

COORDENAÇÃO GERAL DE ACREDITAÇÃO – CGCRE

Comissão Técnica de Vazão – CT13

Subcomissão técnica do Programa Interlaboratorial Permanente em Hidrometria

RELATÓRIO FINAL DA 5ª EDIÇÃO DO PROGRAMA INTERLABORATORIAL

GRUPO 10



Agosto/2015

## 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 Padrões Itinerantes.....	8
3.4 Acondicionamento e Transporte dos Padrões Itinerantes.....	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.....	13
7. AGRADECIMENTOS.....	15
8. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....	16
ANEXO 1 – EQUIPE TÉCNICA .....	17

## 1. INTRODUÇÃO

A 5ª Edição do Programa Interlaboratorial Permanente em Hidrometria (PI) estabelecido em 2014 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 5ª Edição, foram estabelecidos 10 grupos em quatro diferentes faixas de operações e utilizando padrões de três diferentes tecnologias, volumétrico, velocimétrico e ultrassônico.

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. Isto posto, o grupo 10, utilizando padrões itinerantes com tecnologia velocimétrica é classificada como uma intercomparação piloto para aprendizagem.

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 referem-se a 5ª Edição do Programa Interlaboratorial e foram elaborados 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 nomeado para cada grupo na 15ª reunião do PI.

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 os gráficos foram encaminhados 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 5ª Edição do Programa Interlaboratorial Permanente em Hidrometria foi realizado no período de Março/2014 a Agosto/2015.

## 2. OBJETIVO

O objetivo deste documento é a apresentação dos resultados da 5ª Edição do Programa Interlaboratorial Permanente em Hidrometria do grupo 10.

## 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 5ª Edição do Programa Interlaboratorial Permanente em Hidrometria um total de 26 laboratórios, sendo 3 (três) laboratórios acreditados pela Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaio – RBLE, 3 (três) laboratórios em processo de calibração e 20 (vinte) 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
Em Processo de Acreditação	Laboratório de Hidrometria	Companhia de Água e Esgoto do Ceará - CAGECE
	Laboratório de Hidrometria	ODEBRECHT Ambiental - Cachoeiro
	Laboratório de Hidrometria	ODEBRECHT Ambiental – Limeira
Em Processo de Preparação	Laboratório de Inspeção e Controle	ELSTER Medição de Água S.A.
	Laboratório de Verificação de Medidores de Água	DIEHL Metering Ltda.
	Laboratório de Hidrometria da P-GOH	Saneamento de Goiás S.A. - SANEAGO

Continuação da Tabela 1 – Relação de Laboratórios Participantes

Em Processo de Preparação	Laboratório de Verificação de Medidores de Água	FAE
	Laboratório de Hidrômetros	Departamento Municipal de Água e Esgotos – DMAE Porto Alegre
	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 e Calibração Zenner do Brasil	Zenner do Brasil Instrumentos de Medição Ltda.
	Laboratório de Verificação de Medidores de Água	SAGA
	Laboratório de Verificação e Calibração em Medidores de Água	ITRON Soluções para Energia e Água Ltda.
	Laboratório de Medidores	Companhia Estadual de Águas e Esgoto - CEDAE
	Laboratório de Verificação de Medidores de Água	Liceu de Artes e Ofício - LAO
	Laboratório de Verificação de Medidores de Água	VECTOR
	Laboratório de Verificação de Medidores de Água	DIGICO
	Laboratório de Hidrometria	AVS
	Laboratório de Hidrometria	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	

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 padrões itinerantes 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, substituindo Mila R. Avelino definido anteriormente no protocolo.

Para o grupo 5, Sr. Romero Lincoln - DIEHL assumiu a função de coordenador do grupo 5, substituindo Emilly Silva – DIEHL definido anteriormente no protocolo.

Para o grupo 8, o Sr. Maturino Rabello Junior – DMAE assumiu a função de coordenador do grupo, a partir de maio/15, substituindo o Sr. Elton J. Mello – DMAE.

Para o grupo 9, a ordem de circulação foi alterada em relação ao protocolo para recuperar o atraso do cronograma observado durante o processo. A alteração foi consensuada da seguinte forma:

De: SANASA, CEDAE, SANEAGO, AVS e CASAN.

Para: AVS, SANEAGO, CEDAE, CASAN e SANASA.

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

Tabela 2: Relação de laboratórios, faixas de operação, coordenadores, secretários, observador de cada grupo e coordenador geral.

