

**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 07**

**Março/2017**

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	3
2. OBJETIVO .....	4
3. DESCRIÇÃO DO PROGRAMA INTERLABORATORIAL .....	5
3.1    Laboratórios participantes .....	5
3.2    Formação de Grupos, Tipo de Circulação e Coordenação .....	7
3.3    Artefatos .....	9
3.4    Acondicionamento e Transporte dos Artefatos .....	9
3.5    Laboratório de Referência .....	9
3.6    Métodos de Medição .....	10
4. DECLARAÇÃO DOS RESULTADOS DAS CALIBRAÇÕES .....	11
5. RESULTADOS DO PROGRAMA INTERLABORATORIAL .....	12
5.1    Análise do Erro Normalizado $E_N$ Grupo 7 .....	13
6. CONCLUSÃO .....	15
7. AGRADECIMENTOS .....	16
8. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....	17
ANEXO I – EQUIPE TÉCNICA.....	18

## 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 n.º 07.

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 nº 07, do qual participaram os seguintes laboratórios:

- Companhia de Saneamento de Minas Gerais - COPASA  
Laboratório de Hidrometria da Divisão de Hidrometria - Acreditado  
Método de Calibração – Volumétrico com os medidores montados em série
- Saga Medição Ltda  
Laboratório de Ensaios em Hidrômetros – Acreditado  
Método de Calibração – Volumétrico com os medidores montados em série
- Saneamento de Goiás S.A. - SANEAGO  
Laboratório de Hidrometria da P-GOH – Não acreditado  
Método de Calibração – Volumétrico com os medidores montados em série
- Diehl Metering Ltda  
Laboratório de Verificação de Medidores de Água – Não acreditado  
Método de Calibração – Volumétrico com os medidores montados em série
- ODEBRECHT Ambiental – Cachoeiro de Itapemirim  
Laboratório de Hidrometria – Não acreditado  
Método de Calibração – Volumétrico com os medidores montados em série
- Departamento Municipal de Água e Esgotos de Porto Alegre – DMAE -RS  
Laboratório de Hidrômetros do DMAE – Não Acreditado  
Método de Calibração – Volumétrico com os medidores montados individualmente.

### 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.

Continuação da Tabela 1 – Relação de Laboratórios Participantes

Nº de Acreditação	Nome do Laboratório	Instituição / Empresa
Em Processo de Acreditação	Laboratório de Inspeção Final	ELSTER Medição de Água S.A.
	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 10 (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	Maturino – 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 nº 07, 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
6,5 a 5.000	7	Medidor Ultrassônico DN 20 x 190mm	3 unidades por grupo	Itron

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), conforme tabela 4:

Tabela 4: Faixa de operação, vazões de calibração e volume mínimo utilizado.

Ponto	Faixa de Operação e Definição das Vazões para Calibração	
	Volume Mínimo ( L )	6,5 a 5 000 (L/h) (Grupo 07)
1º	50	4 500
2º	50	4 000
3º	50	2 500
4º	50	1 700
5º	50	1 250
6º	50	600
7º	10	200
8º	5	30
9º	5	15
10º	5	6,5

As seguintes orientações foram descritas no protocolo do PI:

- Durante as calibrações a variação da vazão seja inferior a +/- 5% do 1º ao 8º ponto de calibração e de +/-2,5% no 9º e 10º 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 dever 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 a utilização de volume mínimo para cada faixa de operação e vazão.

