



COORDENAÇÃO GERAL DE ACREDITAÇÃO – CGCRE

Divisão de Acreditação de Laboratórios – Dicla

Comissão Técnica de Vazão – CT13

Subcomissão Técnica do Programa Interlaboratorial Permanente em Hidrometria

RELATÓRIO FINAL DA 7^a EDIÇÃO DO PROGRAMA INTERLABORATORIAL

GRUPO 05



NOVEMBRO /2018

SUMÁRIO

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 Laboratórios de Referência	9
3.6 Métodos de Medição	9
4. DECLARAÇÃO DOS RESULTADOS DE CALIBRAÇÃO.....	11
5. RESULTADOS DO PROGRAMA INTERLABORATORIAL	11
5.1 Análise do Erro Normalizado Grupo 05.....	12
6. CONCLUSÃO	16
7. CONSIDERAÇÕES DOS LABORATÓRIOS PARTICIPANTES.....	17
8. CONFIDENCIALIDADE	17
9. AGRADECIMENTOS.....	17
10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	19
ANEXO 1	20

1. INTRODUÇÃO

A 7^a Edição do Programa Interlaboratorial Permanente em Hidrometria (PIPH) estabelecida em 2016 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.

O protocolo desta edição do programa definiu a utilização de artefatos de três distintas tecnologias de medição, que foram: a velocimétrica, volumétrica e ultrassônica. Estabeleceu-se 12 grupos compostos com no mínimo 04 laboratórios para realização de ensaios em cinco diferentes faixas de operação.

Três destes grupos foram realizados em caráter piloto, com objetivo de analisar aspectos identificados na 5^a Edição deste Programa. O grupo 4 é uma reprodução fidedigna do mesmo grupo daquela edição, inclusive quanto aos artefatos utilizados e busca verificar a eficácia das ações implementadas a partir da investigação das causas dos resultados obtidos anteriormente. Os grupos 11 e 12 têm circulação combinada de artefatos velocimétricos e volumétricos e têm por objetivo identificar possíveis diferenças de comportamento destas tecnologias quando submetidas aos ensaios.

Uma das motivações para realizar a avaliação utilizando diferentes tecnologias foi avaliar se as bancadas de calibração utilizadas atualmente pelos diversos laboratórios estão aptas para realizar os ensaios necessários e apresentar resultados homogêneos.

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 referem-se a 7^a Edição do Programa Interlaboratorial e foram elaborados com base nos seguintes 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.
- NIT-DICLA-031, Regulamento da Acreditação de Laboratório, de Produtores de Materiais de Referência e de Provedores de Ensaios de Proficiência.
- ABNT NBR ISO IEC 17043 – Avaliação de Conformidade – Requisitos Gerais para Ensaios de Proficiência.

O 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 cada um dos laboratórios foi realizada pelos secretários dos grupos.

A fim de promover a transparência do processo e evitar eventuais erros de digitação, a partir da desidentificação dos resultados, o observador encaminhou os resultados para todos os participantes do grupo.

Após o cálculo do Erro Normalizado, os resultados 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.

Os trabalhos desenvolvidos pelo grupo 02, integrante da 7ª Edição do Programa Interlaboratorial Permanente em Hidrometria, foi realizado no período de Janeiro/2017 a junho/2018.

2. OBJETIVO

O objetivo deste documento é a apresentação dos resultados da 7ª Edição do Programa Interlaboratorial Permanente em Hidrometria do grupo nº 05, integrado pelos laboratórios SAAE-Guarulhos, Energyrus, Conaut, e Sabesp.

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

3. DESCRIÇÃO DO PROGRAMA INTERLABORATORIAL

A seguir estão descritos aspectos do protocolo desenvolvido pelos laboratórios participantes do Programa Interlaboratorial Permanente em Hidrometria (PIPH).

3.1 Laboratórios Participantes

Participaram da 7ª Edição do Programa Interlaboratorial Permanente em Hidrometria um total de 25 laboratórios, sendo 12 (doze) laboratórios acreditados pela Coordenação Geral de Acreditação (Cgcre), integrantes da Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaio – RBLE, 01 (um) laboratório em processo de acreditação e 12 (doze) laboratórios em preparação para o processo de acreditação segundo requisitos da ABNT NBR ISO/IEC 17025.

