

COMISSÃO TÉCNICA DE VAZÃO CT-13

DICLA - Divisão de Credenciamento de Laboratórios de Calibração do INMETRO

1º PROGRAMA DE COMPARAÇÃO INTERLABORATORIAL EM HIDROMETRIA



RELATÓRIO FINAL

ABRIL 2013

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	1
2.	OBJETIVO.....	1
3.	DESCRIÇÃO DO PROGRAMA DE COMPARAÇÃO	1
3.1.	Laboratórios participantes	2
3.2.	Formação de grupos	2
3.3.	Padrões itinerantes	3
3.3.1	Configurações dos padrões itinerantes.....	3
3.4.	Acondicionamento dos padrões itinerantes.....	3
3.5.	Transporte dos padrões itinerantes.....	4
3.6.	Laboratório coordenador do programa.....	4
3.7.	Laboratório de referência	4
3.8.	Tipo de circulação	4
3.9.	Métodos de medição	5
4.	DECLARAÇÃO DOS RESULTADOS DAS CALIBRAÇÕES	5
5.	RESULTADOS DO PROGRAMA INTERLABORATORIAL	6
5.1.	Erro normalizado E_N	8
5.1.1	Erro normalizado E_N para Grupo 1	9
6.	CONCLUSÃO	10
7.	AGRADECIMENTOS.....	10
	EQUIPE TÉCNICA	12
	ANEXO	

1. INTRODUÇÃO

O 1º Programa de comparação interlaboratorial hidrometria foi instituído pela Comissão Técnica de Vazão – CT 13 em 28.03.2012, logo após a reunião de consulta realizada no dia 20.03.2012 onde estiveram presentes representantes de laboratórios de calibração pós reparo de hidrômetros de empresas de saneamento e também de fabricantes: Itron, Sensus, Elster, Sappel, SABESP-Metropolitana, SABESP-Baixada Santista, COPASA, SANEAGO, SANASA e SANED.

Essa reunião foi convocada em face ao interesse manifestado por diversos fabricantes de medidores residenciais de água e empresas de saneamento que, devido aos requisitos que estão fase de consolidação na nova Portaria 66 do INMETRO/DIMEL, será necessário a obtenção da acreditação segundo a norma ABNT NBR/ISO/IEC 17 025, ao qual estabelece a obrigatoriedade da participação, com sucesso, em um programa de proficiência ou um programa interlaboratorial (PI). Adicionalmente, esta ação possibilita aprimorar a garantia da confiabilidade metrológica nas atividades de calibração e de verificação de hidrômetros em nosso país.

Este programa de intercomparação também visa apoiar a DICLA nas atividades de acreditação de laboratórios, no atendimento aos requisitos de acreditação definidos na NIT-DICLA-026. Assim, conforme previsto no documento NIT-DICLA-042 - *Operação das Comissões Técnicas de Assessoramento à Cgcre na Acreditação de Laboratórios*, foi formada uma subcomissão técnica SCT composta por representantes de um laboratório pertencente à Rede Brasileira de Calibração - RBC, dois laboratórios acreditados pela Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaio – RBLE e cinco laboratórios postulantes ou em processo de pedido de acreditação conforme a norma ABNT NBR SO/IEC 17 025.

A primeira atividade desta subcomissão foi elaborar o protocolo do programa de comparação interlaboratorial com o objetivo de harmonizar as informações e estabelecer os requisitos e procedimentos que deverão ser cumpridos pelos laboratórios participantes. Foi utilizado o documento DOQ-CGCRC-005 – *Orientações para a Organização de Comparações interlaboratoriais pelas Comissões Técnicas da DICLA* - revisão 01 de fevereiro de 2010, na elaboração do protocolo.

Os ensaios de calibração dos padrões itinerantes deste programa interlaboratorial foram realizados no período de junho de 2012 a dezembro 2012.

2. OBJETIVO

O objetivo deste documento é apresentação dos resultados do 1º Programa de Comparação Interlaboratorial em Hidrometria.

3. DESCRIÇÃO DO PROGRAMA DE COMPARAÇÃO

São apresentados a seguir os detalhes do protocolo do programa de comparação interlaboratorial, laboratórios participantes, formação de grupos, padrões itinerantes, laboratório coordenador e ordem de circulação dos padrões itinerantes.

3.1. Laboratórios participantes

Como descrito anteriormente, o programa foi criado em março de 2012 e, na época, existia somente um laboratório acreditado na área de vazão de líquidos (RBC 162). Ao longo do ano 2012, dois laboratórios receberam acreditação para a Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaio – RBLE, um laboratório declinou da participação e um laboratório de fabricante aderiu ao PI. Na Tabela 1 abaixo, são apresentados os laboratórios que participaram deste PI. O INMETRO, por meio da Divisão de Instrumentos de Medição de Fluidos, atuou como observador deste programa e também na descaracterização dos certificados de calibração elaborados pelos laboratórios participantes.

