



# AUTOMATIZAÇÃO DAS CALIBRAÇÕES DE VOLUME OBJETIVANDO ATENDER AO AUMENTO DA DEMANDA DE CALIBRAÇÕES NO LABORATÓRIO DE FLUIDOS DO INMETRO

*Felipe de Oliveira Baldner*<sup>1</sup>, *Leandro Santos Lima*<sup>2</sup>, *Luiz Fernando Barbosa da Silva*<sup>3</sup>, *Arthur Tortelote dos Santos*<sup>4</sup>, *José Renato Real Siqueira*<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Inmetro, Duque de Caxias, Brazil, fbaldner@gmail.com

<sup>2</sup> Inmetro, Duque de Caxias, Brazil, lslima@inmetro.gov.br

<sup>3</sup> Inmetro, Duque de Caxias, Brazil, lfbarbosa@inmetro.gov.br

<sup>4</sup> Inmetro, Duque de Caxias, Brazil, arthurtortelote@hotmail.com

<sup>5</sup> Inmetro, Duque de Caxias, Brazil, jrsiqueira@inmetro.gov.br

**Resumo:** Com o objetivo de melhorar a qualidade dos resultados das calibrações realizadas, o Laboratório de Fluidos do Inmetro (Laflu) desenvolveu um procedimento para automatizar suas medições e calibrações relativas à grandeza volume. Com a intenção de diminuir o tempo sem que ocorresse perda na qualidade do serviço prestado, foi utilizado o *software LabView*, no qual foi desenvolvido um ambiente para conexão de diversos instrumentos e aquisição de suas medidas, agregando-as na planilha de cálculo já utilizada anteriormente.

**Palavras-chave:** fluidos, volume, calibração, labview, automatização.

## 1. INTRODUÇÃO

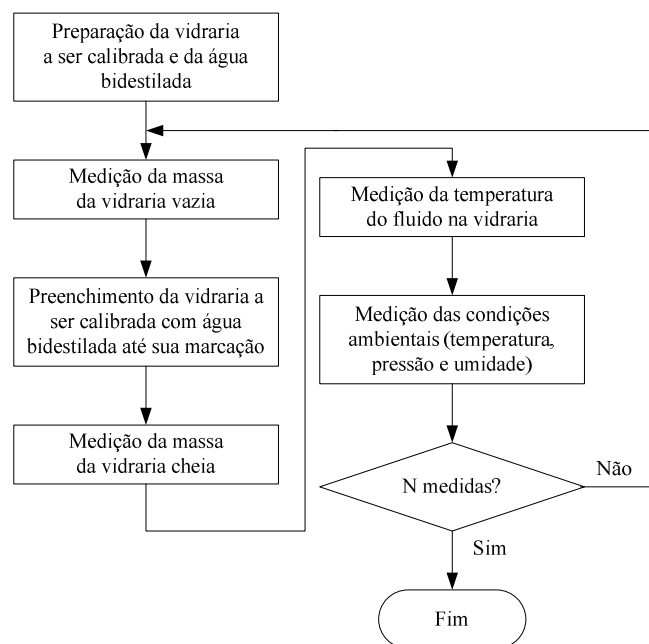
A cada ano que passa, cresce o número de serviços na grandeza volume [1] e, em consequência disso, aumenta o número de solicitações de calibrações de padrões nesta grandeza. Visando atender a esta crescente demanda, o Laflu deve buscar alternativas para aumentar a quantidade de calibrações por ano e diminuir o tempo médio de realização destas, sem perder a qualidade de seus serviços. O Laflu investiu no desenvolvimento da automatização da execução desta calibração.

Com a crescente utilização de instrumentos de medição (seja de massa, temperatura, etc) eletrônicos, cada vez mais se torna possível a conexão destes a um computador de modo a armazenar suas medições.

A solução adotada serve para desvencilhar-se de programas proprietários da fabricante do equipamento, partindo-se para uma solução que integra a comunicação com quaisquer instrumentos necessários. O desenvolvimento desta solução foi feito em ambiente *LabView*, seguindo os protocolos de comunicação de cada instrumento ou permitindo que o próprio técnico insira os dados (como no caso de instrumentos sem comunicação com o computador). Este software serve como um meio para a geração de um certificado do Laflu, servindo também como sistema de aquisição de dados de diversos equipamentos diferentes.

## 2. MÉTODOS

Estudando o procedimento adotado pelo Laflu na calibração da grandeza volume, baseado em normas técnicas, por exemplo [2-3], pode ser montado o fluxograma apresentado na figura 1, descrevendo todos os passos do processo. A nomenclatura utilizada deste ponto em diante referencia-se ao VIM [4].



**Figura 1 – Procedimento de calibração de balão volumétrico**

Partindo deste fluxograma e de uma planilha de cálculo para geração de certificados (já validada), foi desenvolvido um *software* para colher todos os dados necessários, e preenchê-la. Para isso, as informações foram agrupadas da seguinte maneira:

- Informações do certificado;
- Informações do cliente;
- Informações da equipe técnica;

- Informações do instrumento a ser calibrado;
- Rastreabilidade dos padrões;
- Informações da calibração;
- Medições.

Para as informações do cliente, da equipe técnica e dos padrões, foram criados bancos de dados pensando-se em facilitar o preenchimento de formulários. São citados como exemplo os casos em que há retorno de instrumentos de um mesmo cliente, a utilização do mesmo padrão em diversas calibrações, dentre outros. Nestes casos, seus cadastros já estarão armazenados e não haverá necessidade de se inserir as informações novamente.