Na tabela 1 estão relacionados os laboratórios participantes desta edição, respectivos números de acreditação, quando aplicável, e instituições ou empresas às quais pertencem.

Tabela 1 – Relação de Laboratórios Participantes

Nº de Acreditação	Nome do Laboratório	Instituição / Empresa
CAL 0162	Laboratório de Vazão - CTMetro	IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A.
CAL 0168	Laboratório de Vazão e Nível - Conaut	Conaut Controles Automáticos Ltda.
CRL 0560	Laboratório de Medidores	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo – Sabesp
CRL 0563	Laboratório de Hidrometria da Divisão de Hidrometria	Companhia de Saneamento de Minas Gerais – Copasa
CRL 0618	Laboratório Itron de Calibrações e Ensaios	Ittron Soluções para Energia e Água Ltda.
CRL 0825	Laboratório de Hidrometria	Companhia de Água e Esgoto do Ceará – Cagece
CRL 0907	Laboratório de Verificação de Medidores de Água	Saga Medição Ltda.
CRL 1004	Laboratório de Inspeção Final	Elster Medição de Água Ltda. (Honeywell)

Nº de Acreditação	Nome do Laboratório	Instituição / Empresa
CRL 1041	Laboratório de Verificação de Medidores de Água	Liceu de Artes e Ofícios de São Paulo – LAO
CRL 1051	Laboratório de Qualidade Assegurada - FAE	Fae Sistemas de Medição S/A
CRL 1059	Laboratório de Verificação e Calibração Zenner do Brasil	Zenner do Brasil Instrumentos de Medição Ltda.
CRL 1083	Laboratório de Medidores	Cedae – Companhia Estadual de Águas e Esgotos
Em Processo de Acreditação	Laboratorio de Verificação Metrológica Vector	Vector Sistemas de Medição Ltda
Em preparação	Laboratório de Hidrometria	Companhia Pernambucana de Saneamento – Compesa
	Laboratório de Hidrometria	Igor Fernando Simidamore Viciana (Hidrometer)
	Laboratório de Hidrometria	Odebrecht Ambiental S/A ²
	Laboratório de Hidrometria	Sociedade de Abastecimento de Água e Saneamento S/A – Sanasa Campinas
	Laboratório de Hidrometria – Saneago	Saneamento de Goiás SA – Saneago
	Laboratório de Hidrometria da Casan	Companhia Catarinense de Águas e Saneamento – Casan
	Laboratório de Hidrometria Saae Guarulhos	Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Guarulhos – SAAE
	Laboratório de Hidrômetros	Cesan – Companhia Espírito Santense de Saneamento
	Laboratório de Hidrômetros do DMAE ¹	Departamento Municipal de Água e Esgotos (DMAE)
	Laboratório de Medição de Volumes	Superintendência do Inmetro no Rio Grande do Sul
	Laboratório de Vazão do CIMVE – DMCI ¹	Instituto de Pesos e Medidas do Estado de São Paulo - IPEM/SP
	Laboratorio de Verificação de Medidores de Água	Energyrus Saneamento Ltda.

Nota: ¹ os laboratórios Dmae Porto Alegre e Ipem/SP por questões técnicas, devidamente justificadas ao coordenador da 7ª Edição, não deram prosseguimento à sua participação na 7ª Edição, não tendo realizado a calibração dos respectivos artefatos dos grupos em que faziam parte e, desta forma, não tiveram seus resultados declarados.

² o Laboratório Odebrecht Ambiental teve sua razão social alterada para BRK Ambiental Participações S.A. e, por isso, a partir da 32ª Reunião da Subcomissão do PIPH, as menções ao referido laboratório passaram a ser BRK Ambiental.

O protocolo desenvolvido pelos laboratórios participantes define as principais etapas do PIPH, 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, na pessoa do Sr. Mauricio Araujo Soares, atuou como observador deste programa, na dissociação entre resultados de medição e laboratórios participantes, através da

substituição do nome do laboratório por um código alfanumérico (desidentificação) estabelecido antes do início das medições, de conhecimento apenas do próprio laboratório e do observador.

3.2 Formação dos Grupos, Tipo de Circulação e Coordenação.

A manifestação de interesse dos laboratórios nas faixas e tecnologias disponibilizadas pela coordenação do Programa resultou na composição de doze grupos participantes, com no mínimo 4 (quatro) e no máximo 6 (seis) laboratórios, com tempo estipulado 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 um laboratório de referência, sendo adotado o valor médio dos erros divulgados pelos laboratórios participantes como referência para o cálculo do erro normalizado.