No Anexo A deste relatório são apresentadas informações dos laboratórios participantes, em especial a capacidade laboratorial (escopo de acreditação) e método de calibração empregado para este programa.

Tabela 1 – Relação dos laboratórios participantes

Nº de acreditação	Nome do laboratório	Instituição / Empresa
RBC 162	Centro de Metrologia de Fluidos	Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT
CRL 0560	Divisão de Medidores	SABESP - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
CRL 0563	Laboratório de Hidrometria da Divisão de Hidrometria	COPASA - Companhia de Saneamento de Minas Gerais
	Laboratório de Hidrometria	SANASA CAMPINAS - Sociedade de Abastecimento de Água e Saneamento S/A
	Laboratório de Verificação e Calibração em Medidores de Água	Itron Soluções para Medição de Água e Energia LTDA.
Pedido de acreditação em preparação	Laboratório de Hidrometria da P-GOH	SANEAGO - Saneamento de Goiás S/A
	Laboratório de Inspeção e Controle	Elster Medição de Água S/A
	Laboratório de Verificação de Medidores de Água	Sappel do Brasil
Observador	Divisão de Instrumentos de Medição de Fluidos	INMETRO / DIMEL

3.2. Formação de grupos

A subcomissão decidiu pela formação de dois grupos participantes, com no máximo 5 (cinco) laboratórios, conforme descrito abaixo, com o intuito de mitigar riscos sobre a integridade dos padrões itinerantes caso os mesmos tivessem que circular por todos os laboratórios participantes e também para evitar um período de circulação muito longo.

Grupo 1: COPASA; DMAE POA; ELSTER, SANEAGO e SAPPEL.

Grupo 2: SABESP; IPT; SANASA e ITRON.

3.3. Padrões itinerantes

A subcomissão decidiu pela utilização de três medidores volumétricos do tipo pistão rotativo, classe metrológica C e vazão nominal 1,5 m³/h como padrões itinerantes, para cada grupo.

Os padrões itinerantes foram fornecidos pela empresa ITRON, conforme sorteio realizado entre os fornecedores presentes na reunião realizada no IPT no dia 22.05.2012.

A empresa ITRON forneceu três padrões itinerantes para cada grupo, com menores erros de indicação e incerteza de medição possível para cada ponto de calibração apresentados no item 3.9.

As especificações técnicas básicas dos padrões encontram-se na Tabela 2, a seguir.

Tabela 2 – Especificações técnicas dos padrões itinerantes

Fabricante	Tipo	Q_n (m ³ /h)	Classe Metrológica	DN (mm)	L (mm)
ITRON	Volumétrico com pistão rotativo	1,5	C	20	190

3.3.1 Configurações dos padrões itinerantes

- Sistema de fechamento antifraude;
- Resolução da relojoaria de 0,02 L (menor divisão de escala);
- Volume cíclico (fator K) para sensor foto reflexivo = 33,232 cm³/pulso.

3.4. Acondicionamento dos padrões itinerantes

Os padrões itinerantes foram acondicionados em caixas de papelão com revestimento interno em espuma e plástico tipo “bolha”, que podem ser observados nas fotos 1 e 2, a seguir.



Foto 1 – Padrão itinerante



Foto 2 – Revestimento interno da caixa do
padrão itinerante

3.5. Transporte dos padrões itinerantes

Por decisão da subcomissão cada laboratório participante se encarregou de entregar os padrões itinerantes no laboratório seguinte, conforme ordem de circulação apresentado no item 3.8.

NOTA: Não foram utilizados serviços de transporte terceirizado, para garantir os cuidados e a integridade dos padrões itinerantes. Em caso de transporte aéreo os padrões não poderiam ser despachados como bagagem.

3.6. Laboratório coordenador do programa

Por decisão da subcomissão, o Centro de Metrologia de Fluidos do IPT foi indicado, para este programa, como laboratório coordenador, cabendo a este a tarefa e tratamento dos resultados das medições realizadas pelos laboratórios participantes e elaboração do relatório final.

3.7. Laboratório de referência

Por decisão da subcomissão não foi definido o laboratório de referência, sendo assim foi adotado como referência o valor médio dos erros ponderados apontados pelos laboratórios participantes para o cálculo do erro normalizado, conforme recomendação contida no documento DOQ-CGCRE-005 – Revisão 01 – Fev/2010. Sendo que o cálculo do erro médio ponderado foi calculado segundo procedimento B proposto por Cox (2002).

3.8. Tipo de circulação

A ordem de circulação em “roda” foi adotada para este programa, e definida por logística motivada por localização geográfica dos laboratórios participantes. As ordens de circulação são apresentadas nas Figuras 3a e 3b.

