

COORDENAÇÃO GERAL DE ACREDITAÇÃO – CGCRE

Comissão Técnica de Vazão – CT13

Subcomissão técnica do Programa Interlaboratorial Permanente em Hidrometria

RELATÓRIO FINAL DA 6ª EDIÇÃO DO PROGRAMA INTERLABORATORIAL

GRUPO 10



Março/2017

Página 1 de 20

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	3
2. OBJETIVO .....	4
3. DESCRIÇÃO DO PROGRAMA INTERLABORATORIAL .....	4
3.1    Laboratórios participantes .....	4
3.2    Formação de Grupos, Tipo de Circulação e Coordenação .....	6
3.3    Artefatos .....	8
3.4    Acondicionamento e Transporte dos Artefatos .....	8
3.5    Laboratório de Referência .....	8
3.6    Métodos de Medição .....	9
4. DECLARAÇÃO DOS RESULTADOS DAS CALIBRAÇÕES .....	10
5. RESULTADOS DO PROGRAMA INTERLABORATORIAL .....	11
5.1    Análise do Erro Normalizado $E_N$ Grupo 10 .....	12
6. CONCLUSÃO .....	14
7. AGRADECIMENTOS .....	15
8. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA .....	16
ANEXO I – EQUIPE TÉCNICA.....	17

## 1. INTRODUÇÃO

A 6ª Edição do Programa Interlaboratorial Permanente em Hidrometria (PI) estabelecido em 2015 é o resultado do interesse manifestado pelas empresas de saneamento, fabricantes de medidores de água, laboratórios acreditados ou postulantes a acreditação, visando aprimorar a garantia da confiabilidade metrológica nas atividades de calibração e de verificação de hidrômetros em nosso país.

Nesta 6ª Edição, foram estabelecidos 10 grupos em quatro diferentes faixas de operações e utilizando artefatos de três diferentes tecnologias, volumétrico, velocimétrico e ultrassônico. Para efeito de atualização da terminologia, o termo artefato neste relatório substitui o termo padrão itinerante contido no protocolo e documentos relacionados a esta 6ª Edição.

Uma das motivações para realizar a avaliação utilizando diferentes tecnologias foi avaliar se as bancadas de calibração utilizadas atualmente, estão aptas para realizar a calibração e apresentar resultados homogêneos em diferentes laboratórios.

Os resultados apresentados referem-se exclusivamente ao grupo 10.

A primeira atividade desta subcomissão foi elaborar o protocolo do programa de comparação interlaboratorial com objetivo de harmonizar as informações e estabelecer os requisitos e procedimentos a serem cumpridos pelos laboratórios participantes.

O protocolo e este relatório refere-se a 6ª Edição do Programa Interlaboratorial e foi elaborado com base nos documentos:

- ✓ NIE-CGCRE-045, Operação dos Comitês Técnicos de Assessoramento à Cgcre na Acreditação de Organismos de Avaliação da Conformidade.
- ✓ NIT-DICLA 026, Requisitos Gerais para Participação de Laboratórios de Ensaios e de Calibração em Atividades de Ensaios de Proficiência.
- ✓ ABNT NBR ISO IEC 17043 – Avaliação de Conformidade – Requisitos Gerais para Ensaios de Proficiência.

Um software desenvolvido por Sr. Nilson Taira – IPT foi utilizado para realizar o cálculo aplicando o método Cox para cálculo do erro normalizado e a inserção dos resultados de medição foi realizada por um representante de uma Companhia de Saneamento, conforme previsto em protocolo.

Para assegurar a imparcialidade e transparência do processo, o representante selecionado não pertence ao grupo ao qual inseriu os dados.

A tabela de cálculo e gráficos foi encaminhada ao coordenador do grupo para elaboração do relatório final e apresentação ao grupo. Após análise crítica o mesmo foi entregue a Comissão Técnica de Vação – CT13.

A 6ª Edição do Programa Interlaboratorial Permanente em Hidrometria foi realizado no período de Julho/2015 a Março/2017.