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 relacionadas no Anexo 1.

Tabela 2: Relação de laboratórios, faixas de operação, coordenadores, secretários, observador de cada grupo e coordenador da 7ª Edição.

Ordem de Circulação	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4 (piloto)	Grupo 5	Grupo 6	Grupo 7	Grupo 8	Grupo 9	Grupo 10	Grupo 11 (piloto)	Grupo 12 (piloto)
1º	Elster	Sabesp	Copasa	LAO	Saae Guarulhos	BRK Ambiental	Hidrometer	Cagece	Conaut	Conaut	BRK Ambiental	Zenner
2º	Cedae	Saae Guarulhos	Saga	Sanasa	Conaut	Cesan	LAO	Compesa	LAO	Sabesp	Vector	Inmetro RS
3º	Casan	BRK Ambiental	Caesb	Sabesp	Energryus	Saga	Saae Guarulhos	Casan	Zenner	LAO	Saae Guarulhos	Casan
4º	Zenner	Sanasa	Saneago	IPT	Sabesp	Fae	Cedae	Inmetro RS	Cedae	Cesan	Hidrometer	IPT
5º	Inmetro RS	Cagece	Vector	ltron			Caesb	IPT	Compesa	IPT	Cedae	Copasa
6º	Dmae Porto Alegre			Vector							Compesa	
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	6,5 L/h A 5.000 L/h	6,5 L/h A 5.000 L/h	6,5 L/h A 5.000 L/h	70 L/h A 7.800 L/h	70 L/h A 7.800 L/h	100 L/h A 20.000 L/h	150 L/h A 30.000 L/h	15 L/h A 3.000 L/h	15 L/h A 3.000 L/h
Tipo de Artefato	Volumétrico	Volumétrico	Volumétrico	Ultrassônico	Ultrassônico	Ultrassônico	Volumétrico	Volumétrico	Ultrassônico	Ultrassônico	Velocimétrico + Volumétrico	Velocimétrico + Volumétrico
Coordenador do Grupo	Maturino – Dmae	Jorge - Sabesp	Fernando - Copasa	Adriano - ltron	Luiz – Saae Guarulhos	Gustavo - Saga	Lucivaldo – LAO	Paulo Fonseca - Compesa	Luiz Claudio - Cedae	Paulo - Conaut	Bruno - BRK	Levi - Casan
Secretário do Grupo	Leonardo - Inmetro RS	Jorge - Sabesp	Francisco - Caesb	David - Sanasa	Luiz – Saae Guarulhos	Bruno - BRK	Felipe - Hidrometer	Cesar Augusto - Cagece	Paulo - Conaut	Lucivaldo - LAO	Luiz Claudio - Cedae	Fernando - Copasa
Coordenador 7ª Edição	Jorge Leandro Lunkes - Zenner											
Observador	Maurício Soares - Inmetro											

3.3 Artefatos

A subcomissão decidiu pela utilização de diferentes tipos de artefatos, em diferentes faixas de operação. As razões para isso foram:

- 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 05, 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	Fabricante
15 a 3.000	5	Medidor Volumétrico (Grupo 1 – DN 15x115mm) (Grupos 2,3, 11 e 12 DN 20x190mm)	3 unidades por grupo	Elster – G1 LAO – G2/3 Zenner – G11/12
15 a 3.000	2	Medidor Velocimétrico DN20x190mm (grupos 11 e 12)	3 unidades por grupo	Zenner
6,5 a 5.000	3	Medidor Ultrassônico (Grupo 4 - DN 20x190mm) (Grupos 5 e 6 – DN20x130mm)	3 unidades – G4 2 unidades G5/6	Itron – G4 Conaut – G5/6
70 a 7.800	2	Medidor Volumétrico DN 25x260mm (grupos 7 e 8)	2 unidades por grupo	Itron (6ª Ed. desidentificados)
100 a 20.000	1	Medidor Ultrassônico DN 40x300mm(grupo 9)	2 unidades por grupo	Conaut
150 a 30.000	1	Medidor Ultrassônico DN 50x270mm (grupo 10)	2 unidades por grupo	Conaut

