

# COORDENAÇÃO GERAL DE ACREDITAÇÃO – CGCRE

Comissão Técnica de Vazão CT-13

## 2ª EDIÇÃO DO PROGRAMA DE COMPARAÇÃO INTERLABORATORIAL EM HIDROMETRIA



## RELATÓRIO FINAL

AGOSTO 2014

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVO.....	1
3. DESCRIÇÃO DO PROGRAMA DE COMPARAÇÃO .....	2
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 .....	6
5. RESULTADOS DO PROGRAMA INTERLABORATORIAL .....	7
5.1. Análise do Erro normalizado $E_N$ .....	9
5.1.1 Erro normalizado $E_N$ - Grupo 1.....	9
5.1.2 Erro normalizado $E_N$ - Grupo 2.....	10
6. CONCLUSÃO.....	10
7. AGRADECIMENTOS.....	10
8. REFERÊNCIAS .....	11
EQUIPE TÉCNICA .....	12
ANEXO	

## 1. INTRODUÇÃO

O 1º Programa de Comparação Interlaboratorial Hidrometria, fruto da iniciativa da Comissão Técnica de Vazão – CT 13, conforme previsto no documento NIT-DICLA-042 - *Operação das Comissões Técnicas de Assessoramento à Cgcre na Acreditação de Laboratórios*, foi concluído em abril 2013. Em face à importância e também aos resultados alcançados, a CT-13 decidiu pela continuidade do PI – Programa Interlaboratorial com a criação desta 2ª Edição, tendo como base o mesmo protocolo do programa na 1ª edição.

Nesta 2ª Edição do PI foram criados dois grupos compostos por um laboratório pertencente à Rede Brasileira de Calibração - RBC, dois laboratórios acreditados pela Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaio – RBLE e seis laboratórios postulantes ou em processo de pedido de acreditação conforme a norma ABNT NBR SO/IEC 17 025, e o estabelecido na Portaria 400/2013 “Regulamentação para a concessão e manutenção de autorização de empresas interessadas em declarar conformidade de instrumentos de medição, sob supervisão metrológica do INMETRO/DIMEL”.

Assim, como na 1ª edição, foi utilizado o documento DOQ-CGCRE-005 – *Orientações para a Organização de Comparações interlaboratoriais pelas Comissões Técnicas da DICLA* - revisão 01 de fevereiro de 2010, na elaboração do protocolo. Este documento foi retirado da relação de documentos necessários e orientativos para Acreditação de Laboratórios de Calibração e de Ensaio segundo requisitos da NBR ISO/IEC 17025, em data posterior à criação do protocolo desta 2ª edição do PI, e optou-se por dar continuidade ao programa utilizando-se as recomendações do documento DOQ-CGCRE-005.

Para as futuras edições do PI recomenda-se observar as orientações e recomendações dos documentos:

- NIE-CGCRE-045 de Novembro/2013 Operação dos Comitês Técnicos de Assessoramento à Cgcre na Acreditação de Organismos de Avaliação da Conformidade;
- ABNT NBR ISO/IEC 17043 Avaliação de conformidade – Requisitos gerais para ensaios de proficiência;
- NIT-Dicla-026 Requisitos sobre a participação dos laboratórios de ensaios e de calibração em atividades de ensaios de proficiência.

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.

Os ensaios de calibração dos padrões itinerantes deste programa interlaboratorial foram realizados no período de maio a novembro 2013.

## 2. OBJETIVO

O objetivo deste documento é apresentação dos resultados da 2ª Edição do 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

Participaram desta edição do programa um laboratório acreditado na área de vazão de líquidos (RBC 162), dois laboratórios acreditados pela Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaio – RBLE e seis laboratórios postulantes da acreditação de laboratório de ensaio segundo requisitos da NBR ISO/IEC 17025. Na Tabela 1 abaixo, são apresentados e identificados os laboratórios que participaram deste PI. O INMETRO, por meio da Divisão de Instrumentos de Medição de Fluidos, atuou como observador deste programa, na desidentificação dos laboratórios participantes e no tratamento dos valores declarados pelos laboratórios.