## 2. OBJETIVO

O objetivo deste documento é a apresentação dos resultados da 6ª Edição do Programa Interlaboratorial Permanente em Hidrometria do grupo nº10, composto pelos laboratórios participantes da ITRON, COPASA, CESAN, LAO, SABESP e IPT.

Nota: Informações detalhadas dos laboratórios encontram-se no anexo 1.

## 3. DESCRIÇÃO DO PROGRAMA INTERLABORATORIAL

A seguir está descrito aspectos do protocolo desenvolvido entre os laboratórios participantes do Programa Interlaboratorial Permanente em Hidrometria (PI).

### 3.1 Laboratórios Participantes

Participaram da 6ª Edição do Programa Interlaboratorial Permanente em Hidrometria um total de 28 laboratórios, sendo 4 (quatro) laboratórios acreditados pela Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaio – RBLE, 10 (dez) laboratórios em processo de calibração e 14 (quatorze) laboratórios em preparação para iniciar o processo de acreditação segundo requisitos da NBR ISO IEC 17025.

Na tabela 1 estão relacionados os laboratórios participantes deste PI, respectivos números de acreditação quando aplicável e instituições ou empresas ao qual pertencem.

Tabela 1 – Relação de Laboratórios Participantes

Nº de Acreditação	Nome do Laboratório	Instituição / Empresa
CAL 0162	Centro de Metrologia Mecânica, Elétrica e de Fluidos	Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT
CRL 0563	Laboratório de Hidrometria da Divisão de Hidrometria	Companhia de Saneamento de Minas Gerais - COPASA
CRL 0560	Laboratório de Medidores	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo - SABESP
CRL 0825	Laboratório de Hidrometria	Companhia de Água e Esgoto do Ceará - CAGECE
Em Processo de Acreditação	Laboratório de Hidrometria	ODEBRECHT Ambiental - Cachoeiro
	Laboratório de Hidrometria	ODEBRECHT Ambiental – Limeira
	Laboratório Itron de Calibrações e Ensaio	ITRON Soluções para Energia e Água Ltda.
	Laboratório de Inspeção Final	ELSTER Medição de Água S.A.

Continuação da Tabela 1 – Relação de Laboratórios Participantes

Nº de Acreditação	Nome do Laboratório	Instituição / Empresa
Em Processo de Acreditação	Laboratório de Hidrômetros	Departamento Municipal de Água e Esgotos – DMAE Porto Alegre
	Laboratório de Verificação e Calibração Zenner do Brasil	ZENNER
	Laboratório de Medidores	Companhia Estadual de Águas e Esgoto - CEDAE
	Laboratório de Verificação de Medidores de Água	FAE
	Laboratório de Verificação de Medidores de Água	DIEHL Metering
	Laboratório de Verificação de Medidores de Água	Liceu de Artes e Ofício - LAO
Em Preparação	Laboratório de Hidrometria da P-GOH	Saneamento de Goiás S.A. - SANEAGO
	Laboratório de Hidrometria	Sociedade de Abastecimento de Água e Saneamento S.A.- SANASA Campinas
	Laboratório de Micromedição	Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal CAESB
	Laboratório de Hidrometria	Companhia Pernambucana de Saneamento - COMPESA
	Laboratório de Verificação de Medidores de Água	SAGA
	Laboratório de Medidores	HIDROMETER
	Laboratório de Verificação de Medidores de Água	VECTOR
	Laboratório de Hidrometria	AVS
	Laboratório de Verificação de Medidores de Água	DIGICO
	Laboratório de Hidrômetros	Companhia Espírito Santense de Saneamento - CESAN
	Laboratório de Hidrometria	SAAE Porto Feliz
	Laboratório de Verificação	ENERGYRUS
	Laboratório de Hidrometria	Companhia Catarinense de Águas e Saneamento - CASAN
	Laboratório de Hidrometria	ÁGUAS DE NITERÓI

O protocolo desenvolvido entre os laboratórios participantes definem as principais etapas do PI, o observador, coordenadores e secretários dos grupos, bem como o coordenador geral do programa.

A Coordenação Geral de Acreditação - Cgcre, através da Divisão de Acreditação de Laboratórios – DICLA, atuou como o observador deste programa, na dissociação entre resultados de medição e laboratórios participantes, através da substituição do nome do laboratório por um código alfanumérico (desidentificação).