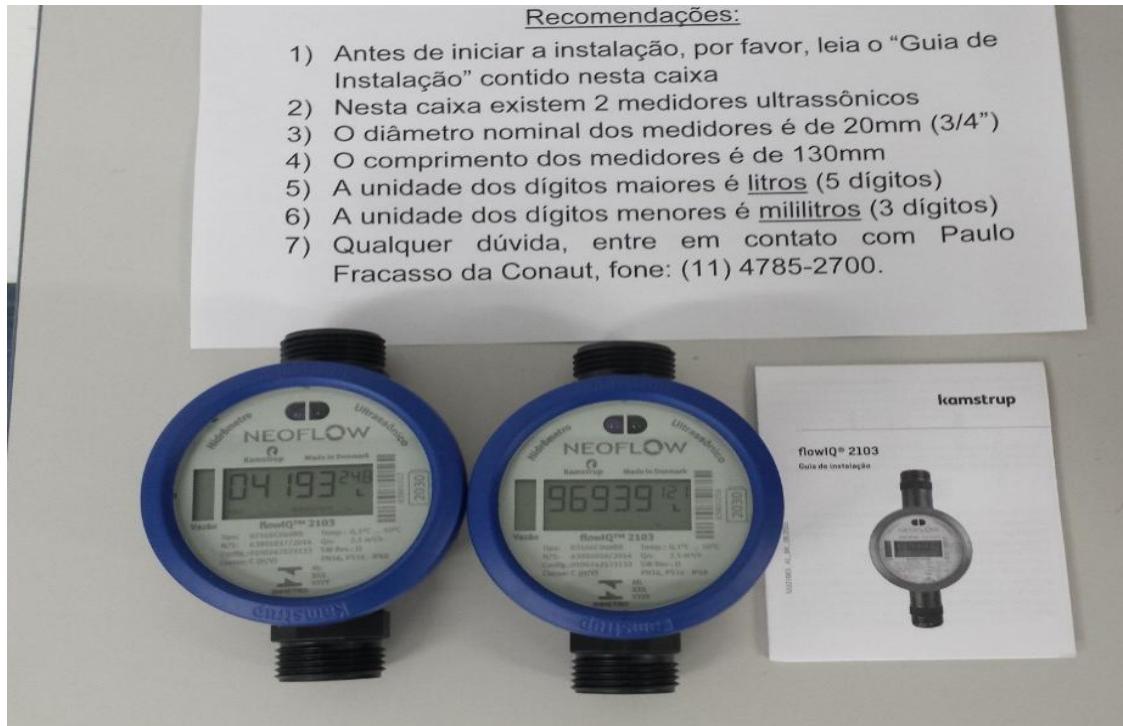
Definiu-se quantidade de artefatos superior a uma unidade para reduzir o risco de que ao final do processo de intercomparação uma falha no padrão pudesse comprometer o resultado de todo o grupo.

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.

Na figura 1 é apresentada foto com os artefatos.

Figura 1: Artefatos utilizados para os ensaios do grupo 5.



Em consenso pela subcomissão, foi permitido o despacho dos artefatos por transportadoras, considerando a proteção oferecida pelas respectivas embalagens.

3.5 Laboratórios 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 ponderados pela incerteza de medição proveniente da calibração, para o cálculo do erro normalizado ou grau de equivalência (DoE – Degree of Equivalence). O valor 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, a qual compõe o laboratório que será submetido à 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. Para o grupo 5 foram utilizadas as vazões e volumes mínimos da faixa de 6,5 a 5000 L/h.

Tabela 4: Volume mínimo de escoamento para cada vazão especificada Grupo 07.

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)	100 a 20.000 (L/h)	Volume Mínimo (L)	150 a 30.000 (L/h)	Volume Mínimo (L)
1º	2 700	50	4 500	100	7000	150	18000	300	27 000	500
2º	2 000	50	4 000	100	6000	150	15000	250	20 000	500
3º	1 500	50	2 500	50	5000	100	10000	200	15 000	250
4º	1 000	50	1 700	50	3350	100	7500	200	10 000	200
5º	750	50	1 250	50	2500	50	5000	100	7 500	200
6º	350	50	600	50	1250	50	3000	100	3 500	100
7º	120	10	200	10	800	50	1000	50	1 200	50
8º	60	10	30	5	400	20	500	50	600	50
9º	30	5	15	5	200	10	250	20	300	20
10º	15	5	6,5	5	70	10	100	10	150	10