#### 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 n°1	Tipo			N° 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. Luiz Claudio Drumond, do Laboratório de Medidores da CEDAE, não atuante no grupo nº 07, 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 3, 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<sup>6</sup> 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 07

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					
	I14VB000180 (Artefato 1)		I14VB000181 (Artefato 2)		I14VB000182 (Artefato 3)	
	CRV(%)	Incerteza Padrão KCRV (%)	CRV(%)	Incerteza Padrão KCRV (%)	CRV(%)	Incerteza Padrão KCRV (%)
4500	0,54978	0,131994	0,17359	0,087130	0,32883	0,164311
4000	0,55280	0,098257	0,21276	0,085912	0,30715	0,124400
2500	0,62655	0,075510	0,07323	0,073941	0,32932	0,104419
1700	0,53170	0,081831	-0,39609	0,072748	0,08380	0,100407
1250	0,07771	0,040210	-0,69022	0,080451	0,01561	0,118176
600	0,10905	0,060987	-0,70365	0,064210	-0,20375	0,096543
200	0,65887	0,082190	0,12578	0,093093	0,69134	0,146391
30	0,30847	0,167211	-0,56493	0,219692	0,34311	0,210132
15	0,52932	0,240291	-0,51667	0,180184	0,59300	0,161362
6,5	0,09815	0,230148	-0,59044	0,162695	0,40574	0,301537

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 07

Vazão (L/h)	LABORATÓRIO 71			LABORATÓRIO 72			LABORATÓRIO 73			LABORATÓRIO 74			LABORATÓRIO 75			LABORATÓRIO 76		
	Artefato			Artefato			Artefato			Artefato			Artefato			Artefato		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
4500	3,044	2,111	1,198	1,111	0,034	0,406	0,780	0,467	2,016	0,292	1,096	0,129	0,709	0,263	0,210	0,432	1,077	0,004
4000	4,563	3,942	2,384	0,922	0,428	0,414	0,309	0,912	1,170	0,372	1,528	0,296	0,628	0,111	0,056	0,931	0,875	1,839
2500	7,105	4,392	3,361	1,879	0,387	0,177	2,390	0,889	2,108	0,811	0,805	0,418	0,945	0,208	0,156	0,782	0,144	1,488
1700	6,386	4,521	3,560	2,074	1,254	0,498	0,593	0,322	2,892	0,374	1,167	0,266	1,460	0,116	0,073	0,747	0,421	2,623
1250	4,542	2,471	2,276	0,603	1,406	1,418	1,445	0,345	0,581	1,492	0,370	0,636	1,229	0,097	0,298	0,639	0,123	1,720
600	0,322	0,891	0,938	1,015	0,671	1,475	3,140	0,595	0,984	0,711	0,883	0,537	0,828	0,261	0,660	0,140	0,670	0,548
200	0,828	0,775	1,324	0,972	0,837	0,067	4,135	2,430	3,081	0,637	0,984	0,178	1,079	0,621	0,744	0,678	0,659	1,727
30	0,920	1,717	1,755	1,294	0,811	0,507	0,147	0,220	0,616	0,426	0,189	0,271	0,573	0,986	0,231	1,911	0,478	0,698
15	2,655	1,041	0,121	0,251	0,571	0,676	2,997	3,380	1,869	0,072	0,316	0,140	0,180	0,421	0,180	0,127	0,564	0,223
6,5	0,969	1,353	0,008	0,835	0,578	1,146	6,173	7,146	2,582	0,449	0,670	0,001	0,311	0,638	0,971	0,278	0,658	1,550

## 6. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos pelo grupo nº 07 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 à 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  $En \leq 1$ .

LABORATÓRIO 71 – 30 %

LABORATÓRIO 72 – 67 %

LABORATÓRIO 73 – 47 %

LABORATÓRIO 74 – 87 %

LABORATÓRIO 75 – 90 %

LABORATÓRIO 76 – 73 %

Todos os laboratórios em algum momento obtiveram resultados de erro normalizado acima de 1. O grupo 07 apresentou 65,56% dos resultados satisfatórios, 5,55% dos resultados foram classificados com em “nível de alerta” e 28,89% dos resultados foram considerados insatisfatórios.