### **3.2 Formação dos Grupos, Tipo de Circulação e Coordenação.**

A subcomissão decidiu pela formação de dez grupos participantes, com no mínimo 4 (quatro) e no máximo 6 (seis) laboratórios, com tempo de 30 dias por laboratório para realização da calibração.

O limite inferior de 4 laboratórios por grupo, foi estabelecido para garantir uma massa crítica de dados mínima para avaliação dos laboratórios.

O limite superior de 6 laboratórios por grupo, equivalente a 6 meses de circulação, foi estabelecido com objetivo de reduzir riscos sobre a integridade dos artefatos quando submetidos a um longo período de circulação e adicionalmente manter este processo sob controle, sendo estimado um tempo para conclusão de 12 meses.

A ordem de circulação sequencial (“em roda”) foi adotada para este programa e definida por logística motivada pela localização geográfica dos laboratórios participantes.

Decidiu-se por não definir laboratório de referência, sendo adotado o valor médio dos erros divulgados pelos laboratórios participantes como referência para o cálculo do erro normalizado.

O observador Maurício A. Soares – DICLA assumiu a função de observador do programa.

A tabela 2 relaciona os laboratórios participantes, ordem de circulação, faixa de operação, tipo de tecnologia de cada artefato utilizado, coordenador, secretário, observador para cada grupo e coordenador geral do programa.

As equipes técnicas dos laboratórios participantes estão relacionados no anexo 1.

Tabela 2: Relação de laboratórios, faixas de operação, coordenadores, secretários, observador de cada grupo e coordenador da 6ª Edição.

Ordem de Circulação	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5	Grupo 6	Grupo 7	Grupo 8	Grupo 9	Grupo 10
1º	CASAN	COPASA	SAAE Porto Feliz	ELSTER	COMPESA	SABESP	COPASA	ZENNER	LAO	ITRON
2º	CESAN	SANEAGO	ITRON	DIGICO	DIEHL	LAO	SAGA	CASAN	CEDAE	COPASA
3º	ODEBRECHT Cachoeiro	LAO	ODEBRECHT Limeira	SAGA	AGUAS DE NITERÓI	SAAE Porto Feliz	SANEAGO	ELSTER	DIEHL	CESAN
4º	ZENNER	HIDROMETER	VECTOR	CAGECE	ENERGYRUS	VECTOR	DIEHL	COPASA	COMPESA	LAO
5º	DMAE Porto Alegre	CEDAE	SANASA	IPT	AVS	ODEBRECHT Limeira	ODEBRECHT Cachoeiro	CAESB	SANEAGO	SABESP
6º					CAESB	FAE	DMAE Porto Alegre	CAGECE	IPT	IPT
<b>Faixa de Operação</b>	15 L/h a 3 000 L/h	15 L/h a 3 000 L/h	15 L/h a 3 000 L/h	15 L/h a 3 000 L/h	15 L/h a 3 000 L/h	6,5 L/h a 5 000 L/h	6,5 L/h a 5 000 L/h	70 a 7 800 L/h	70 a 7 800 L/h	150 a 30 000 L/h
<b>Tipo de Padrão</b>	Volumétrico	Volumétrico	Volumétrico	Volumétrico	Ultrassônico	Ultrassônico	Ultrassônico	Volumétrico	Volumétrico	Ultrassônico
<b>Coordenador do Grupo</b>	Levy - CASAN	Fernando - COPASA	Bruno – ODEBRECHT Limeira	César Augusto - CAGECE	Paulo - COMPESA	Jorge Bueno - SABESP	Elton – DMAE Porto Alegre	Almir - ELSTER	Lucivaldo - LAO	Fernando - COPASA
<b>Secretário do Grupo</b>	Jorge - ZENNER	Lucivaldo - LAO	Amadeu - SAAE Porto Feliz	Carlos Primo - ELSTER	Mariele – ÁGUAS DE NITERÓI	Renato Pimenta – SAAE Porto Feliz	Geraldo - SAGA	Fernando - COPASA	Paulo - COMPESA	Jorge Bueno - SABESP
<b>Coordenador 6ª Edição</b>	Adriano F. de Oliveira ITRON									
<b>Observador</b>	Maurício Soares INMETRO									

### 3.3 Artefatos

A subcomissão decidiu pela utilização de diferentes tipos de artefatos, em diferentes faixas de operação.