Ordem de Circulação	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5	Grupo 6	Grupo 7	Grupo 8	Grupo 9	Grupo 10
1º	SANEAGO	IPT	SABESP	LAO	ODEBRECHT Cachoeiro	CAGECE	COPASA	VECTOR	AVS	----
2º	CAESB	LAO	LAO	SABESP	CESAN	FAE	SAGA	SANASA	SANEAGO	----
3º	CAGECE	ZENNER	COPASA	IPT	ELSTER	COMPESA	DIGICO	ENERGYRUS	CEDAE	COPASA
4º	FAE	CEDAE	CESAN	ITRON	COPASA	CEDAE	CAESB	LAO	CASAN	DIEHL
5º	DIEHL	ITRON	COMPESA	VECTOR	DIEHL	ODEBRECHT Limeira	AVS	ZENNER	SANASA	DMAE POA
6º	ELSTER	COPASA	----	SANASA	DMAE POA	SAAE Porto Feliz	ODEBRECHT Cachoeiro	DMAE POA	----	ZENNER
<b>Faixa de Operação</b>	70 L/h a 7 800 L/h	70 L/h a 7 800 L/h	150 L/h a 30 000 L/h	6,5 L/h a 5 000 L/h	6,5 L/h a 5 000 L/h	15 L/h a 3 000L/h	15 L/h a 3 000L/h	15 L/h a 3 000L/h	15 L/h a 3 000L/h	15 L/h a 3 000L/h
<b>Tipo de Padrão Itinerante</b>	Volumétrico	Volumétrico	Ultrassônico	Ultrassônico	Ultrassônico	Volumétrico	Volumétrico	Volumétrico	Velocimétrico	Velocimétrico
<b>Coordenador</b>	Melo -FAE	Luciana - IPT	Jorge - SABESP	David - SANASA	Romero - DIEHL	Luiz Cláudio CEDAE	Luis Fernando - COPASA	Elton - DMAE	Miguel - SANEAGO	Jorge - ZENNER
<b>Secretário</b>	Primo - ELSTER	Lucivaldo - LAO	Paulo - COMPESA	Adriano - ITRON	Leonardo – CESAN	Melo - FAE	Geraldo – SAGA	Jorge – ZENNER	David - SANASA	Luis Fernando - COPASA
<b>Observador</b>	Maurício A. Soares INMETRO									
<b>Coordenador Geral PI</b>	Adriano F. de Oliveira ITRON									

A equipe técnica dos laboratórios participantes estão relacionados no anexo 1.

### 3.3 Padrões Itinerantes

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

As motivações para utilização de diferentes tecnologias foram originadas devido a 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 padrão itinerante, quantidade a ser fornecida para cada grupo e fabricante ou companhia de saneamento interessada em fornecer.

A Tabela abaixo relaciona a faixa de operação do grupo nº 10, características do padrão itinerante, quantidade e responsável pelo fornecimento dos mesmos.

Tabela 3 – Relação de faixa de operação, tipo de padrão itinerante, quantidade e Fabricante responsável pelo fornecimento.

Faixa de Operação (L/h)	Grupo	Padrão Itinerante	Quantidade	Responsável pelo fornecimento
15 a 3.000	10	Medidor Velocimétrico Classe C DN 20 x 190mm	3 unidades	Zenner

Definiu-se quantidade de padrões itinerantes 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 Padrões Itinerantes

Os padrões itinerantes foram acondicionados em uma maleta, protegidos individualmente por espuma com cavidade para encaixe dos medidores.

### 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 padrão itinerante 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 padrões itinerantes.

No Grupo 10, os padrões foram calibrados em 10 vazões decrescentes da faixa de operação, com três medições em cada vazão (n=3), conforme abaixo:

(2700; 2000; 1500; 1000; 750; 350; 120; 60; 30 e 15) L/h

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 padrão itinerante instalado na bancada 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 padrões itinerantes com capacidade de retenção de partículas sólidas acima de 50 µm (Mesh 270).
- Trecho reto para medidores Velocimétricos: mínimo de 10 x DN para entrada e 10 x DN para saída.
- Utilizar diâmetro interno dos mancais de 19 a 20mm.
- 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 bancada de calibração.
- 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.

Tabela 4: Volume mínimo de escoamento para cada vazão especificada.

