

COORDENAÇÃO GERAL DE ACREDITAÇÃO – CGCRE

Comissão Técnica de Vazão – CT13

Subcomissão Técnica do Programa Interlaboratorial Permanente em Hidrometria

RELATÓRIO FINAL DA 6^a EDIÇÃO DO PROGRAMA INTERLABORATORIAL



ENERYRUS
Saneamento Ltda.

DIEHL
Metering

Águas de Niterói
Grupo Águas do Brasil

caesb
Ambiental

GRUPO 5


compesa

AVS

MARÇO/2017

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	3
2. OBJETIVO	4
3. DESCRIÇÃO DO PROGRAMA INTERLABORATORIAL	4
3.1 Laboratórios Participantes	4
3.2 Formação dos Grupos, Tipo de Circulação e Coordenação.....	6
3.3 Artefatos.....	8
3.4 Acondicionamento e Transporte dos Artefatos	8
3.5 Ordem de Circulação do Grupo 5	9
3.6 Laboratório de Referência.....	9
3.7 Métodos de Medição.....	9
4. DECLARAÇÃO DOS RESULTADOS DE CALIBRAÇÃO.....	11
5. RESULTADOS DO PROGRAMA INTERLABORATORIAL.....	12
5.1 Análise do Erro Normalizado <i>En</i> Grupo 5	13
5.2 Resultados dos Cálculos do Erro Normalizado	14
6. CONCLUSÃO.....	17
7. AGRADECIMENTOS	17
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	19
ANEXO - EQUIPE TÉCNICA DO GRUPO N° 5.....	20

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 padrões de três diferentes tecnologias, sendo elas: volumétricos e ultrassônicos.

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 05.

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-CGCRC-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 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 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 Vazão – 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 05 composto pelos laboratórios participantes da COMPESA, DIEHL, ÁGUAS DE NITERÓI, ENERYRUS, AVS e CAESB.

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 Ensaios	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 que oculta a identidade do laboratório. (processo denominado pelo protocolo de 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 padrão itinerante utilizado, coordenador, secretário, observador para cada grupo e coordenador geral do programa.

A equipe técnica dos laboratórios participantes do grupo 5, 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
Faixa de Operação	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
Tipo de Padrão	Volumétrico	Volumétrico	Volumétrico	Volumétrico	Ultrassônico	Ultrassônico	Ultrassônico	Volumétrico	Volumétrico	Ultrassônico
Coordenador do Grupo	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
Secretário do Grupo	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
Coordenador 6ª Edição	Adriano F. de Oliveira ITRON									
Observador	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° 05, características do artefato, quantidade e responsável pelo fornecimento dos mesmos.

Tabela 3 – Apresenta a faixa de operação utilizada pelo Grupo 5, com o tipo e a quantidade dos artefatos utilizados seguido do responsável pelo fornecimento.

Faixa de Operação (L/h)	Padrão Itinerante	Quantidade	Responsável pelo fornecimento
15 a 3 000	Medidor Ultrassônico DN 20 x 190mm	3 unidades	DIEHL Metering

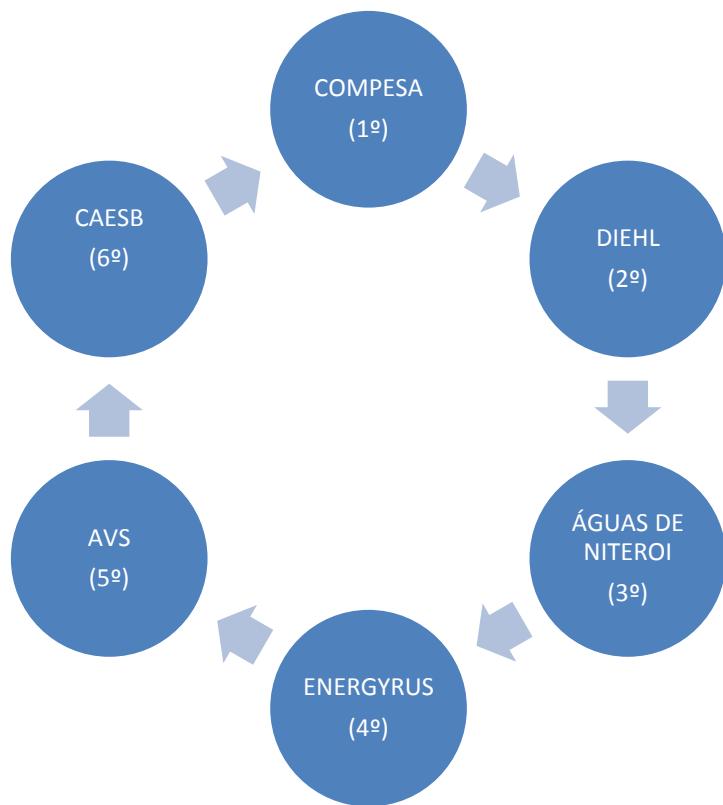
Definiu-se quantidade de artefatos superior a uma unidade para reduzir o risco de que ao final do processo de intercomparação uma falha no padrão pudesse comprometer o resultado de todo o grupo.