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
Pedido de acreditação em preparação	Laboratório de Hidrômetros	Departamento Municipal de Água e Esgotos – DMAE Porto Alegre
	Laboratório de Inspeção e Controle	Elster Medição de Água S/A
	Laboratório de Verificação e Calibração em Medidores de Água	Itron Soluções para Medição de Água e Energia LTDA.
	Laboratório de Hidrometria	SANASA CAMPINAS - Sociedade de Abastecimento de Água e Saneamento S/A
	Laboratório de Hidrometria da P-GOH	SANEAGO - Saneamento de Goiás 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 m<sup>3</sup>/h como padrões itinerantes, para cada grupo. São os mesmos padrões utilizados na 1ª Edição deste PI, porém ocorreu a troca dos padrões itinerantes entre os Grupos 1 e 2, ou seja, os três padrões que circularam no Grupo 1 passam para o Grupo 2 e os do Grupo 2 passam para o Grupo 1. Com esta ação espera-se poder realizar um interlaboratorial “cruzado” entre todos laboratórios dos grupos 1 e 2, desde que seja garantida a estabilidade dos padrões itinerantes.

Como informado no relatório referente à 1ª Edição do PI, 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.

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

Tabela 2 – Especificações técnicas dos padrões itinerantes

Fabricante	Tipo	Q <sub>n</sub> (m <sup>3</sup> /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 cm<sup>3</sup>/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 de 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 de acompanhar a circulação dos padrões itinerantes e a elaboração do relatório final.

O Observador desta 2ª Edição do PI, INMETRO/DIMEL, atuou como observador deste programa, na desidentificação dos laboratórios participantes e no tratamento dos valores declarados pelos laboratórios.

### 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 apontados pelos laboratórios participantes e ponderados pela incerteza da calibração, para o cálculo do erro normalizado ou grau de equivalência (DoE – *Degree of Equivalence*). O cálculo do erro médio de referência 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 foi apontado 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.

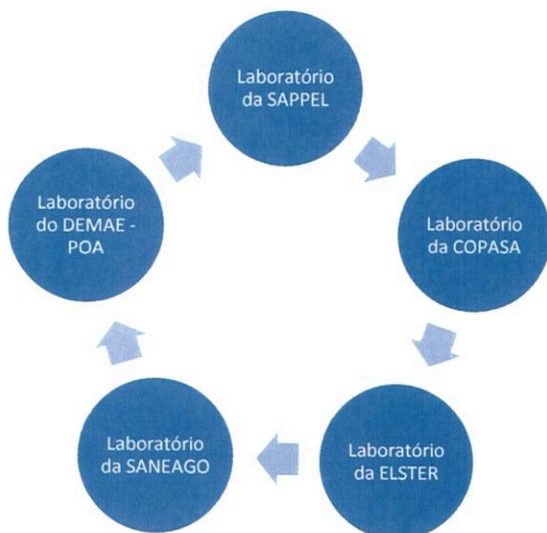


Figura 3a – Ordem de circulação dos padrões itinerantes do Grupo 1.

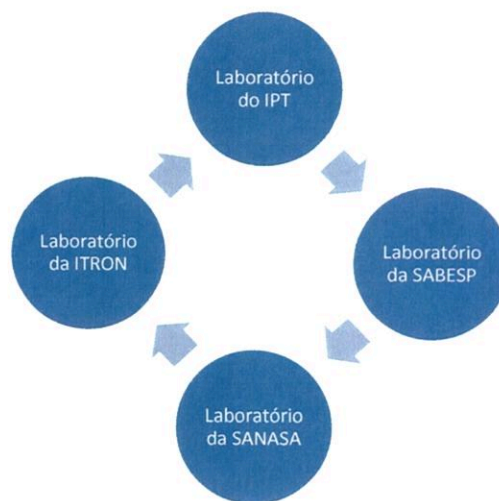


Figura 3b – Ordem de circulação dos padrões itinerantes do Grupo 2.

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

### 3.9. Métodos de medição

Foi acordado que os laboratórios participantes do programa deveriam restringir a calibração dos padrões itinerantes somente a uma bancada de calibração, especificamente aquela ao qual o laboratório deseja submeter para avaliação e reavaliação da acreditação segundo ABNT NBR ISO/IEC 17025, buscando assim preservar o desempenho metrológico dos padrões itinerantes.

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

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

As seguintes orientações foram descritas no protocolo do PI:

- 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 de 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.