As seguintes orientações foram descritas no protocolo do PIPH:

- Durante as calibrações a vazão média deve estar compreendida entre +/- 4,0% do 1º ao 8º ponto de calibração (ver tabela 4) e +/- 2,0% para o 9º e 10º pontos de calibração.
- Após o último artefato instalado na bancada de calibração, a pressão manométrica deve ser no mínimo de 0,3 bar a jusante.
- 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 iguais ou superiores a 50 µm (Mesh 270).
- Trecho reto para medidores Ultrassônicos, Volumétricos e Velocimétricos: mínimo de 5(cinco) x DN para entrada e 5(cinco) x DN para saída.
- Utilizar diâmetro interno dos mancais da seguinte forma:
 Para medidores com DN 15, utilizar mancais com diâmetro interno de 14 a 15 mm.
 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 40, utilizar mancais com diâmetro interno de 38 a 40 mm.
 Para medidores com DN 50, utilizar mancais com diâmetro interno de 50 a 52 mm.
 *como medida de controle deste requisito, definiu-se que deveria ser realizada a medição efetiva da cota na entrada e na saída do mancal, a fim de identificar eventuais conicidades ou variações de diâmetro. Ficou estabelecido, ainda, que o valor resultante desta medição deveria ser declarado no formulário próprio para a declaração de resultados.
- 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 à 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 o FOR-PIPH-002 - Divulgação dos Resultados Programa Interlaboratorial Permanente em Hidrometria 7^a Edição - com os resultados de medição dos respectivos artefatos, conforme exemplo da tabela 5. Após o preenchimento da planilha eletrônica, a mesma fora enviada ao observador da edição do PIPH.

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

DIVULGAÇÃO DE RESULTADOS PROGRAMA INTERLABORATORIAL PERMANENTE EM HIDROMETRIA 7 ^a EDIÇÃO						FOR-PIPH-002 REV. 00			
DIVULGAÇÃO DOS RESULTADOS DE CALIBRAÇÃO									
Grupo									
Código Laboratório									
Coordenador									
Secretário									
Artefato nº1	Tipo	Velocimétrico	Nº Série			Diâmetro Int. Mancal (mm)			
Ponto	Faixa de Operação	Vazão (L/h)	Temperatura da Água (°C)	Erro (%)	Volume (L)	Desvio Padrão Experimental da Média (%)	Incerteza Expandida (%)		
1º									
2º									
3º									
4º									
5º									
6º									
7º									
8º									
9º									
10º									

O código do laboratório fora enviado pelo observador, para cada um dos laboratórios participantes, no início do programa. Este código dissocia os resultados de medição e laboratórios participantes, mantendo a confidencialidade do mesmo.

Posteriormente os resultados de medição foram enviados aos laboratórios participantes do Grupo 05 e o representante designado, Engº Luiz Eduardo Mendes, executou o cálculo do erro normalizado utilizando software fornecido pelo IPT.

Este representante reportou as tabelas e gráficos relacionados ao erro normalizado aos demais laboratórios, como forma de garantir a transparência do processo.

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 6^a 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 do En calculado pela equação (1):

$$E_n = \left| \frac{E_{lab} - E_{ref}}{2\mu_{ref}} \right|$$

Onde:

E_{lab} = Erro médio do laboratório;

E_{ref} = Erro médio de referência;

μ_{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 Full, 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):

$$E_n = \left| \frac{d_i}{2\mu d_i} \right| \leq 1$$

Onde:

$d_i = x_i - x_{ref}$ = Valor médio da diferença observada entre o valor declarado por laboratório participante e o valor de referência estimado pelo procedimento B de Cox;

x_i = Valor do Erro estimado calculado segundo procedimento B de Cox, para cada vazão itinerante;

x_{ref} = Valor do Erro calculado, segundo procedimento B de Cox;

μ_{di} = Incerteza padrão da diferença di , 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 Grupo 05

Como definido pelo Protocolo da 7^a edição do PIPH, os resultados obtidos por cada um dos laboratórios participantes do Grupo 05, incluindo erro de indicação declarado (EI) e a incerteza de medição expandida (IM), são apresentados nas Tabelas 6 e 6.1. Na tabela consta, ainda, o valor obtido a partir da medição do diâmetro interno (\emptyset_i) do mancal utilizado na calibração.