3.4 Acondicionamento e Transporte dos Artefatos

Os artefatos foram acondicionados em uma maleta apropriada onde os artefatos estavam devidamente protegidos.

Quando da circulação entre os grupos o transporte foi realizado por meio aéreo, considerando que a maleta estava de forma segura não apresento problemas no deslocamento dos mesmos.

3.5 Ordem de Circulação do Grupo 5



3.6 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).

3.7 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 artefatos.

Os padrões foram calibrados em 10 vazões decrescentes da faixa de operação, com três medições em cada vazão ($n=3$), com indicação do volume mínimo de escoamento em cada vazão específica referente ao grupo 5, conforme tabela 4.

Tabela 4 - Faixa de operação e volume mínimo para calibração

Ponto	Faixa de operação e Volume Mínimo para Calibração	
	Volume Mínimo (L)	15 a 3000 (L/H) Grupo 5
1º	50	2700
2º	50	2000
3º	50	1500
4º	50	1000
5º	50	750
6º	50	350
7º	10	120
8º	10	60
9º	5	30
10º	5	15

Foram seguidas as orientações 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 padrão itinerante instalado na banca de calibração, a pressão manométrica foi mínima de 0,3 bar.
- Durante a calibração a variação da temperatura da água não ultrapassou 5°C.
- Devem ser registrados os valores médios da temperatura da água, em 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 do tipo ultrassônico e volumétricos: mínimo de 10 x DN para entrada e 10 x DN para saída.
- Utilizar diâmetro interno dos mancais da seguinte forma: para medidores DN 20, foram utilizados mancais com diâmetro interno de 19 a 20mm.
- Definiu-se que a vedação utilizada pelo laboratório, deve ser selecionada com o objetivo de evitar obstrução no diâmetro, após o posicionamento dos padrões na bancada.
- O laboratório participante deve executar a realização da purga visando a eliminação do ar no sistema hidráulico antes das medições.
- Conforme protocolo do PI, referente a 6ª Edição, o volume mínimo de escoamento foi obedecido, conforme tabela 4.

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. Engº Bruno Bernini do laboratório Odebrecht Limeira, não atuante no grupo nº 5, 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

Considerando que a subcomissão decidiu utilizar o valor médio de referência calculado a partir dos erros declarados pelos laboratórios participantes nesta 6^a Edição do Programa Interlaboratorial em Hidrometria - PIH.

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 2^a (2013) e 5^a (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 106 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:

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

Valor médio da diferença observada entre o valor declarado por laboratório participante e valor de referência estimado pelo procedimento B de Cox.

x_i

x_{ref}

u_{di}

Valor do Erro estimado calculado segundo procedimentos B de Cox, para cada vazão e padrão itinerante.

Valor do Erro calculado, segundo procedimento B de Cox.

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 5

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

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:

$En \leq 1$ 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.

5.2 RESULTADOS DOS CÁLCULOS DOS ERROS NORMALIZADOS GRUPO N° 5

Nº de Série A15B 056469

LABORATÓRIO		L51	
Vazão (L/h)	Diferença d (%)	incerteza padrão da diferença <i>u</i>	Grau de equivalência DoE ou En
2700	0,455	0,1406	1,617
2000	0,212	0,1276	0,831
1500	0,183	0,1182	0,774
1000	0,185	0,1328	0,696
750	-0,082	0,1028	0,400
350	0,014	0,1360	0,051
120	-0,689	0,2128	1,620
60	-0,304	0,1586	0,958
30	-0,425	0,2299	0,924
15	-0,344	0,2682	0,640

LABORATÓRIO		L52	
Vazão (L/h)	Diferença d (%)	incerteza padrão da diferença <i>u</i>	Grau de equivalência DoE ou En
2700	-0,196	0,1783	0,548
2000	-0,658	0,3345	0,984
1500	-0,658	0,1426	2,206
1000	-0,285	0,1527	0,933
750	-0,273	0,1733	0,786
350	-0,136	0,2242	0,304
120	0,091	0,1837	0,247
60	-0,094	0,1702	0,275
30	0,365	0,2072	0,882
15	0,876	0,6087	0,720