No caso de suspeita de instabilidade ou defeito de algum padrão, o laboratório deveria reportar o fato à subcomissão para decisão da continuidade ou não do PI. No caso não foram apontados nenhum fato que justificasse a interrupção do PI. Os padrões itinerantes foram preparados e calibrados pelo laboratório da empresa ITRON, fornecedora dos padrões dos grupos 1 e 2.

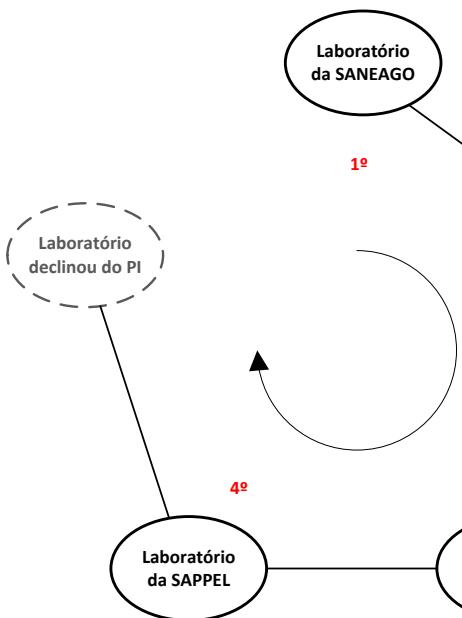


Figura 3a – Ordem de circulação dos padrões itinerantes do Grupo 1.

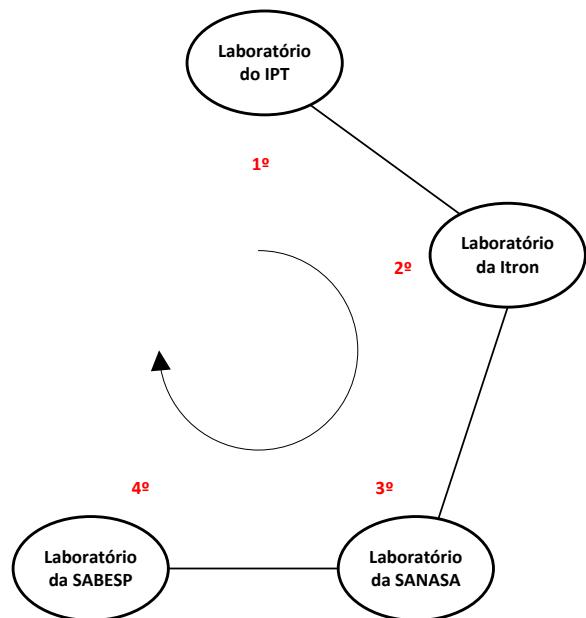


Figura 3b – Ordem de circulação dos padrões itinerantes do Grupo 2.

Figura 3 – Ordem de circulação dos padrões itinerantes e datas de conclusão da calibração

3.9. Métodos de medição

Os padrões serão calibrados em 10 vazões decrescentes da faixa de operação, com três medições em cada vazão ($n=3$), conforme sequência abaixo:

3 000; 2 500; 1 500; 1 000; 750; 350; 120; 60; 30 e 15 L/h

- NOTA 1:** Recomenda-se que durante as calibrações a flutuação da vazão seja inferior a $\pm 5\%$ na faixa entre 30 e 3 000 L/h, inclusive, e $\pm 2,5\%$ na faixa de entre 15 e 30 L/h, inclusive.
- NOTA 2:** Após os medidores a pressão manométrica deve ser no mínimo 0,3 bar.
- NOTA 3:** Durante a calibração a variação da temperatura da água não deve ser superior a 5°C.
- NOTA 4:** Deverão ser registrados os valores médios da temperatura da água, para cada ponto.
- NOTA 5:** Deverão ser apresentados os valores médios das condições ambientais, temperatura e umidade relativa do ar, durante as calibrações.
- NOTA 6:** Observar procedimento de purga, conforme recomendação da empresa ITRON.
- NOTA 7:** Utilizar filtro a montante dos padrões itinerantes com capacidade de retenção de partículas sólidas acima de 50 μm .

4. DECLARAÇÃO DOS RESULTADOS DAS CALIBRAÇÕES

Os laboratórios participantes emitiram um certificado de calibração para cada padrão itinerante, apresentando além dos dados do medidor, o resultado da calibração segundo recomendações apresentadas na Tabela 3. Os certificados foram enviados ao representante do INMETRO/DIMEL, que realizou a separação dos resultados e identificação dos laboratórios participantes por letras A1, B1, C1, D1, e A2, B2, C2, D2, de forma aleatória e sem respeito à ordem de circulação dos padrões. Posteriormente, os resultados foram enviados ao laboratório coordenador para tratamento e elaboração deste documento. O representante do INMETRO

informou a cada laboratório a sua identificação para identificação do seu resultado neste documento.