Faixas de Operação e Definição das Vazões para Calibração								
Ponto	15 a 3 000 (L/h)	Volume Mínimo (L)	6,5 a 5 000 (L/h)	Volume Mínimo (L)	70 a 7 800 (L/h)	Volume Mínimo (L)	150 a 30 000 (L/h)	Volume Mínimo (L)
1º	2 700	50	4 500	50	7 000	100	27 000	500
2º	2 000	50	4 000	50	6 000	100	20 000	500
3º	1 500	50	2 500	50	5 000	100	15 000	500
4º	1 000	50	1 700	50	3 350	50	10 000	500
5º	750	50	1 250	50	2 500	50	7 500	100
6º	350	50	600	50	1 250	50	3 500	100
7º	120	10	200	10	800	50	1 200	50
8º	60	10	30	5	400	20	600	50
9º	30	5	15	5	200	10	300	20
10º	15	5	6,5	5	70	10	150	10

- O laboratório participante deve executar a realização de purga visando a eliminação do ar no sistema hidráulico antes das medições.

#### 4. DECLARAÇÃO DOS RESULTADOS DE CALIBRAÇÃO

Os laboratórios participantes emitirão um certificado de calibração para cada padrão itinerante apresentado, além do envio da planilha eletrônica de divulgação dos resultados, apresentada na tabela 5.

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

Faixa de Operação 15 a 3 000 (L/h)	Erro (%)	Volume (L)	Desvio Padrão Experimental da Média (%)	Incerteza Expandida (%)	Fator de Abrangência k
2700					
2000					
1500					
1000					
750					
350					
120					
60					
30					
15					

Os certificados de calibração e planilha eletrônica de divulgação dos resultados foram enviados ao observador do Inmetro que realizou a dissociação entre resultados de medição e laboratórios participantes, através da substituição do nome do laboratório por um código alfanumérico (desidentificação) de forma aleatória e sem considerar a ordem de circulação.

O observador informou individualmente a cada laboratório seu código alfanumérico para garantir a rastreabilidade dos dados divulgados.

Posteriormente os resultados foram enviados ao laboratório participante Odebrecht Limeira não atuante no grupo n° 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 no certificado de calibração qualquer dificuldade de 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 5ª 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) e 2ª Edição do Programa Interlaboratorial Permanente em Hidrometria (2013).

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 padrão itinerante. 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 $En$

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

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

VALOR DE REFERÊNCIA						
	Padrão 1		Padrão 2		Padrão 3	
Vazão (L/h)	KCRV (%)	Incerteza padrão de KCRV (%)	KCRV (%)	Incerteza padrão de KCRV (%)	KCRV (%)	Incerteza padrão de KCRV (%)
2700	-0,23258	0,039069	0,28885	0,040802	0,69926	0,043333
2000	-0,57681	0,041614	0,13203	0,094792	0,47815	0,063377
1500	-0,64842	0,087137	0,39996	0,046607	0,37278	0,109408
1000	-0,32956	0,073138	0,74614	0,048177	0,48476	0,078417
750	0,22619	0,052649	1,20189	0,070418	0,63876	0,071453
350	0,78442	0,046386	1,28768	0,064947	0,69521	0,066710
120	-0,04548	0,129778	0,05465	0,126346	-0,02605	0,120024
60	-0,72688	0,115389	-0,64452	0,173515	-0,95360	0,109530
30	-0,52010	0,130543	-0,94390	0,135206	-1,25526	0,135550
15	-1,44002	0,162425	-1,30531	0,156849	-1,30990	0,173982

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

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 – Erros Normalizados para o Grupo 10

Vazão (L/h)	Laboratório 101			Laboratório 102			Laboratório 103			Laboratório 104		
	Padrão			Padrão			Padrão			Padrão		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
2700	1,05	2,87	0,89	1,29	2,88	0,69	1,38	3,76	0,86	1,47	3,25	0,77
2000	0,98	2,35	0,46	1,01	2,26	1,99	1,12	1,52	0,78	1,42	1,08	0,61
1500	1,42	0,32	1,99	0,58	2,85	1,20	1,54	0,32	0,15	0,44	2,69	0,05
1000	0,94	2,40	0,03	1,38	5,09	0,92	1,13	2,85	1,74	0,65	1,94	0,12
750	0,99	2,18	0,12	0,95	1,94	0,68	0,85	1,75	1,37	0,68	1,19	0,05
350	0,53	0,11	0,28	0,43	0,02	0,53	0,53	0,91	0,46	0,60	1,73	0,38
120	0,21	0,37	0,50	1,13	0,36	0,38	0,59	0,59	0,50	0,03	0,22	0,43
60	0,53	0,30	1,30	1,69	0,91	1,39	0,49	0,90	1,56	0,84	0,29	1,64
30	0,15	0,06	0,68	1,94	1,22	2,87	0,19	0,05	0,68	1,02	1,43	1,59
15	1,84	1,70	0,60	2,25	2,60	3,65	1,85	1,70	0,60	2,36	1,88	2,15