LABORATÓRIO		L53	
Vazão (L/h)	Diferença d (%)	incerteza padrão da diferença <i>u</i>	Grau de equivalência DoE ou En
2700	-0,104	0,3145	0,166
2000	-0,418	0,1125	1,857
1500	-0,357	0,1071	1,668
1000	-0,285	0,1348	1,057
750	-0,072	0,0936	0,386
350	0,014	0,1192	0,058
120	0,451	0,4568	0,493
60	0,486	0,3457	0,703
30	0,965	0,4392	1,099
15	0,937	0,2976	1,574

LABORATÓRIO		L54	
Vazão (L/h)	Diferença d (%)	incerteza padrão da diferença <i>u</i>	Grau de equivalência DoE ou En
2700	0,005	0,1102	0,022
2000	0,022	0,0812	0,134
1500	0,083	0,0976	0,424
1000	0,105	0,1038	0,506
750	0,168	0,1035	0,810
350	0,274	0,1580	0,868
120	0,301	0,2226	0,675
60	0,156	0,1987	0,392
30	0,005	0,3457	0,007
15	-0,313	0,3820	0,410

LABORATÓRIO		L55	
Vazão (L/h)	Diferença d (%)	incerteza padrão da diferença <i>u</i>	Grau de equivalência DoE ou En
2700	-0,067	0,0888	0,377
2000	0,025	0,0679	0,186
1500	0,049	0,0761	0,325
1000	-0,059	0,1378	0,212
750	0,081	0,0928	0,437
350	-0,199	0,0996	1,001
120	-0,160	0,1791	0,445
60	-0,094	0,1071	0,438
30	-0,378	0,2115	0,894
15	-0,340	0,2849	0,597

LABORATÓRIO		L56	
Vazão (L/h)	Diferença d (%)	incerteza padrão da diferença <i>u</i>	Grau de equivalência DoE ou En
2700	0,150	0,2918	0,258
2000	0,301	0,2719	0,553
1500	0,106	0,2605	0,204
1000	0,345	0,2689	0,642
750	0,183	0,2800	0,326
350	0,298	0,7372	0,202
120	-0,191	0,6919	0,138
60	0,176	0,2717	0,325
30	-0,024	0,3186	0,037
15	0,092	0,7159	0,065

Nº de Série A15B 027485

LABORATÓRIO		L51	
Vazão (L/h)	Diferença d (%)	incerteza padrão da diferença u	Grau de equivalência DoE ou En
2700	0,139	0,1245	0,556
2000	0,154	0,1054	0,733
1500	0,226	0,1295	0,871
1000	0,611	0,1341	2,277
750	0,432	0,1451	1,488
350	0,524	0,1699	1,543
120	0,010	0,1847	0,026
60	0,271	0,2281	0,594
30	-0,334	0,2244	0,744
15	-0,106	0,2276	0,232

LABORATÓRIO		L52	
Vazão (L/h)	Diferença d (%)	incerteza padrão da diferença u	Grau de equivalência DoE ou En
2700	0,068	0,3186	0,107
2000	-0,196	0,1247	0,784
1500	-0,224	0,3339	0,336
1000	-0,080	0,1412	0,282
750	-0,028	0,1447	0,098
350	-0,396	0,1718	1,151
120	-0,031	0,3126	0,049
60	-0,299	0,6148	0,243
30	0,456	0,4201	0,543
15	0,365	0,3972	0,459

LABORATÓRIO		L53	
Vazão (L/h)	Diferença d (%)	incerteza padrão da diferença u	Grau de equivalência DoE ou En
2700	0,159	0,3396	0,233
2000	-0,015	0,0655	0,118
1500	0,036	0,0834	0,213
1000	0,080	0,1187	0,338
750	0,172	0,1473	0,582
350	0,034	0,1162	0,148
120	0,440	0,2724	0,807
60	-0,119	0,3787	0,158
30	0,506	0,3393	0,746
15	0,524	0,2608	1,004

LABORATÓRIO		L54	
Vazão (L/h)	Diferença d (%)	incerteza padrão da diferença u	Grau de equivalência DoE ou En
2700	-0,031	0,1251	0,126
2000	0,124	0,0955	0,651
1500	0,056	0,1003	0,277
1000	-0,170	0,1165	0,728
750	-0,248	0,1366	0,909
350	0,104	0,1409	0,369
120	0,170	0,2201	0,385
60	0,591	0,2867	1,030
30	0,086	0,3613	0,120
15	-0,315	0,3786	0,416