O Erro foi 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.

$V_{\text{ref}}$  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

A Subcomissão decidiu utilizar o valor médio de referência calculado a partir dos erros declarados pelos laboratórios participantes nesta 2ª edição do programa interlaboratorial. A metodologia de cálculo para determinação do valor médio de referência, para cada vazão de operação descrita na tabela 3, foi executada segundo os procedimentos A ou B propostos por Cox, M. G. “The evaluation of key comparison data”, metrologia, 2002, 39, pp.589-595.

O valor de  $E_n$  foi calculado pela equação:

$$E_n = \left| \frac{\text{Resultado do laboratório} - \text{Valor médio de referência}}{2u_{ref}} \right| \leq 1$$

Onde:

$$u_{ref} = \text{Incerteza padrão do valor médio de referência.}$$

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), sendo também utilizado na 1ª Edição do Programa de Comparação Interlaboratorial em Hidrometria (2013).

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).

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

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

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

A incerteza padrão do valor de referência é calculada por:

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

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

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

Sendo

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

Após a validação do 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 considerado aceitável se:

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

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

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 por 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 por Cox (2002), sendo que os **números** apresentados na cor verde indicam que o resultado é aceitável.

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 $E_N$ - Grupo 1

Tabela 4 – Erro normalizado para o Grupo 1

Vazão (L/h)	LABORATÓRIO L1			LABORATÓRIO L2			LABORATÓRIO L3			LABORATÓRIO L4			LABORATÓRIO L5		
	Padrão 1	Padrão 2	Padrão 3	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	0,47	0,13	0,51	0,06	0,12	1,26	0,84	0,18	0,07	0,40	0,01	0,42	0,28	0,05	0,15
30	0,50	0,19	0,31	0,09	0,35	0,13	1,02	0,77	0,75	0,17	0,00	0,32	0,09	0,05	0,09
60	0,14	0,05	0,27	0,30	0,72	0,05	0,55	0,69	0,82	0,12	0,18	0,17	0,17	0,22	0,22
120	0,21	0,24	0,56	0,66	0,60	0,12	1,17	1,16	0,83	0,46	0,08	0,07	0,30	0,04	0,08
350	0,70	0,51	0,51	0,22	0,26	0,05	0,27	0,09	0,17	1,00	0,71	0,56	0,13	0,04	0,17
750	0,88	0,84	0,61	0,04	0,25	0,06	0,35	0,25	0,11	0,53	0,55	0,40	0,19	0,09	0,18
1000	0,93	0,88	0,82	0,16	0,02	0,11	0,08	0,23	0,43	0,39	0,59	0,49	0,15	0,33	0,45
1500	0,67	0,59	0,64	0,08	0,08	0,05	0,73	0,53	0,54	0,03	0,11	0,22	0,16	0,03	0,19
2500	0,65	0,59	0,64	0,24	0,24	0,19	0,67	0,43	0,32	0,27	0,07	0,03	0,50	0,40	0,37
3000	0,78	0,70	0,69	0,25	0,15	0,38	1,51	0,99	0,94	0,27	0,47	0,25	0,46	0,58	0,59

Observa-se na Tabela 4 que os valores declarados pelos laboratórios L1 e L5 do Grupo 1, resultaram em erros normalizados abaixo do valor máximo determinado por Cox (2002) para todos os padrões itinerantes. Já para o padrão 3, todos laboratórios participantes apresentaram erros normalizados abaixo do valor máximo. O laboratório L2 obteve apenas um erro normalizado anormal na vazão mínima (15 L/h) do padrão 3. Por último, o laboratório L3 obteve um valor anormal e três em nível de alerta, segundo Mikan (2009), em especial para padrão 1.