Tabela 6 – Resultados Declarados.

PADRÃO ITINERANTE 63801012								
LABORATÓRIO	05 30		05 69		05 04		5 35	
Vazão	Erro de indicação	Incerteza expandida						
(L/h)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
4500	1,56	0,31	3,53	0,42	1,61	0,40	2,14	0,63
4000	1,64	0,30	3,62	0,32	2,59	0,40	2,20	0,58
2500	1,30	0,57	3,22	0,15	2,29	0,40	1,65	0,51
1700	1,22	0,58	2,94	0,63	1,75	0,40	1,42	0,47
1250	1,19	0,58	2,48	0,78	1,66	0,40	1,02	0,43
600	0,98	0,58	1,96	0,16	1,35	0,40	1,00	0,41
200	0,62	0,62	2,84	0,44	1,00	0,40	1,30	0,42
30	1,94	0,46	0,77	0,36	0,96	0,40	1,25	0,53
15	1,55	0,59	1,04	0,44	1,18	0,40	0,64	0,62
6,5	1,50	0,75	1,49	0,48	0,95	0,40	1,30	0,78

Tabela 6.1 – Resultados Declarados.

PADRÃO ITINERANTE 63801015								
LABORATÓRIO	05 30		05 69		05 04		5 35	
Vazão	Erro de indicação	Incerteza expandida						
(L/h)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
4500	0,68	0,68	1,77	0,11	0,04	0,40	1,18	0,57
4000	0,66	0,34	1,79	0,09	1,58	0,40	1,12	0,52
2500	0,10	0,58	1,37	0,29	1,19	0,40	0,61	0,49
1700	1,19	0,58	1,37	0,79	0,84	0,40	0,89	0,42
1250	0,87	0,61	1,14	0,24	0,84	0,40	0,77	0,37
600	0,34	0,57	1,07	0,09	0,71	0,40	0,63	0,38
200	0,52	0,61	0,56	0,07	0,24	0,40	0,54	0,43
30	0,89	0,47	1,15	1,06	0,50	0,40	0,99	0,45
15	0,47	0,63	1,04	0,44	0,30	0,40	0,70	0,58
6,5	0,77	0,65	0,07	1,33	-0,43	0,40	0,43	0,69

Os valores de referência do erro relativo de volume (CRV %) e incerteza de medição expandida (KCRV %) para cada artefato podem ser observados na Tabela 7.

Nos itens subsequentes são apresentados na tabela 7 os valores dos erros normalizados, calculados segundo a equação (2) e nos gráficos 1 e 2 sua distribuição.

Tabela 7 –Valores de referência do erro relativo de volume (CRV %), da incerteza padrão (KCRV %) e da incerteza expandida (U).

PADRÃO Vazão (L/h)	63801012			63801015		
	CRV	Incerteza Padrão de KCRV	Incerteza Expandida U	CRV	Incerteza Padrão de KCRV	Incerteza Expandida U
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
4500	1,90641	0,160717	0,32143	0,93205	0,206664	0,413328
4000	2,39802	0,152743	0,30549	1,35064	0,135219	0,270438
2500	1,98584	0,133850	0,26770	0,89931	0,129206	0,258411
1700	1,61797	0,126752	0,25350	1,03702	0,137210	0,274420
1250	1,46156	0,134635	0,26927	0,89988	0,113005	0,226011
600	1,24128	0,123319	0,24664	0,69217	0,113077	0,226154
200	1,16182	0,125360	0,25072	0,47872	0,102905	0,205810
30	1,12102	0,136344	0,27269	0,87509	0,155949	0,311897
15	1,11059	0,122510	0,24502	0,60743	0,164668	0,329337
6,5	1,31533	0,178094	0,35619	0,23437	0,244834	0,489668

Gráfico 1 – Valores de referência do erro relativo de volume (CRV %) - (Artefato 63801012).