Tabela 3 – Sugestão da forma de apresentação dos resultados da calibração

Vazão (L/h)	Erro (%)	Desvio padrão experimental da média (%)	Incerteza expandida (%)	Fator de abrangência ^(*) (-)
15				
30				
60				
120				
350				
750				
1 000				
1 500				
2 500				
3 000				

^(*) Definir a probabilidade de abrangência.

Sendo o Erro calculado segundo a equação (1), abaixo.

$$\text{Erro} = \frac{V_i - V_{\text{ref}}}{V_{\text{ref}}} \times 100 \quad (1)$$

Onde:

V_i Volume indicado ou lido no padrão itinerante.

V_{ref} Volume de referência do laboratório participante, incluindo-se todas as correções pertinentes.

Os laboratórios participantes poderiam relatar no certificado qualquer dificuldade ou anormalidade observada durante as calibrações. Qualquer alteração do procedimento estabelecido deveria ser justificada pelo laboratório.

5. RESULTADOS DO PROGRAMA INTERLABORATORIAL

O parâmetro adotado por este programa para comparação dos resultados declarados pelos laboratórios participantes é o Erro Normalizado E_N , conforme recomendação contida no documento do INMETRO (2010), DOQ-CGC-005 – Orientações para a Organização de Comparações Interlaboratoriais pelas Comissões Técnicas da DICLA.

$$E_{N_i} = \left| \frac{(E\text{rrro declarado pelo laboratório } i) - (\text{Valor do erro de referência})}{\sqrt{U_{\text{lab } i}^2 + U_{\text{referência}}^2}} \right| \leq 1 \quad (2)$$

Onde:

$U_{lab\ i}$ Incerteza expandida do laboratório participante i .

$U_{referência}$ Incerteza expandida do valor declarado pelo laboratório de referência.

A subcomissão decidiu que não haveria laboratório de referência neste programa interlaboratorial, conforme previsto no item 3.7 do documento DOQ-CGCRC-005, assim foi necessário adotar outra metodologia de cálculo dos resultados do programa interlaboratorial.

Cox (2002) desenvolveu procedimentos para cálculo do valor de referência em comparações chave (KCRV – *key comparison reference value*) envolvendo laboratórios de Institutos Nacionais de Metrologia (NMI) onde não é possível definir um laboratório de referência. É importante ressaltar que o procedimento proposto por Cox foi aplicado em diversos programas interlaboratoriais, conforme Mikan (2009) e Manosso et al. (2011).

O primeiro procedimento, denominado por **A**, consiste em determinar o valor de referência por uma média dos valores declarados pelos laboratórios, ponderado pelas incertezas padrão declaradas pelos respectivos laboratórios participantes, conforme equação (3).

$$y = \frac{\frac{x_1}{u_{x1}^2} + \frac{x_2}{u_{x2}^2} + \cdots + \frac{x_n}{u_{xn}^2}}{\frac{1}{u_{x1}^2} + \frac{1}{u_{x2}^2} + \cdots + \frac{1}{u_{xn}^2}} \quad (3)$$

Onde x_1, x_2, \dots, x_n são os erros de um padrão itinerante em uma vazão nominal declarados pelos laboratórios $1, 2, \dots, n$.

$u_{x1}, u_{x2}, \dots, u_{xn}$ são as incertezas padrão (não a expandida) dos erros declarados pelos respectivos laboratórios $1, 2, \dots, n$.

A incerteza padrão do valor de referência é calculada por:

$$\frac{1}{u_y^2} = \frac{1}{u_{x1}^2} + \frac{1}{u_{x2}^2} + \cdots + \frac{1}{u_{xn}^2} \quad (4)$$

Um teste de consistência dos dados deverá ser verificado para que o conjunto de dados possa ser utilizado:

$$\Pr\{\chi^2(\nu) > \chi^2_{obs}\} < 0,05$$

Sendo

$$\chi^2_{obs} = \frac{(x_1 - y)^2}{u_{x1}^2} + \frac{(x_2 - y)^2}{u_{x2}^2} + \cdots + \frac{(x_n - y)^2}{u_{xn}^2}$$

Tendo sido validado o conjunto de dados, deve-se proceder ao cálculo da diferença do erro declarado pelos laboratórios em relação ao erro de referência $y = x_{ref}$, ou seja, $d_i = x_i - x_{ref}$. O resultado do laboratório será considerando aceitável se:

$$|d_i| \leq 2u(d_i) \quad \text{ou} \quad \left| \frac{d_i}{2u(d_i)} \right| \leq 1$$

Sendo $u(d_i) = \sqrt{u_{x_i}^2 - u_y^2}$.