As motivações para utilização de diferentes tecnologias foram originadas devido à necessidade de:

- Avaliar se as bancadas de calibração utilizadas atualmente, estão aptas para realizar a calibração e apresentar resultados homogêneos em diferentes laboratórios.
- Conhecer ou identificar novas componentes de incerteza de medição associadas ao padrão utilizado, bem como avaliar a necessidade de algum tipo de adaptação ou melhoria da bancada de calibração para a tecnologia avaliada.

Para cada faixa de vazão, definiu-se pela utilização de um tipo de artefato, quantidade a ser fornecida para cada grupo e fabricante ou companhia de saneamento interessada em fornecer.

A Tabela 3 relaciona a faixa de operação do grupo n° 10, características do artefato, quantidade e responsável pelo fornecimento dos mesmos.

Tabela 3 – Faixa de operação do padrão itinerante, quantidade e fornecedor

Faixa de Operação (L/h)	Grupos	Artefato	Quantidade	Responsável para Fornecer
150 a 30 000	10	Medidor Ultrassônico DN 50 x 200mm	2 unidades	Arad

Definiu-se quantidade de artefatos superior a uma unidade para reduzir o risco de que ao final do processo de intercomparação uma falha no padrão pudesse comprometer o resultado de todo o grupo.

### 3.4 Acondicionamento e Transporte dos Artefatos

Os Artefatos foram entregues em maletas devidamente acondicionados com espumas protegendo os mesmos contra impactos ou danos não intencionais.

Em consenso pela subcomissão, o transporte via aérea dos artefatos foi autorizado, considerando a proteção oferecida pelas respectivas embalagens.

### 3.5 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 de medição proveniente 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).



### 3.6 Métodos de Medição

A calibração do artefato ocorreu somente em uma bancada de calibração, especificamente aquela ao qual o laboratório deseja submeter para avaliação e reavaliação da acreditação segundo a norma ABNT NBR ISO/IEC 17025, buscando assim preservar o desempenho metrológico dos artefatos.

Os artefatos foram calibrados em 10 vazões decrescentes da faixa de operação, com três medições em cada vazão, (n=3).

As seguintes orientações foram descritas no protocolo do PI:

- Durante as calibrações a variação da vazão seja inferior a +/- 5% do 1° ao 8° ponto de calibração e de +/-2,5% no 9° e 10° ponto de calibração.
- Após o último artefato instalado na banca de calibração, a pressão manométrica deve ser no mínimo de 0,3 bar.
- Durante a calibração a variação da temperatura da água não deve ser superior a 5°C.
- Devem ser registrados os valores médios da temperatura da água, para cada ponto.
- Devem ser apresentados os valores médios das condições ambientais, temperatura e umidade relativa do ar, durante as calibrações.
- Utilizar filtro a montante dos artefatos com capacidade de retenção de partículas sólidas acima de 50 µm (Mesh 270).
- Trecho reto para medidores Ultrassônicos, Volumétricos e Velocimétricos: mínimo de 5 x DN para entrada e 5 x DN para saída.
- Utilizar diâmetro interno dos mancais da seguinte forma:  
Para medidores com DN 20, utilizar mancais com diâmetro interno de 19 a 20 mm.  
Para medidores com DN 25, utilizar mancais com diâmetro interno de 24 a 25 mm.  
Para medidores com DN 50, utilizar mancais com diâmetro interno de 50 a 52 mm.
- Definiu-se que a vedação utilizada pelo laboratório, deve ser selecionada com objetivo de evitar a obstrução do diâmetro interno, após posicionamento dos medidores em banca de calibração.
- O laboratório participante deve executar a realização de purga visando a eliminação do ar no sistema hidráulico antes das medições.
- O volume a ser escoado em um ensaio de verificação ou processo de calibração possui impacto na incerteza de medição expandida e visando a harmonização da contribuição desta componente, definiu-se na tabela 4, as vazões de ensaio para o grupo10 e a utilização de volume mínimo para cada vazão.