## 5.1.2 Erro normalizado $E_N$ - Grupo 2

Tabela 5 – Erro normalizado para o Grupo 2

Vazão (L/h)	LABORATÓRIO L1			LABORATÓRIO L2			LABORATÓRIO L3			LABORATÓRIO L4		
	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	0,49	0,36	0,75	0,47	0,82	0,50	0,56	1,08	0,93	0,65	0,37	0,69
30	0,96	0,41	0,95	0,72	0,04	0,13	0,79	1,17	0,59	0,65	0,38	0,03
60	0,36	0,20	0,33	0,11	0,06	0,06	0,66	0,50	0,69	0,33	0,31	0,32
120	0,12	0,22	0,11	0,34	0,03	0,13	0,10	0,13	0,13	0,31	0,35	0,35
350	0,12	0,42	0,17	0,19	0,05	0,15	0,08	0,08	0,05	0,45	0,32	0,08
750	0,35	1,50	0,59	0,34	0,06	0,01	0,45	0,71	0,69	0,28	0,07	0,08
1000	0,50	0,89	0,36	0,28	0,32	0,13	0,41	0,41	0,31	0,41	0,74	0,19
1500	0,73	0,93	0,79	0,23	0,01	0,17	0,33	0,41	0,24	0,56	0,30	0,25
2500	0,72	1,26	0,95	0,08	0,06	0,19	0,25	0,42	0,34	0,45	0,26	0,17
3000	0,65	1,19	0,68	0,04	0,19	0,22	0,35	0,52	0,44	0,27	0,04	0,05

Observa-se na Tabela 5 que, para os padrões 1 e 3, todos os laboratórios declararam valores que resultaram em erros normalizados abaixo do valor máximo determinado por Cox (2002). Já para o padrão 2, o laboratório L1 obteve dois erros normalizados não aceitáveis e um em nível de alerta e, para o mesmo padrão, o laboratório L3 obteve dois valores em nível de alerta.

## 6. CONCLUSÃO


Os resultados obtidos nesta 2ª edição programa de comparação interlaboratorial em hidrometria atingiram os objetivos propostos e evidenciaram uma boa concordância dos serviços de calibração realizados pelos laboratórios do Grupo 1 e do Grupo 2. Foram observados alguns valores inaceitáveis e em nível de alerta, mas destaca-se que houve uma sensível evolução do desempenho dos laboratórios do Grupo 2.

Embora o principal objetivo deste PI é apoiar o processo de acreditação de laboratórios segundo a norma ABNT NBR/ISO/IEC 17 025, a qual estabelece a obrigatoriedade da participação, com sucesso, em um programa de proficiência ou um programa interlaboratorial, o trabalho desenvolvido pela Subcomissão e a CT-13 possibilitou o aprimoramento da garantia da confiabilidade metrológica nas atividades de calibração e de verificação de hidrômetros em nosso país, bem como a difusão de boas práticas e harmonização de conceitos metrológicos.

## 7. AGRADECIMENTOS

A subcomissão da CT 13 agradece a empresa ITRON por ter disponibilizado os padrões itinerantes desta 2ª edição de comparação interlaboratorial.

São Paulo, 04 de agosto de 2014.

  
 Engº Nilson Massami Taira  
 Coordenador da 2ª Edição do Programa de Comparação  
 Interlaboratorial em Hidrometria  
 Centro de Metrologia Mecânica, Elétrica e de Fluidos do IPT



## 8. REFERÊNCIAS

COX, M. G. "The evaluation 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.

TAIRA, N.M.; 1º Programa de Comparação Interlaboratorial em Hidrometria, 2013, Comissão Técnica de Vazão CT-13, CGCRE.

(\*) 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](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 Cezar  
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  
Jânio Felipe Martins da Silva

Sappel do Brasil

Laboratório de Verificação de Medidores de Água

Emilly Susan da Silva



DMAE - Departamento Municipal de Água e Esgotos de Porto Alegre  
Laboratório de Hidrômetros – DMAE/POA

Elton J. Mello

Maturino Rabello Júnior

Ariel da Silva Nunes

Paulo Sérgio Moura Gonçalves

Dinarte Manoel Souza

Antônio dos Santos

## 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](mailto: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](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