A aplicação do procedimento A neste programa interlaboratorial resultou em vários resultados inconsistentes, sendo que algumas ações são recomendadas por Cox (2002) para viabilizar este procedimento tal como: solicitar aos laboratórios uma reavaliação dos dados declarados (erros e valor das incertezas), detecção de possíveis *outliers* e eliminação de algum resultado de laboratório que esteja provocando a falha do teste de consistência. Esta última ação não foi cogitada pelo laboratório coordenador, pois o mesmo considerou que o número de participantes em cada grupo é pequeno, não podendo portanto realizar exclusões sem critérios mais consistentes.

Cox (2002) considera que quando o procedimento A não se mostra consistente, deve-se proceder à aplicação do procedimento B, que consiste no uso da mediana como estimador do valor de referência obtido a partir de uma grande amostra de dados gerados por simulação de Monte Carlo dos possíveis valores dos erros dos laboratórios. As amostras de dados gerados devem ser de 10^6 elementos para cada laboratório e para cada vazão de calibração do padrão itinerante. Detalhes do procedimento podem ser obtidos no documento original.

Assim, pode-se definir uma nova equação para o Erro Normalizado, conforme equação (5) apresentada abaixo, definida como grau de equivalência segundo o procedimento B de Cox, que possui o mesmo critério da equação (2) para análise dos resultados considerados satisfatórios.

$$E_N = \left| \frac{d_i}{2u_{d_i}} \right| \leq 1 \quad (5)$$

Onde:

- $d_i = \overline{x_i - x_{ref}}$ Valor médio da diferença observada entre o valor declarado laboratório participante e valor de referência estimado pelo procedimento B de Cox;
- x_i Valor do Erro estimado calculado segundo procedimento B de Cox, para cada vazão e padrão itinerante.
- x_{ref} Valor do Erro calculado segundo procedimento B de Cox.
- u_{d_i} Incerteza padrão da diferença d_i , calculado segundo procedimento B de Cox.

Pode-se observar que mais de 240 milhões de dados deverão ser simulados considerando-se que este programa contempla dois grupos, com quatro laboratórios em cada grupo, três padrões itinerantes em dez vazões nominais de operação. Assim, neste programa interlaboratorial foram desenvolvidas as modelagens dos procedimentos A e B propostos por Cox(2002), em diversos ambientes de programação: *Mathcad*, VBA Excel e Suplemento - CSharp Excel, não sendo recomendado a utilização direta de planilha eletrônicas devido ao tempo de processamento extremamente elevado.

5.1. Análise do Erro normalizado E_N

Nos itens subsequentes são apresentados os valores dos erros normalizados, calculados segundo a equação (3). Nas tabelas 4 e 5, estão destacados em amarelo e vermelho os

resultados que estão fora dos limites recomendados pelo documento DOQ-CGCRE-005 e por Cox(2002).

Segundo Mikan (2009), pode-se aplicar o seguinte critério para avaliar o desempenho do laboratório em um programa interlaboratorial:

- | | |
|------------------------|---|
| $E_{N_i} \leq 1$ | o resultado do laboratório é aceitável (passa); |
| $E_{N_i} > 1,2$ | o resultado do laboratório não é aceitável (falha); |
| $1 < E_{N_i} \leq 1,2$ | o resultado do laboratório está em “ nível de alerta ”, sendo recomendado ao laboratório alguma ação. (Algumas referências consideram o valor de 1,5 como limite). |

5.1.1 Erro normalizado E_N para Grupo 1

Tabela 4 – Erro normalizado para Grupo 1

Vazão (L/h)	LABORATÓRIO B1			LABORATÓRIO C1			LABORATÓRIO D1		
	PADRÃO 1	PADRÃO 2	PADRÃO 3	PADRÃO 1	PADRÃO 2	PADRÃO 3	PADRÃO 1	PADRÃO 2	PADRÃO 3
15	0,36	0,45	0,52	0,01	0,10	0,05	0,35	0,34	0,45
30	0,34	0,41	0,41	0,15	0,17	0,21	0,20	0,25	0,22
60	0,39	0,37	0,11	0,25	0,25	0,24	0,17	0,15	0,11
120	0,38	0,16	0,36	0,26	0,28	0,28	0,15	0,10	0,11
350	0,37	0,16	0,24	0,77	0,85	1,03	0,24	0,52	0,44
750	0,39	0,38	0,36	0,71	0,54	0,60	0,19	0,09	0,16
1000	0,46	0,41	0,48	0,81	0,51	0,71	0,18	0,07	0,12
1500	0,34	0,34	0,39	0,95	0,61	0,71	0,32	0,21	0,20
2500	0,34	0,23	0,27	0,91	0,60	0,62	0,32	0,33	0,30
3000	0,35	0,15	0,44	0,67	0,52	0,52	0,67	0,52	0,52

Não foram apresentados os resultados do Laboratório A1 na Tabela 4, pois os certificados de calibração informados pelo respectivo laboratório não continham as incertezas expandidas das calibrações dos padrões itinerantes, inviabilizando a sua participação neste PI.