Tabela 4: Definição das vazões para calibração e volume mínimo escoado.

Ponto	Vazão (L/h)	Volume Mínimo (L)
1º	27 000	500
2º	20 000	500
3º	15 000	500
4º	10 000	500
5º	7 500	100
6º	3 500	100
7º	1 200	50
8º	600	50
9º	300	20
10º	150	10

#### 4. DECLARAÇÃO DOS RESULTADOS DE CALIBRAÇÃO

Os laboratórios participantes preencheram planilha eletrônica com os resultados de medição dos respectivos artefatos, conforme exemplo da tabela 5.

Tabela 5 – Exemplo da forma de apresentação dos resultados de calibração

DIVULGAÇÃO DOS RESULTADOS DE CALIBRAÇÃO							
Grupo							
Laboratório							
Coordenador							
Secretário							
Padrão Itinerante nº1	Tipo				Nº Série		
Ponto	Faixa de Operação 15 a 3 000 (L/h)	Vazão (L/h)	Erro (%)	Volume (L)	Desvio Padrão Experimental da Média (%)	Incerteza Expandida (%)	Fator de Abrangência k
1º	2700						
2º	2000						
3º	1500						
4º	1000						
5º	750						
6º	350						
7º	120						
8º	60						
9º	30						
10º	15						

O observador enviou para cada laboratório participante, no início do programa, código alfanumérico para ser utilizado no momento da divulgação dos resultados de medição.

Este código dissocia os resultados de medição e laboratórios participantes, mantendo a confidencialidade do mesmo.

Posteriormente os resultados de medição foram enviados ao representante designado, Sr. Miguel da Rocha Lima do laboratório de Hidrometria da P-GOH da Saneamento de Goiás S.A. - SANEGO, não atuante no grupo nº 10, para execução do cálculo do erro normalizado utilizando software fornecido pelo IPT.”

Este representante reportou as tabelas e gráficos relacionados ao erro normalizado ao coordenador do grupo para elaboração do relatório final.

Os laboratórios participantes poderiam relatar a qualquer momento, 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 6ª Edição do programa interlaboratorial.

A metodologia de cálculo para determinação do valor médio de referência, para cada vazão de operação descrita na tabela 4, foi executada segundo os procedimentos A ou B propostos por **Cox, M.G. "The Evaluation of Key Comparison Data", Metrologia, 2002, 39, pp589-595.**

Sendo o valor de  $En$  calculado pela equação (1):

$$En = \left| \frac{E_{lab} - E_{ref}}{2u_{ref}} \right| \leq 1 \quad (1)$$

Onde:

$E_{lab}$  = Erro médio do laboratório

$E_{ref}$  = Erro médio de referência

$u_{ref}$  = 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 laboratoriais, conforme Mikan (2009), Manosso (2011) bem como 2ª (2013) e 5ª (2014) Edição do Programa Interlaboratorial Permanente em Hidrometria.

Em consenso pelos laboratórios participantes aplicou-se o procedimento B, que consiste no uso da mediana como estimador do valor de referência obtido a partir de uma grande quantidade de amostra de dados gerados por simulação de Monte Carlo dos possíveis valores de erro relativo de volume emitido pelo laboratório.

As amostras de dados gerados devem ser de  $10^6$  elementos para cada laboratório e para cada vazão de calibração do artefato. Detalhes do procedimento podem ser obtidos no documento original.

Desta forma, pode-se definir uma nova equação para o Erro Normalizado, conforme equação (2):

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

Onde:

$$\overline{d_i} = x_i - x_{ref}$$

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 procedimentos B de Cox, para cada vazão e padrão itinerante.

$x_{ref}$

Valor do Erro calculado, segundo procedimento B de Cox.

$u_{di}$

Incerteza padrão da diferença  $d_i$ , calculado segundo procedimento B de Cox.

A simulação foi realizada para 1.000.000 de dados para cada vazão e laboratório, utilizando software fornecido pelo IPT no ambiente de programação Excel.