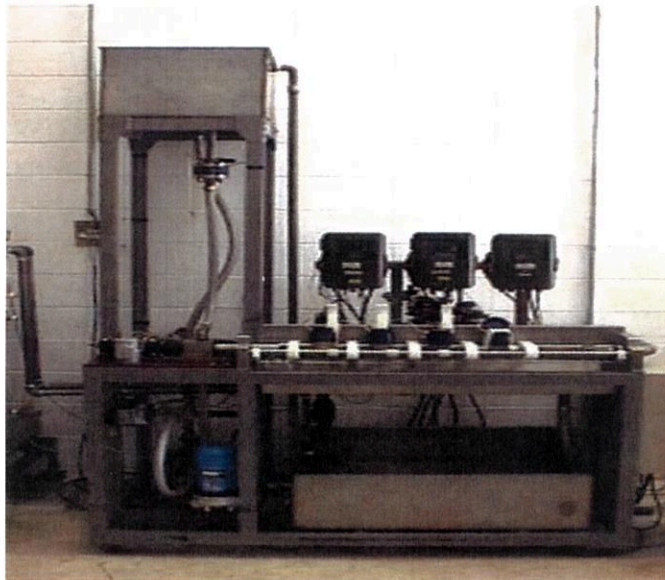


Figura A1 – Bancada de baixas vazões de água do IPT





## Laboratório de Hidrometria do Setor de Micromedição 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

*Handwritten signature*

## Laboratório de Micromedição 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. Provido 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

*[Handwritten signature]*

## **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 m<sup>3</sup>/h

**Fluido:** Água



Figura A4 – Bancada de calibração de hidrômetros da empresa SAPPEL

*(Handwritten signature)*

## 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 jlbueno@sabesp.com.br

**Escopo de acreditação:**

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

**Método utilizado:** Volumétrico

**Fluido:** 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](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 m<sup>3</sup>/h até 5 m<sup>3</sup>

**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

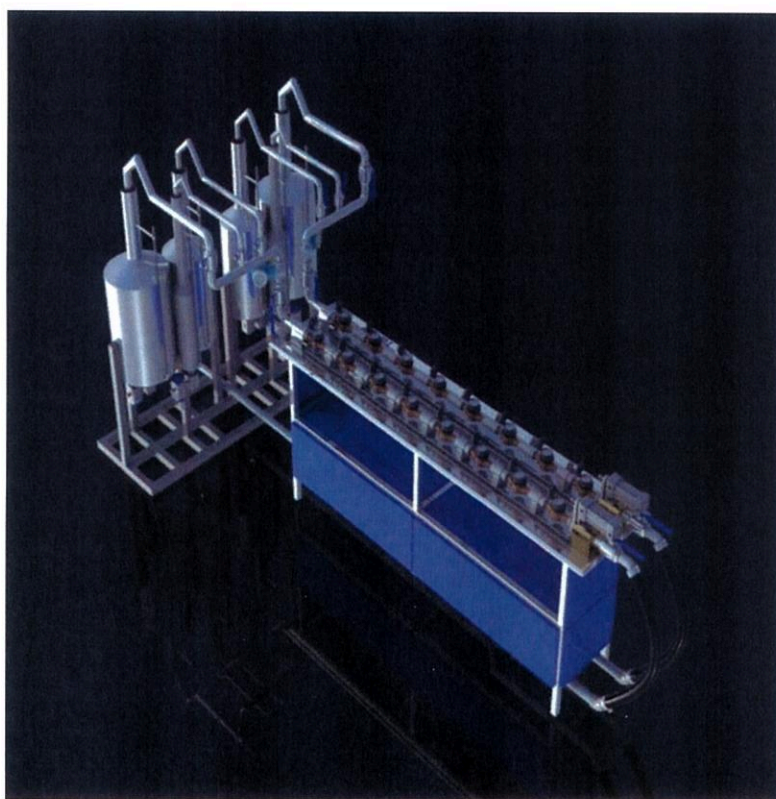


Figura A7 – Bancada de calibração de hidrômetros da empresa ELSTER



## LABORATÓRIO DE HIDRÔMETROS – DMAE/POA

**Razão Social:** DMAE - Departamento Municipal de Água e Esgotos de Porto Alegre

**Endereço:** Av. Princesa Isabel, 1237 – Bairro Santana – Porto Alegre – RS

**Tel.:** (51) 3289-9105 ou 3289-9680

**e-mail:** labhid@dmae.prefpoa.com.br

**Escopo de Acreditação:**

Serviços de Calibração de Instrumentos Totalizadores de Volume de Água Fria de 6 L/h à 5.000 L/h (em processo de preparação)

**Método utilizado:** Calibração Volumétrica Estática

**Fluído:** Água fria



Figura A8 – Bancada de calibração de hidrômetros do DMAE/POA