Depois de realizadas as medições, o *software*, utilizando o banco de dados de certificados de padrões e a seleção dos padrões usados, interpola valores de incerteza, correção e fator de abrangência para cada grandeza medida, usando a equação 1. Estes valores são utilizados na planilha para o cálculo dos respectivos valores para o volume calibrado do instrumento.

$$X = \left( \frac{X_{n+1} - X_{n-1}}{M_{n+1} - M_{n-1}} \right) (M_M - M_{n-1}) + X_{n-1} \quad (1)$$

Onde:

- $X$  é o resultado de incerteza, correção e fator de abrangência;
- $X_{n-1}$  é o valor de incerteza, correção ou fator de abrangência anterior de certificado do padrão da grandeza analisada;
- $X_{n+1}$  é o valor de incerteza, correção ou fator de abrangência posterior de certificado do padrão da grandeza analisada;
- $M_M$  é a média do mensurando da grandeza analisada;
- $M_{n-1}$  é o valor anterior de certificado do padrão da grandeza analisada;
- $M_{n+1}$  é o valor posterior de certificado do padrão da grandeza analisada.

### 3. RESULTADOS

Para fazer uma avaliação do tempo despendido nas medições, a calibração foi separada nas seguintes etapas:

- 1) Preenchimento das informações necessárias para começar as medições;
- 2) Medições de massas do fluido e da vidraria, temperatura do fluido e condições ambientais;
- 3) Cálculo da incerteza, correção e fator de abrangência;
- 4) Preenchimento da planilha.

A tabela 1 mostra os resultados na calibração de um balão em cada uma das etapas descritas anteriormente.

Tabela 1. Tempos medidos para as calibrações

Etapa	Tempo [minutos]	
	Calibração manual	Calibração automatizada
1	12	6
2	16	6
3	10	0
4	6	3
<b>Total</b>	44	15

O tempo da calibração manual é claramente maior, pois, em cada etapa estão incluídos afazeres não existentes na calibração automatizada, como:

- Preenchimento (manual) do registro de medição;
- Anotação das medidas no registro de medição;
- Transferência das medições do registro para a planilha;
- Erros de digitação/anotação;

Etapas como estabilização de temperatura e ajuste de menisco são feitas tanto na calibração manual quanto na automatizada e, portanto, não sofrem melhorias.

### 4. DISCUSSÃO

Os resultados mostrados na tabela 1 foram compilados no gráfico mostrado na figura 2, em que é feita a comparação dos resultados encontrados através de barras.

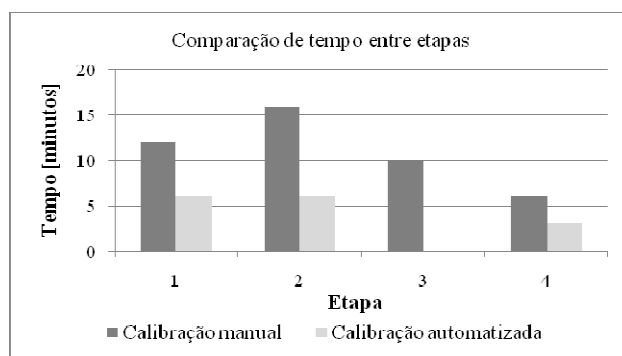


Figura 2 – Resultados de cada etapa da calibração

A tabela 2 mostra o ganho de tempo e a diferença percentual entre os dois tipos de calibração, ou seja, o quanto melhor foi esse processo, tanto em cada etapa, quanto no geral. Nota-se que o maior ganho, da etapa 3, referente ao cálculo da incerteza, correção e fator de abrangência, vem do fato de que, anteriormente, o cálculo era feito manualmente, com o auxílio de uma planilha extra. Havia um tempo de transferência dos dados da planilha de medição para a planilha de cálculo e outro tempo para a transferência para os resultados. Com todos os cálculos sendo efetuados pelo próprio software ao fim das medições, este tempo é, agora, imperceptível e desprezível.

**Tabela 2. Ganho de tempo e diferença percentual encontrada**

<b>Etapa</b>	<b>Tempo ganho [minutos]</b>	<b>Diferença %</b>
<b>1</b>	6	50%
<b>2</b>	10	63%
<b>3</b>	10	100%
<b>4</b>	3	66%
<b>Total</b>	29	66%

## **5. CONCLUSÃO**

Os resultados encontrados mostram que houve um investimento bastante válido, uma vez que ocorreu uma diminuição de cerca de 66% no tempo da calibração. A terceira etapa foi completamente eliminada na automatização, uma vez que no *software* já foi desenvolvida uma maneira automática de fazer os cálculos de interpolação.

Comparando-se os resultados (de medição e da incerteza de medição), foram encontrados os mesmos valores nos dois procedimentos, o que demonstra que a automatização não interferiu na exatidão do resultado.

Houve, no entanto, uma grande otimização no tempo do processo, sendo mantida a qualidade já presente nos resultados.

## **AGRADECIMENTOS**

Os autores gostariam de agradecer à Faperj pelo apoio. Agradecemos também aos demais membros do Laboratório de Fluidos do Inmetro por toda sua ajuda no decorrer do desenvolvimento deste trabalho.

## **REFERÊNCIAS**

- [1] [http://www.inmetro.gov.br/laboratorios/rbc/lista\\_laboratorios.asp?acao=consulta](http://www.inmetro.gov.br/laboratorios/rbc/lista_laboratorios.asp?acao=consulta). (Acesso em 16 abr 2010)
- [2] MB 3119 – Vidraria Volumétrica de Laboratório – Métodos de Aferição da capacidade e de utilização – 1989
- [3] ISO 3507:1999 Laboratory Glassware - Pycnometer
- [4] *Vocabulário Internacional De Termos Fundamentais e Gerais de Metrologia*. Editora SENAI, Rio de Janeiro, RJ, 2007.