### 5.1 Análise do Erro Normalizado $En$ Grupo 10

Os valores de referência do erro relativo de (CRV %) incerteza de medição expandida (KCRV %) para cada artefato, podem ser observados na tabela 6.

Nos itens subsequentes são apresentados os valores dos erros normalizados, calculados segundo a equação (2).

Tabela 6 – Valores de referência do erro relativo de volume (CRV %) e incerteza de medição expandida (KCRV %).

Vazão (L/h)	N° Série dos Artefatos			
	G15AA00127		G15AA00128	
	CRV(%)	Incerteza Padrão KCRV (%)	CRV(%)	Incerteza Padrão KCRV (%)
27000	0,70653	0,102004	0,00909	0,091190
20000	0,54128	0,143736	-0,03577	0,094231
15000	0,38713	0,111830	-0,02442	0,098675
10000	0,09372	0,102487	-0,47422	0,134740
7500	-0,24970	0,116140	-0,35313	0,115866
3500	-0,78296	0,152293	-0,35749	0,186310
1200	-0,24790	0,096648	-1,02256	0,156723
600	0,31739	0,130105	-1,02348	0,159678
300	-0,77724	0,159629	-1,50720	0,118278
150	5,60416	0,256847	-0,22617	0,098299

Na tabela 7, 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:

**$En \leq 1$**  o resultado do laboratório é aceitável (satisfatório);

**$En > 1,2$**  o resultado do laboratório não é aceitável (insatisfatório, falha);

**$1 < En \leq 1,2$**  o resultado do laboratório está em “nível de alerta”, sendo recomendado ao laboratório alguma ação.

Tabela 7 – Erro normalizado para o Grupo 10

Vazão L/h	Laboratório L101		Laboratório L102		Laboratório L103	
	G15AA00127	G15AA00128	G15AA00127	G15AA00128	G15AA00127	G15AA00128
27000	0,545	0,457	0,137	0,469	1,279	0,025
20000	0,237	0,558	0,482	0,945	1,121	0,585
15000	0,267	0,595	1,215	0,635	0,788	0,536
10000	0,387	0,559	2,665	0,371	0,301	1,500
7500	0,384	0,743	2,554	0,084	0,608	1,260
3500	0,054	1,079	1,999	0,640	0,239	1,213
1200	0,523	0,013	0,646	0,215	0,083	2,816
600	0,734	0,410	0,028	0,392	2,351	2,819
300	0,016	0,134	0,37	0,577	4,018	3,477
150	1,091	0,333	1,168	0,145	4,247	0,911

Vazão L/h	Laboratório L104		Laboratório L105		Laboratório L106	
	G15AA00127	G15AA00128	G15AA00127	G15AA00128	G15AA00127	G15AA00128
27000	0,729	2,849	0,167	0,881	0,337	1,230
20000	1,756	1,984	0,064	1,741	0,95	1,057
15000	1,233	2,543	0,339	1,236	0,716	0,653
10000	1,667	2,121	0,341	0,987	0,413	0,006
7500	2,091	0,803	0,31	1,299	0,156	0,063
3500	0,409	0,662	0,164	0,281	0,812	0,258
1200	0,063	0,676	0,689	1,510	0,453	0,387
600	0,23	0,062	1,406	1,102	0,856	0,145
300	0,005	0,539	0,146	0,303	0,652	1,305
150	0,611	2,257	6,908	0,500	0,525	1,909

A partir da tabela 7, observa-se:

- que os valores declarados pelo Laboratório L101 resultaram em 2(dois) erros normalizado em nível de alerta;

- que os valores declarados pelo Laboratório L12 resultaram em 1(um) erro normalizado em nível de alerta e 4(quatro) erros normalizados insatisfatórios;
- que os valores declarados pelo Laboratório L103 resultaram em 1(um) erro normalizado em nível de alerta e 10(dez) erros normalizados insatisfatórios;
- que os valores declarados pelo Laboratório L104 resultaram em 9(nove) erros normalizados insatisfatórios;
- que os valores declarados pelo Laboratório L105 resultaram em 1(um) erro normalizado em nível de alerta e 6(seis) erros normalizados insatisfatórios;
- que os valores declarados pelo Laboratório L106 resultaram em 1(um) erro normalizado em nível de alerta e 3(três) erros normalizados insatisfatórios;