Observa-se na Tabela 4 que todos os laboratórios: B2, C2 e D2, apresentaram um erro normalizado abaixo do valor máximo determinado pelo documento DOQ-CGCRE-005 e por Cox para todos os padrões itinerantes, com exceção do padrão 3 do Laboratório C1, na vazão de 350 L/h, mas em nível de alerta segundo Mikan(2009).

5.1.2 Erro normalizado E_N para Grupo 2

Tabela 5 – Erro normalizado para Grupo 2

Vazão (L/h)	LABORATÓRIO A2			LABORATÓRIO B2			LABORATÓRIO C2			LABORATÓRIO D2		
	PADRÃO 1	PADRÃO 2	PADRÃO 3	PADRÃO 1	PADRÃO 2	PADRÃO 3	PADRÃO 1	PADRÃO 2	PADRÃO 3	PADRÃO 1	PADRÃO 2	PADRÃO 3
15	0,32	0,06	0,23	0,45	0,76	0,12	0,37	0,91	0,38	0,25	0,00	0,25
30	0,17	0,12	0,47	0,32	0,05	0,55	0,39	0,16	0,42	0,23	0,22	0,67
60	0,29	0,61	0,87	0,16	0,24	0,02	0,00	0,47	0,04	0,48	1,05	0,69
120	0,43	0,54	0,87	0,05	0,49	0,35	0,29	0,68	0,47	1,03	0,66	0,93
350	0,47	0,57	0,71	0,51	0,95	0,92	0,40	0,95	0,56	0,37	0,55	0,41
750	1,04	1,15	1,28	1,21	1,82	1,43	1,12	1,65	1,17	0,82	0,88	0,78
1000	0,57	1,01	0,76	0,79	1,24	0,73	0,98	1,99	0,72	0,69	0,76	0,84
1500	1,13	0,98	1,15	0,77	0,94	0,32	0,59	1,01	0,12	0,58	0,76	0,51
2500	0,97	0,87	1,15	0,47	0,85	0,27	0,56	1,01	0,30	0,90	0,70	1,18
3000	0,49	0,42	0,72	X	X	X	0,32	0,12	0,37	0,17	0,63	0,24

Na Tabela 5 não foram apresentados os resultados do Laboratório B2 para a vazão de 3000 L/h pois o laboratório não executou calibrações nesta vazão.

Observa-se na Tabela 5 que, para o ponto de vazão 750 L/h e para todos os padrões itinerantes, os laboratórios A2, B2 e C2, apresentaram erros normalizados acima valor máximo recomendado pelo documento DOQ-CGCRC-005 e por Cox(2002). Todos laboratórios participantes do Grupo 2 apresentaram pelo menos um ponto de vazão com Erro Normalizado acima do recomendado. O laboratório D2 apresentou um ponto não satisfatório para cada padrão itinerante, mas todos no “nível de alerta”.

6. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos neste 1º programa de comparação interlaboratorial em hidrometria atingiram os objetivos propostos e evidenciaram uma boa concordância dos serviços de calibração realizados pelos laboratórios B1, C1 e D1. Os laboratórios A2, B2, C2 e D2 apresentaram alguns resultados não satisfatórios.

7. AGRADECIMENTOS

A subcomissão da CT 13 agradece a empresa ITRON por ter disponibilizado os padrões itinerantes deste 1º programa de comparação interlaboratorial.

São Paulo, 23 de abril de 2013.

Engº Nilson Massami Taira
Coordenador do Programa de Comparação Interlaboratorial
Centro de Metrologia de Fluidos do IPT

8. REFERÊNCIAS

- COX, M. G. "The evalutation of key comparison data", **Metrologia**, 2002, 39, pp.589-595.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO/IEC 17043**: Avaliação de conformidade – Requisitos gerais para ensaios de proficiência. Rio de Janeiro, 2011.
- (*) INMETRO. **DOQ-CGCRE-005**: Orientação para a organização de comparações interlaboratoriais pelas comissões técnicas da DICLA - Documento de caráter orientativo. Rio de Janeiro, 2010, revisão 01.
- MANOSSO, H.C.; ALMEIDA, R.T.G.; BLANCO, H.A.; KAWAKITA, K.; GARCIA, L.E.; TRUJILLO, A.. South American Interlaboratory Program on Gas Flow Rate. In: II International Congress on Mechanical Metrology, 2011, Natal. **Anais**... Rio de Janeiro: INMETRO, 2011.
- MIKAN, B.; VALENTA, T. [PTB, CMI], Final Report – Draft B, Interlaboratory calibration comparison of the turbine gas meter G6500 EURAMET Project No. 1006, March 2009.