LABORATÓRIO		L55	
Vazão (L/h)	Diferença d (%)	incerteza padrão da diferença u	Grau de equivalência DoE ou En
2700	-0,252	0,1054	1,193
2000	-0,192	0,0630	1,526
1500	-0,178	0,0710	1,252
1000	-0,363	0,1502	1,208
750	-0,442	0,1397	1,581
350	-0,489	0,1244	1,966
120	-0,554	0,1848	1,498
60	-0,889	0,2082	2,136
30	-1,164	0,2676	2,175
15	-0,942	0,2134	2,208

LABORATÓRIO		L56	
Vazão (L/h)	Diferença d (%)	incerteza padrão da diferença u	Grau de equivalência DoE ou En
2700	-0,026	0,2918	0,044
2000	0,153	0,2870	0,267
1500	-0,041	0,2911	0,071
1000	0,311	0,2693	0,577
750	0,116	0,2562	0,226
350	0,368	0,7009	0,262
120	-0,329	0,6988	0,236
60	-0,018	0,2817	0,033
30	0,047	0,3352	0,070
15	0,311	0,7465	0,208

Nº de Série A15B 056470

LABORATÓRIO		L51	
Vazão (L/h)	Diferença d (%)	incerteza padrão da diferença u	Grau de equivalência DoE ou En
2700	0,585	0,1843	1,587
2000	0,400	0,1238	1,614
1500	0,413	0,1392	1,485
1000	-0,164	0,1117	0,732
750	-0,240	0,1145	1,050
350	-0,020	0,1129	0,088
120	-0,919	0,2600	1,267
60	-0,190	0,2043	0,466
30	-0,254	0,2024	0,626
15	-0,362	0,2282	0,793

LABORATÓRIO		L52	
Vazão (L/h)	Diferença d (%)	incerteza padrão da diferença u	Grau de equivalência DoE ou En
2700	-0,065	0,2869	0,113
2000	-0,050	0,1450	0,174
1500	-0,056	0,2030	0,139
1000	0,207	0,1581	0,653
750	0,210	0,2291	0,458
350	-0,420	0,1909	1,100
120	0,121	0,2479	0,245
60	-0,150	0,4620	0,163
30	0,306	0,2549	0,601
15	0,538	0,3938	0,683

LABORATÓRIO		L53	
Vazão (L/h)	Diferença d (%)	incerteza padrão da diferença u	Grau de equivalência DoE ou En
2700	0,455	0,2998	0,759
2000	0,090	0,1023	0,437
1500	0,014	0,1487	0,046
1000	0,046	0,0919	0,253
750	0,060	0,1112	0,269
350	0,200	0,1145	0,873
120	0,641	0,3390	0,946
60	0,490	0,4508	0,543
30	0,817	0,3293	1,240
15	0,588	0,2781	1,058

LABORATÓRIO		L54	
Vazão (L/h)	Diferença d (%)	incerteza padrão da diferença u	Grau de equivalência DoE ou En
2700	-0,105	0,1538	0,342
2000	-0,100	0,1063	0,472
1500	-0,107	0,1191	0,447
1000	-0,044	0,0860	0,253
750	0,010	0,0914	0,053
350	0,220	0,1560	0,705
120	0,561	0,2931	0,957
60	0,839	0,2810	1,493
30	-0,013	0,3583	0,019
15	-0,462	0,3686	0,627

LABORATÓRIO		L55	
Vazão (L/h)	Diferença d (%)	incerteza padrão da diferença u	Grau de equivalência DoE ou En
2700	-0,345	0,2106	0,819
2000	-0,217	0,0838	1,295
1500	-0,250	0,1015	1,231
1000	-0,130	0,0661	0,985
750	-0,144	0,0727	0,989
350	-0,303	0,1675	0,905
120	-0,575	0,2298	1,252
60	-0,351	0,1818	0,964
30	-0,623	0,2162	1,442
15	-0,512	0,2162	1,184

LABORATÓRIO		L56	
Vazão (L/h)	Diferença d (%)	incerteza padrão da diferença u	Grau de equivalência DoE ou En
2700	-0,180	0,3303	0,272
2000	0,100	0,2824	0,178
1500	0,286	0,2764	0,516
1000	0,580	0,2909	0,998
750	0,372	0,2751	0,677
350	0,319	0,7273	0,220
120	-0,122	0,6257	0,097
60	0,014	0,2738	0,026
30	0,014	0,3122	0,022
15	0,885	0,7366	0,601

6. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos pelo grupo nº 05 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 $En \leq 1$.

