INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS

COMUNICAÇÃO TÉCNICA

Nº 172849

Análise das incertezas expandidas da calibração de tubos de Pitot Cole

Ícaro de Oliveira Buscarini
Paulo José Saiz Jabardo
Gilder Nader

Resumo apresentado no Simpósio de Iniciação Científica e Tecnológicas, 16., São Paulo, SICT, 2014.

A série “Comunicação Técnica” compreende trabalhos elaborados por técnicos do IPT, apresentados em eventos, publicados em revistas especializadas ou quando seu conteúdo apresentar relevância pública.

Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S/A - IPT
Av. Prof. Almeida Prado, 532 | Cidade Universitária ou
Caixa Postal 0141 | CEP 01064-970
São Paulo | SP | Brasil | CEP 05508-901
Tel 11 3767 4374/4000 | Fax 11 3767-4099

www.ipt.br

ANÁLISE DAS INCERTEZAS EXPANDIDAS DA CALIBRAÇÃO DE TUBOS DE PITOT COLE

Ícaro Buscarini[1], Paulo José Saiz Jabardo[2], Gilder Nader[1,2]
[1]Faculdade de Tecnologia Victor Civita – FATEC Tatuapé
[2]Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT
buscarini@ipt.br, gilder.nader@fatec.sp.gov.br

1. Introdução

A perda de água tratada no Brasil é elevada, pois se estima que esteja entre 37% e 42% [1]. Associado às perdas estão os erros e incertezas na medição de vazão, devido à calibração dos macromedidores, que em campo são calibrados por meio da técnica de pitometria [2]. Nessa técnica é utilizado um tubo de Pitot Cole, por meio do qual se levanta o perfil de velocidades do escoamento [2] e faz-se então uma integral na área. Portanto, para se ter um valor mais correto de medição de vazão é necessário diminuir as incertezas expandidas da pitometria. Dentre as principais fontes de incerteza está o valor do coeficiente de calibração (C) do Pitot Cole. Este trabalho tem como objetivo mostrar que para reduzir a incerteza da medição de vazão de água tratada é necessário realizar calibrações periódicas do tubo de Pitot, para determinar o coeficiente C e sua incerteza expandida. Pois, se for utilizado o valor médio histórico do C = 0,869, a incerteza expandida combinada se tornará alta, gerando um impacto financeiro de milhões de reais para a concessionária ou para a população.

2. Metodologia

Para verificar o impacto do coeficiente de calibração (C) do tubo de Pitot Cole na medição de vazão, foram analisados 414 calibrações de tubos de Pitot Cole realizadas no IPT nos últimos 10 anos. Sendo 212 tubos convencionais, que possuem C médio de 0,869, e 202 tubos modificados, possuem um pino de proteção dos tips tendo uma alteração também de C, que possui valor médio 0,886.

As principais fontes de incertezas por mapeamento pitométrico são: diferencial de pressão, massa específica da água, coeficiente de calibração, orientação do tubo de Pitot Cole em relação à direção do escoamento, efeito de blocagem do escoamento e coeficiente de calibração C. A partir disso é calculada a incerteza padronizada por meio da equação:

$$u_c^2(y) = \sum_{i=1}^{n} \left[c_i \right]^2 u^2(x_i) = \sum_{i=1}^{n} \left[\frac{\partial f}{\partial x_i} \right]^2 u^2(x_i) \qquad (1)$$

onde c_i é o coeficiente de sensibilidade e $u(x_i)$ é a incerteza padronizada associada a grandeza física x_i.

3. Resultados

A variação de C foi analisada fazendo uma média de C dos 414 tubos de Pitot, obtendo 0,8696 com desvio padrão de 0,0094 para o convencional. Para os modificados foi encontrado valor médio de 0,8853 com desvio padrão de 0,0084. Este valor médio existe uma incerteza significativa que não pode ser desprezada.

Esta série histórica de calibrações de tubos convencionais e modificados incluem calibrações periódicas de um número de tubos de Pitot distintos. Analisando como varia o coeficiente de cada tubo de Pitot, obtém-se o histograma da figura 1.

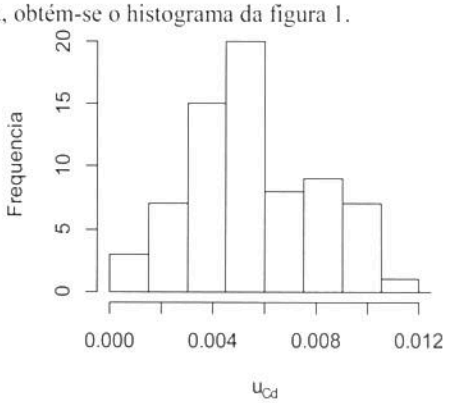


Figura 1 – Histograma de desvio padrão do coeficiente de calibração de tubos de Pitot Cole.

Neste histograma observa-se que há um pico no desvio padrão em torno de 0,005, mas não há redução significativa até 0,01, ou seja, não existe uma distribuição normal. Assim, a incerteza expandida obtida da análise históricas dos tubos de Pitot Cole, utilizando um fator de abrangência k=2, foi de 0,020. A incerteza expandida da calibração realizada no IPT de cada Pitot é 0,008, e quando combinada com a da análise histórica, obtém-se uma incerteza em torno de 0,028. Esta incerteza combinada causa um aumento de 1,5% de incerteza na medição de vazão (passa de 2,5% para 4,0% em média). Tomando como base a região metropolitana de São Paulo, que produz 1,0 x 10^9 m³/ano de água tratada, causa um impacto de quinze milhões de reais anuais considerando que o m³ tratado custa RS 1,00.

4. Conclusões

Neste trabalho foi mostrado que se o tubo de Pitot não for calibrado, e ao se utilizar o valor médio de C, a incerteza expandida correta será 0,028, contra os 0,008 se o tubo de Pitot Cole for calibrado. Este maior valor aumenta em 1,5% a incerteza expandida da medição de vazão, valor que embora pequeno, causa impacto financeiro de milhões de reais e para diminuir esta incerteza é necessária a calibração periódica dos tubos de Pitot Cole.

5. Referências

[1] ABES (http://goo.gl/ZOKQy6), acessado em 15/07/14

[2] ISO 3966:2008, "Measurement of fluid flow in closed conduits - Velocity area method using Pitot static tubes"