A partir da tabela 7, observa-se:

- que os valores declarados pelo Laboratório 101 resultaram em 1(um) erro normalizado em nível de alerta e 9(nove) erros normalizados insatisfatórios;
- que os valores declarados pelo Laboratório 102 resultaram em 3(três) erros normalizados em nível de alerta e 16(dezesseis) erros normalizados insatisfatórios;
- que os valores declarados pelo Laboratório 103 resultaram em 2(dois) erros normalizados em nível de alerta e 11(onze) erros normalizados insatisfatórios;
- que os valores declarados pelo Laboratório 104 resultaram em 3(três) erros normalizados em nível de alerta e 12(doze) erros normalizados insatisfatórios;
- que nenhum laboratório apresentou somente resultados satisfatórios para todas as vazões e padrões.
- que nenhuma vazão de ensaio teve somente resultados satisfatórios em todos os padrões/laboratórios.

## 6. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos pelo grupo 10 desta 5ª 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:

O Laboratório LAB 101 apresentou 66,7% dos resultados com  $En \leq 1$ ;

O Laboratório LAB 102 apresentou 36,7% dos resultados com  $En \leq 1$ ;

O Laboratório LAB 103 apresentou 56,7% dos resultados com  $En \leq 1$ ;

O Laboratório LAB 104 apresentou 50,0% dos resultados com  $En \leq 1$ .

Nenhum laboratório obteve resultados de erro normalizado  $En \leq 1$  em 100% das medições. O grupo 10 apresentou 52,5% dos resultados satisfatórios, 7,5% dos resultados foram classificados com em “nível de alerta” e 40% 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.

Destaca-se também que os padrões itinerantes utilizados para o Grupo 10 neste programa foram do tipo velocimétrico, uma tecnologia até então não empregada nas edições anteriores, sendo sua escolha originada 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 velocimétricos, 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 a que devem atender as bancadas de calibração de hidrômetros.

## **7. AGRADECIMENTOS**

A subcomissão da CT-13 agradece as empresas ARAD, AVS, DIEHL, LAO, ITRON e ZENNER por ter disponibilizado os padrões itinerantes para esta 5ª 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.

São Paulo, 26 de Agosto de 2015.

---

Jorge Leandro Lunkes  
Coordenador do Grupo nº 10  
Laboratório de Verificação e Calibração Zenner do Brasil

---

Engº 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 09, Requisitos para a Participação de Laboratórios em Ensaios de Proficiência.

INMETRO, Documento NIE CGCRE 045 – rev 0, 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.

## ANEXO 1

### EQUIPE TÉCNICA DO GRUPO N° 10

#### **Companhia de Saneamento de Minas Gerais – Copasa**

Laboratório de Hidrometria da Divisão de Hidrometria

Arnaldo Reis Carvalho Filho, Edmilson Castro Silva, Fernando Mendes de Almeida, Luiz Fernando Almeida Resende e Valter de Souza Lucas Junior.

Imagem A1 - Bancada de Calibração Copasa



#### **Diehl Metering Indústria de Sistema de Medição Ltda.**

Laboratório de Verificação de Medidores de Água – DMBR

Jonatan Soares, Romero Lincoln, Camila Guerra e Joseph Gand.

Imagem A2- Bancada de Calibração Diehl



**DMAE - Departamento Municipal de Água e Esgotos do Município de Porto Alegre**  
Laboratório de Hidrômetros do DMAE  
Antônio dos Santos, Paulo Sérgio M. Gonçalves. Responsável Técnico: Elton J. Mello.

Imagem A3 - Bancada de Calibração DMAE Porto Alegre



**Zenner do Brasil Instrumentos de Medição Ltda.**

Laboratório de Verificação e Calibração Zenner do Brasil  
Marcelo Baldauf, Jorge Leandro Lunkes, André Fernandes da Silva e Renan Juliano Assis Nunes.

Imagem A4 - Bancada de Calibração Zenner