(*) Documento foi retirado da relação de documentação aplicável às Comissões Técnicas na Acreditação de Laboratórios.

http://www.inmetro.gov.br/credenciamento/organismos/doc_organismos.asp?tOrganismo=ComTecLab. Acesso em 22.04.2013.

EQUIPE TÉCNICA

COPASA - Companhia de Saneamento de Minas Gerais
Laboratório de Hidrometria da Divisão de Hidrometria
Arnaldo Reis Carvalho Filho
Luiz Fernando Almeida Resende
Fernando Mendes de Almeida
Valter de Souza Lucas Júnior
Edmilson Castro da Silva

Elster Medição de Água S/A
Laboratório de Inspeção e Controle
Jenildo Marcos Rocha
Nilson Cesar
José Almir

Centro de Metrologia de Fluidos do Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT
Nilson Massami Taira
Luciana Casciny Pacifico
Wellington de Oliveira Chaves

INMETRO / DIMEL
Divisão de Instrumentos de Medição de Fluidos
Vitor Hartman

Itron Soluções para Medição de Água e Energia LTDA
Laboratório de Verificação e Calibração em Medidores de Água
Adriano Fernandes de Oliveira
Luiz Careta
Marilda Malaguti

SABESP - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
Divisão de Medidores
Fernando Luiz Camacho Martins
Jorge Luis Bueno
Anderson Torres Martins Carvalho
Marcos Guilherme Dias Pinto

SANASA CAMPINAS - Sociedade de Abastecimento de Água e Saneamento S/A
Laboratório de Hidrometria
Maurício André Garcia
Edson Sasaki
David Monchiero
João de Freitas Cordeiro
Rogério Zucchetti
Willian da Silva Ventura

SANEAGO - Saneamento de Goiás S/A
Laboratório de Hidrometria da P-GOH
Miguel da Rocha Lima
Geraldo Francisco Filho
Jânia Felipe Martins da Silva

Sappel do Brasil
Laboratório de Verificação de Medidores de Água
Emilly Susan da Silva

Centro de Metrologia de Fluidos do Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT

Razão Social: IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A.

Endereço: Av. Prof. Almeida Prado, 532 – Cidade Universitária – Butantã – SP

Telefone: (11) 3767-4756 ou (11)3767-4738

e-mail: cmf@ipt.br

Número da acreditação: CAL0162

Escopo de acreditação:

http://www.inmetro.gov.br/laboratorios/rbc/detalhe_laboratorio.asp?num_certificado=162&situacao=AT&area=VAZ%C3O

Método utilizado: Sistema de Pesagem Estática “On-off”

Fluido: Água



Figura A1 – Bancada de baixas vazões de água do IPT

Laboratório de Hidrometria do Setor de Micromedicação de Uso Racional da SANASA Campinas

Razão Social: Sociedade de Abastecimento de Água e Saneamento S/A

Endereço: R. Vitoriano dos Anjos, 360 – Ponte Preta – Campinas/SP

Telefone: (19)3735-5536

Email: micromed@sanasa.com.br

Método Utilizado: Bancada volumétrica

Fluido: Água



Figura A2 – Bancada de calibração de hidrômetros da empresa SANASA

Laboratório de Micromedicação em Hidrometria P-GOH

Razão Social: Saneamento de Goiás SA – SANEAGO

Endereço: Av. Vereador José Monteiro nº 1953, Setor Negrão de Lima
Goiânia – Goiás, CEP: 74.650.300

Telefone: (62) 3269 9805 ou 3269 9808

e-mail: rochalima@saneago.com.br

Método Utilizado: Bancada volumétrica para ensaio em 10 hidrômetros (190 mm; 3/4") em série. Provisto 1 padrão volumétrico composto, para 50 e 100 L e 1 padrão volumétrico para 10 L

Fluido: Água



Figura A3 – Bancada de calibração de hidrômetros da empresa SANEAGO

Laboratório de Verificação e Calibração em Medidores de Água da empresa Itron

Razão Social: Itron Soluções para Energia e Água Ltda.

Endereço: Av. Joaquim Boer, nº792. CEP13477-360 Americana – SP.

Telefone: (019) 3471-8440

e-mail: adriano.fernandes@itron.com ou wander.milani@itron.com

Método Utilizado: Volumétrico “Start-Stop”.