L51 – 66,7%

L52 – 90,0%

L53 – 73,3%

L54 – 93,3%

L55 – 46,7%

L56 – 100,0%

O laboratório L56 apresentou índice de 100% de resultados satisfatórios seguidos pelos laboratórios L52 e L54 com índices de 90% e 93,3% respectivamente.

Recomenda-se que os laboratórios realizem análise crítica em relação a incerteza de medição estimada, considerando o fato que alguns laboratórios participantes estimaram a incerteza de medição de maneira extremamente otimista.

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 a empresa Diehl Metering, por ter disponibilizado os artefatos para o Grupo 5 nesta 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.

Aos laboratórios participantes no grupo 5 que de uma forma ou de outra fizeram acontecer esse trabalho norteado pelo protocolo estabelecido no início da 6ªedição.

Ao Coordenador geral dos trabalhos dessa edição, no qual não mediou esforços para nos atender quando precisamos.

Recife, 17 de março de 2017.

Eng. Paulo Alves da Fonseca
Coordenador do Grupo n° 05
Laboratório de Hidrômetria - Compesa

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 10, 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 nº 1006, March 2009.

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

ANEXO - EQUIPE TÉCNICA DO GRUPO N° 5

COMPESA

Razão Social: Compesa - Companhia Pernambucana de Saneamento

Nome do laboratório: Laboratório de Hidrometria

Endereço: Avenida Saturnino de Brito, 472, Recife, Pernambuco

Telefones: (81) 34198742, 99488-5055

Situação de Acreditação: não Acreditado

E-mail: paulofonseca@compesa.com.br

Método Utilizado: Bancada Volumétrica

Equipe Técnica Envolvida: Alexandre Moreira

Edmilson Pereira da Silva

Paulo Alves da Fonseca

Rozivaldo Félix de Araujo



CAESB

Razão Social: Caesb – Companhia de Saneamento Ambiental do DF

Nome do laboratório: Laboratório de Micromedição – CAESB

Endereço: SAI, Trecho 01, Área Especial, Via EPTG, Brasília-DF, CEP 71.215-000

Telefone: (61) 33124440

Situação de Acreditação: não Acreditado

E-mail: clovisrsilva@caesb.df.gov.br

Método Utilizado: Bancada Volumétrica

Equipe Técnica Envolvida: Clovis Ribeiro dos S. e Silva (Coordenador de Processo)

Hugo Alves dos Santos Função (Supervisor)



DIEHL

Razão Social: Diehl Metering Indústria de Sistema de Medição Ltda.
Nome do laboratório: Laboratório de Verificação de Medidores de Água
Endereço: Rua Araripina, 52 Santo Amaro – Recife – Pernambuco
Telefones: (81) 3416 -8600
Situação de Acreditação: Acreditado
E-mail: romero.lincoln@diehl.metering.com.br
Método Utilizado: Bancada Gravimétrica
Equipe Técnica Envolvida: Romero Lincoln
Joseph Gand



AVS

Razão Social: AVS Importação e Exportação Ltda

Nome do laboratório: Laboratório de Ensaios em Hidrometria da AVS

Endereço: Trecho 05, Cj. 04, Lotes 07/08, Polo Industrial JK, Bairro Santa Maria, Brasília / DF - CEP: 72.549-550

Telefone: (61) 3322-9987

Situação de Acreditação: Em preparação

E-mail: joaogustavo@grupoavs.com

Método Utilizado: Bancada Volumétrica

Equipe Técnica Envolvida:

Eng. Mec. João Gustavo Ferreira Junior - Responsável Técnico

Técnico Industrial Mec. Iratton Walmor Silva - Coordenador Laboratório

Wesley França - Auxiliar Técnico / Aferidor

Rahiltonn Soares Tezoni – Aferidor



ÁGUAS DE NITERÓI

Razão Social: Águas de Niterói S/A

Nome do laboratório: Laboratório de Hidrometria

Endereço: Estrada Francisco da Cruz Nunes, 1810, Itaipú, Niterói – Rio de Janeiro

Telefone: (21) 2608 - 0451

Situação de Acreditação: Em preparação

E-mail: noe.oliveira@aguasniteroi.com.br, natan.cezario@aguasdeniteroi.com.br,
wellington.liima@aguasdeniteroi.com.br,

Método Utilizado: Bancada Volumétrica

Equipe Técnica Envolvida: Luiz Ricardo Magalhães

Natan Cesário

Noé Oliveira

Rafael Santos

Wellington Lima