Destaca-se também que os medidores utilizados para o Grupo 07 foram do tipo Ultrassônico e, embora esta tecnologia tenha sido empregada na edição anterior pela primeira vez, sua escolha justificou-se pelo desafio aos laboratórios em avaliar se as bancadas de calibração e metodologia de cálculo de incerteza de medição estão adaptadas para avaliação deste tipo de medidor.

Através deste relatório ficou evidenciada a falta de homogeneidade dos resultados apresentados por diferentes laboratórios nas calibrações de medidores ultrassônicos, sendo necessária uma análise crítica do processo com intuito de identificar os fatores de influência para os resultados encontrados e, a partir disso, se estabeleçam critérios que as bancadas e os procedimentos de calibração devem atender.

Em função dos resultados obtidos recomenda-se que cada laboratório elabore plano de ação para identificar as possíveis causas que levaram a obtenção dos resultados “não satisfatórios”, com o objetivo de implantar melhorias no processo.

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.

Porto Alegre, 09 de março de 2017.

---

Eng° Maturino Rabello Junior  
Coordenador do Grupo n° 07  
Laboratório de Hidrômetros do DMAE

---

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

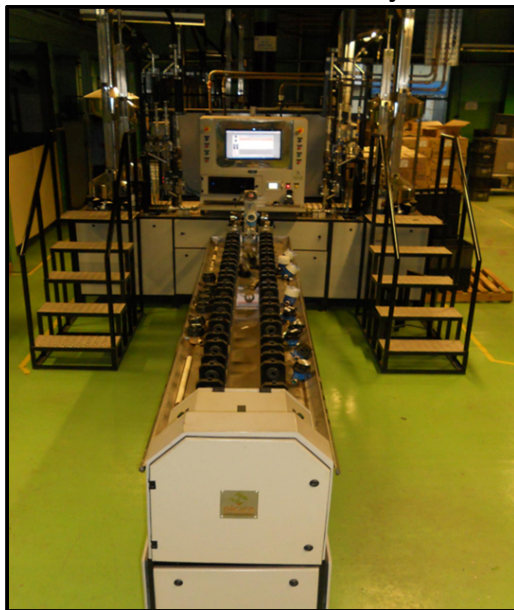
### EQUIPE TÉCNICA DO GRUPO N° 07

#### **Companhia de Saneamento de Minas Gerais - COPASA**

Laboratório de Hidrometria da Divisão de Hidrometria

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

Figura A1 – Bancada Volumétrica de calibração da empresa COPASA



#### **Saga Medição Ltda**

Laboratório de Ensaios em Hidrômetros

Equipe Técnica Envolvida: Claudiomar Santos Figueiredo, Daniele de Jesus Pereira, Cristian Francisco Silva Oliveira e Gustavo Duarte Santos.

Figura A2 – Bancada de calibração da empresa SAGA



**Saneamento de Goiás S.A. - SANEAGO**

Laboratório de Hidrometria da P-GOH

Equipe Técnica Envolvida: Miguel da Rocha Lima e Hélio Nunes de Jesus

Figura A3 – Bancada de calibração da empresa SANEAGO



**Diehl Metering Ltda**

Laboratório de Verificação de Medidores de Água

Equipe Técnica Envolvida: Romero Lincoln, Camila Guerra.

Figura A4 – Bancada de calibração da empresa Diehl



**ODEBRECHT Ambiental – Cachoeiro de Itapemirim**

Laboratório de Hidrometria

Equipe Técnica Envolvida: Moisés Nogueira Torres e Bruno Bernini

Figura A5 – Bancada de calibração da empresa ODEBRECHT Ambiental



**Departamento Municipal de Água e Esgotos do Município de Porto Alegre - DMAE**

Laboratório de Hidrômetros do DMAE

Equipe Técnica Envolvida: Maturino Rabello Jr; Ariel da Silva Nunes; Juliano da Rosa Duarte; Antônio dos Santos e Paulo Sérgio M. Gonçalves.

Figura A6 – Bancada de verificação de hidrômetros (BCVD01) do DMAE