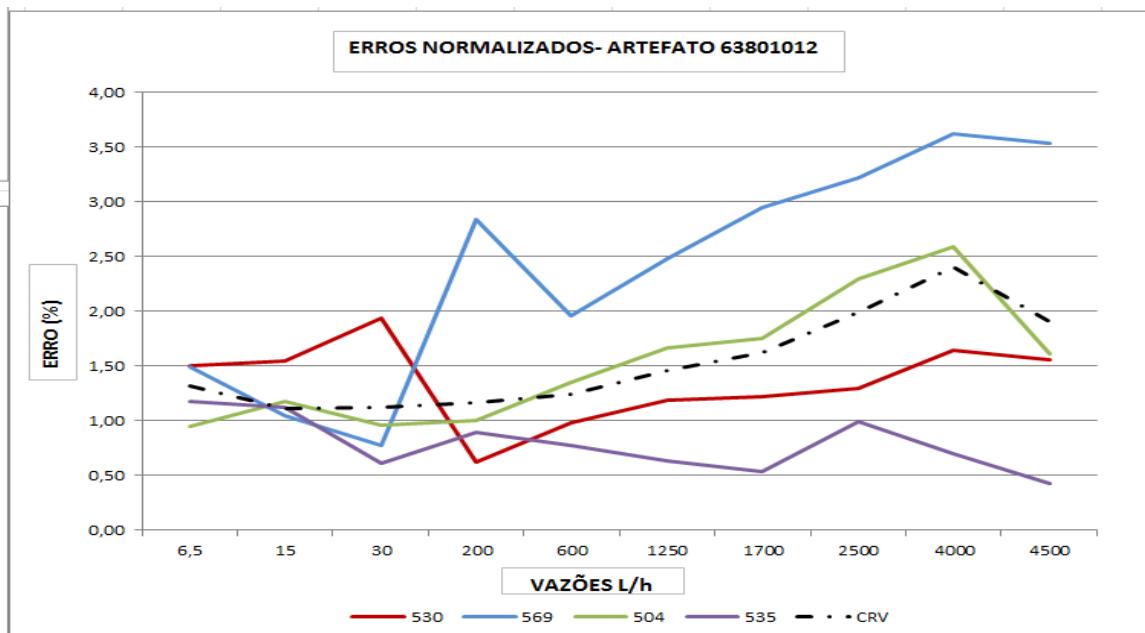
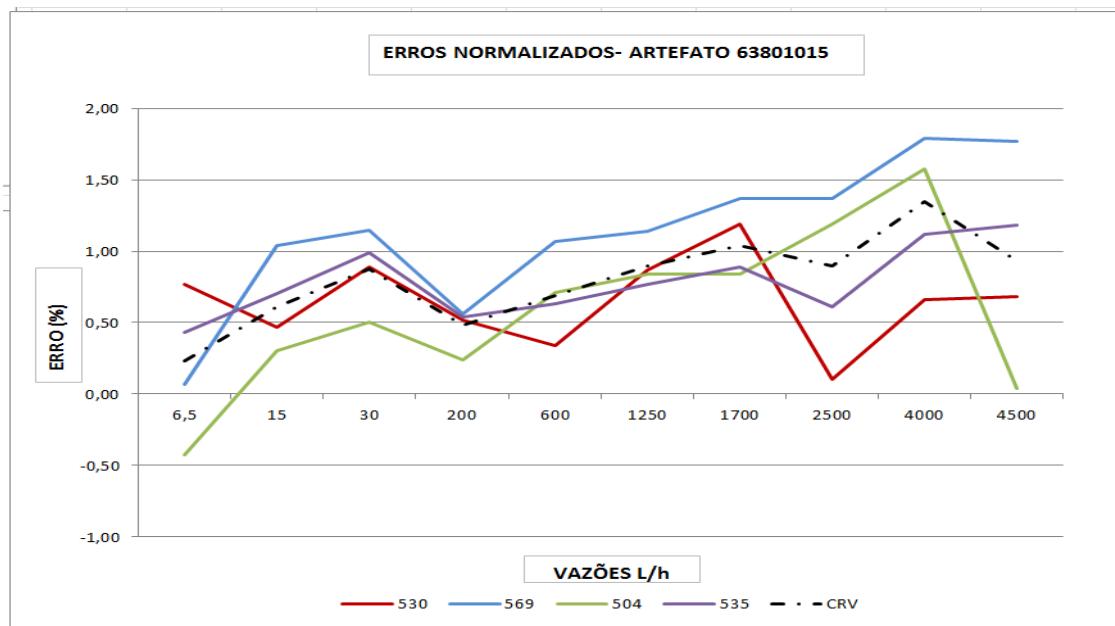


Gráfico 2 – Valores de referência do erro relativo de volume (CRV %) - Artefato 63801015.



