualincert.com.br/index.php>. Acesso em: 09 de jan. 2007.

VUOLO, J. H. Avaliação e Expressão de Incerteza em Medição. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 21, n. 3, set., 1999.

_____. Fundamentos da Teoria dos Erros. 2 ed. São Paulo: Editora Edgard Blucher, 1996.

WEISE, K.; WÖGER, W. A Bayesian theory of measurement uncertainty, *Meas. Sci. Technol*, v.3, p.1, 1992.