Fluído: Água

Laboratório de Verificação de Medidores de Água Sappel do Brasil

Razão Social: Sappel do Brasil

Endereço: Rua Araripina - Santo Amaro – Recife – PE

Telefone: (81) 3416 8600

e-mail: emilly.silva@diehl-metering.com.br

Método Utilizado: Sistema de Pesagem Estática “On – off”.

DN 15 a DN 40

Vazão máxima de 10 m³/h

Fluido: Água



Figura A4 – Bancada de calibração de hidrômetros da empresa SAPPÉL

Laboratório de Hidrometria da Divisão de Medidores – MPOM/SABESP

Razão Social: Sabesp - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo

Endereço: Rua José Rafaeli, 284 – Guarapiranga – São Paulo –SP

Número da Acreditação : CRL 0560

Telefone: (11) 5683-3244 ou 5683-3058

Email: fcamacho@sabesp.com.br, atmcarvalho@sabesp.com.br e jlbuueno@sabesp.com.br

Escopo de Acreditação:

<http://www.inmetro.gov.br/laboratorios/rble/docs/CRL0560.pdf>

Método Utilizado: Volumétrico

Fluído: Água



Figura A5 – Bancada de calibração de hidrômetros da empresa SABESP

Laboratório de Hidrometria da Divisão de Hidrometria – COPASA

Razão Social: Companhia de Saneamento de Minas Gerais – COPASA MG
Endereço: BR 356, KM 04 – Belvedere, Belo Horizonte - MG – CEP: 30.390-085
Telefone: (31) 3250-2479
Número da Acreditação : CRL 0563
e-mail: dvhm@copasa.com.br
Escopo de acreditação:
http://www.inmetro.gov.br/laboratorios/rble/detalhe_laboratorio.asp?nom_apelido=COPASA%2FDVHM
Método Utilizado: Ensaio gravimétrico em Bancada Eletrônica, utilizando balança de capacidade 100 kg e resolução 0,01 kg. Faixa de medição: 0,6 m³/h até 5 m³
Fluido: Água



Figura A6 – Bancada de calibração de hidrômetros da empresa COPASA

Laboratório de Inspeção e Controle – ELSTER

Razão Social: Elster Medição de Água S/A

Endereço: Av. Lincoln Alves dos Santos, 944 – Distrito Industrial – Montes Claros/MG

Telefone: (38) 3690-9724

e-mail: jenildo.rocha@br.elster.com

Método Utilizado: Volumétrico. Bancada volumétrica composta por 3 padrões de volume de: 100 L (resolução de 20 mL), 10 L (resolução de 5 mL) e 5 L (resolução de 2 mL).

Fluido: Água

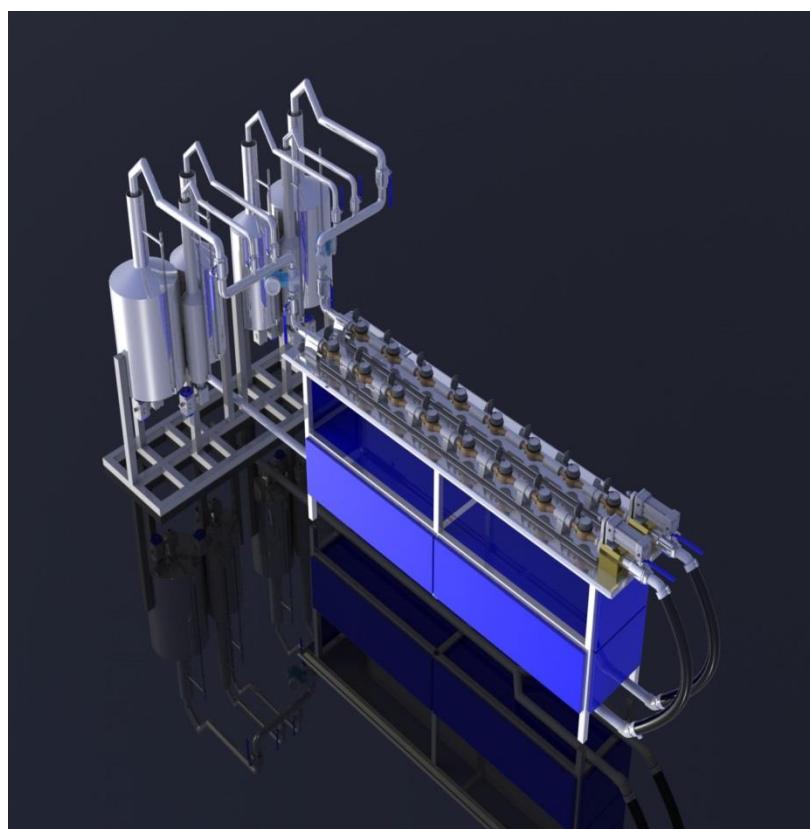


Figura A7 – Bancada de calibração de hidrômetros da empresa ELSTER