## 6. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos pelo grupo nº 10 desta 6ª Edição do Programa Interlaboratorial Permanente em Hidrometria, indicam que o objetivo do programa interlaboratorial foi atingido uma vez que este programa permitiu a identificação de aspectos de melhoria, fomentou discussões sobre temas relacionados a metrologia, estabeleceu ambiente adequado para intercâmbio de informações, permitindo a elaboração de futuras ações entre os laboratórios participantes quando eventualmente obtiveram resultados de erro normalizado “não satisfatórios” ou confirmando atendimento quanto à homogeneidade de resultados, quando obtiveram resultados de erro normalizado “satisfatório”.

Os laboratórios obtiveram o seguinte índice de resultados satisfatórios:  
Porcentagem de erro normalizado  $En \leq 1$ .

- O Laboratório LAB L101 apresentou 90,0% dos resultados com  $En \leq 1$ ;
- O Laboratório LAB L102 apresentou 75,0% dos resultados com  $En \leq 1$ ;
- O Laboratório LAB L103 apresentou 45,0% dos resultados com  $En \leq 1$ ;
- O Laboratório LAB L104 apresentou 55,0% dos resultados com  $En \leq 1$ ;
- O Laboratório LAB L105 apresentou 65,0% dos resultados com  $En \leq 1$ ;
- O Laboratório LAB L106 apresentou 80,0% dos resultados com  $En \leq 1$ ;

Nenhum laboratório obteve resultados de erro normalizado  $En \leq 1$  em 100% das medições. O grupo 10 apresentou 68,33% dos resultados satisfatórios, 5% dos resultados foram classificados como em “nível de alerta” e 26,67% dos resultados foram considerados insatisfatórios. Todos os laboratórios do grupo 10 obtiveram resultados de erro normalizado acima de 1, portanto recomenda-se a elaboração de um plano de ação conjunto para identificar aspectos de melhoria, principalmente em relação às incertezas de medição declaradas, podendo ser um aspecto para compreender os resultados não satisfatórios.

Conforme requerido pela política de participação em atividades de ensaios de proficiência da Dicla, os laboratórios que obtiveram resultados insatisfatórios para os ensaios para os quais (ou as calibrações para as quais) são acreditados devem evidenciar ao seu Gestor

de Acreditação a implementação de ações corretivas de acordo com o estabelecido no Regulamento de Acreditação da Dicla.

## **7. AGRADECIMENTOS**

A subcomissão da CT-13 agradece as empresas ARAD, AVS, DIEHL, LAO e ITRON por terem disponibilizado os artefatos para esta 6ª Edição do Programa Interlaboratorial Permanente em Hidrometria.

Ao Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, por oferecer toda infraestrutura para sediar as reuniões do PI e fornecer software para realização dos cálculos do erro normalizado.

Belo Horizonte, 17 de Março 2017.

---

Fernando Mendes de Almeida  
Coordenador do Grupo n° 10  
Laboratório de Hidrometria da Divisão de Hidrometria  
Companhia de Saneamento de Minas Gerais COPASA MG

---

Eng° Adriano Fernandes de Oliveira - MSc  
Coordenador do Programa Interlaboratorial Permanente em Hidrometria

## **8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

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.

INMETRO, Documento NIT DICLA 026 – rev. 10, Requisitos para a Participação de Laboratórios em Ensaios de Proficiência.

INMETRO, Documento NIE CGCRE 045 – rev. 4, Operação dos Comitês Técnicos de Assessoramento à CGCRE na Acreditação de Organismos de Avaliação de Conformidade.

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: 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 n° 1006, March 2009.

TAIRA, N.M; 2º Programa de Comparação Interlaboratorial em Hidrometria, 2013, Comissão Técnica de Vazão CT-13, CGCRE.

OLIVEIRA, A.F; 5ª Edição do Programa Interlaboratorial Permanente em Hidrometria, 2014, Comissão Técnica de Vazão CT-13, CGCRE.



## ANEXO 1

**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

**E-mail:** dvhm@copasa.com.br

**Método Utilizado:** Os artefatos foram ensaiados individualmente em uma bancada gravimétrica.

**Fluido:** Água

**Equipe Técnica Envolvida:** Edmilson Castro Silva, Fernando Mendes de Almeida e Luiz Fernando Almeida Resende.

O Laboratório de Hidrômetros da Divisão de Hidrometria da COPASA recebeu do Inmetro a certificação ABNT NBR ISO/IEC 17025 e à partir de 17/08/2012 passou a fazer parte da Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaio. A consulta referente à acreditação pode ser acessada através do no site do Inmetro, cujo endereço é:

<http://www.inmetro.gov.br/laboratorios/rble/> . O número da acreditação é: CRL 0563.



**Figura A1** –Bancada de Calibração de Hidrômetros da Empresa - Copasa

**Razão Social:** Itron Soluções para Energia e Água Ltda.

**Endereço:** Av. Joaquim Boer, 792 – Jd Helena CEP 13477-360, Americana – SP.

**Telefone:** 019-3478440

**E-mail:** adriano.fernandes@itron.com

**Método Utilizado:** Os artefatos foram ensaiados em série em uma bancada volumétrica.

**Fluido:** Água

**Equipe Técnica Envolvida:** Cristiano Silva, Luiz Careta e Adriano F. de Oliveira

O Laboratório Itron de Calibrações e Ensaios da Itron Soluções para Energia e Água Ltda - recebeu do Inmetro a acreditação ABNT NBR ISO/IEC 17025 e à partir de 15/04/2013 passou a fazer parte da Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaios. A consulta referente à acreditação pode ser acessada através do no site do Inmetro, cujo endereço é: <http://www.inmetro.gov.br/laboratorios/rble/>. O número da acreditação é CRL 0618.



**Figura A2** – Bancada de Calibração de Hidrômetros da Empresa - Itron

**Razão Social:** Liceu de Artes e Ofícios de São Paulo – LAO Indústria

**Endereço:** Av. Dr. Mauro Lindenberg Monteiro, 1003 Pq. Industrial Anhanguera – Osasco - SP

**Telefone:** 11 – 3658-5200

**E-mail:** microhid@laosp.br

**Método Utilizado:** Os artefatos foram ensaiados em série em uma bancada gravimétrica.

**Fluido:** Água

**Equipe Técnica Envolvida:** Lucivaldo Spagnolo e Rubens Gonçalves dos Santos

O Laboratório de verificação de medidores de água do Liceu de Artes e Ofícios de São Paulo – LAO - recebeu do Inmetro a certificação ABNT NBR ISO/IEC 17025 e à partir de 27/05/2016 passou a fazer parte da Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaios. A consulta referente à acreditação pode ser acessada através do no site do Inmetro, cujo endereço é: <http://www.inmetro.gov.br/laboratorios/rble/>. O número da acreditação é CRL 1041.



**Figura A3** – Bancada de Calibração de Hidrômetros da Empresa - LAO

**Razão Social:** SABESP – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo

**Endereço:** Rua José Rafaelli, 284 - Socorro - CEP: 04763-280 - São Paulo - SP

**E-mail:** [atmcarvalho@sabesp.com.br](mailto:atmcarvalho@sabesp.com.br); [jlbueno@sabesp.com.br](mailto:jlbueno@sabesp.com.br)

**Método Utilizado:** Os artefatos foram ensaiados em série em uma bancada volumétrica.

**Fluido:** Água

**Equipe Técnica Envolvida:** Ricardo Batista, Anderson Torres Martins Carvalho, Elias Lemes de Paula

O Laboratório de Medidores da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo - SABESP - recebeu do Inmetro a acreditação ABNT NBR ISO/IEC 17025 e à partir de 25/05/2012 passou a fazer parte da Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaios. A consulta referente à acreditação pode ser acessada através do no site do Inmetro, cujo endereço é: <http://www.inmetro.gov.br/laboratorios/rble/>. O número da acreditação é CRL 0560.



**Figura A4** – Bancada de Calibração de Hidrômetros da Empresa - SABESP