Nas Tabelas 8 e 8.1, estão destacados em amarelo e vermelho os resultados que estão fora dos limites recomendados por Cox (2002), por sua vez, a cor verde indica resultados satisfatórios para cada padrão.

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 8 – Erro normalizado para o Grupo 05-Padrão 63801012.

ERROS NORMALIZADOS-PADRÃO ITINERANTE 63801012								
LABORATÓRIO	05 30		05 69		05 04		5 35	
Vazão (L/h)	Erro normalizado (E_n)	Desvio (D_i)	Erro normalizado (E_n)	Desvio (D_i)	Erro normalizado (E_n)	Desvio (D_i)	Erro normalizado (E_n)	Desvio (D_i)
4500	0,881	0,192	3,446	0,176	0,808	-0,365	0,693	-0,015
4000	1,835	0,440	3,030	-0,069	0,612	0,069	0,583	-0,471
2500	1,282	0,820	4,073	-0,349	1,144	-0,160	0,985	0,129
1700	0,784	-0,541	2,283	1,675	0,515	-0,165	0,571	0,139
1250	0,635	-0,261	1,474	0,718	0,729	0,107	1,056	-0,241
600	0,563	-0,271	2,530	1,020	0,418	0,198	0,669	-0,441
200	0,916	-0,401	3,440	1,315	0,606	0,132	0,545	-0,202
30	1,598	-0,690	0,871	1,236	0,525	0,304	0,408	-0,343
15	0,786	-0,758	0,222	1,222	0,258	0,189	0,848	-0,195
6,5	0,305	-0,344	0,386	1,620	0,857	-0,298	0,023	0,230

Tabela 8.1 – Erro normalizado para o Grupo 05-Padrão 63801015.

ERROS NORMALIZADOS-PADRÃO ITINERANTE 63801015								
LABORATÓRIO	05 30		05 69		05 04		5 35	
Vazão (L/h)	Erro normalizado (E _n)	Desvio (D _i)	Erro normalizado (E _n)	Desvio (D _i)	Erro normalizado (E _n)	Desvio (D _i)	Erro normalizado (E _n)	Desvio (D _i)
4500	0,574	-0,255	1,963	0,838	1,775	-0,894	0,588	0,251
4000	1,656	-0,691	1,560	0,439	0,813	0,230	0,759	-0,233
2500	1,377	-0,800	1,396	0,468	1,012	0,292	0,965	-0,286
1700	0,321	0,154	0,571	0,333	0,572	-0,193	0,399	-0,151
1250	0,055	-0,028	0,868	0,240	0,223	-0,062	0,392	-0,129
600	0,704	-0,356	1,562	0,378	0,072	0,018	0,218	-0,060
200	0,084	0,045	0,385	0,081	0,779	-0,242	0,183	0,065
30	0,037	0,014	0,351	0,276	0,951	-0,378	0,292	0,117
15	0,270	-0,134	0,915	0,435	0,782	-0,307	0,208	0,093
6,5	0,757	0,535	0,189	-0,164	1,221	-0,668	0,342	0,201

* E_n (erro Normalizado); d_i (desvio com relação ao CRV).

6. CONCLUSÃO

Podemos concluir que os objetivos colocados pelo programa Interlaboratorial aos laboratórios que fazem parte do grupo 5 em sua 7ª Edição foram atingidos, visto a quantidades de dados obtidos e a análise realizada a partir dos mesmos, que permitirá a continuidade da melhoria dos processos dentro dos diversos laboratórios.

Também irá permitir 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 .

O Laboratório 5-30 obteve 75 % de resultados com erro normalizado ≤ 1 ;

O Laboratório 5-69 obteve 45 % de resultados com erro normalizado ≤ 1 ;

O Laboratório 5-04 obteve 80 % de resultados com erro normalizado ≤ 1 ;

O Laboratório 5-35 obteve 95 % de resultados com erro normalizado ≤ 1 .

Todos os laboratórios em pelo menos uma vazão obtiveram resultados insatisfatórios. É recomendado que os laboratórios analisem em conjunto os resultados obtidos para estabelecimento de plano de ação visando melhoria para a próxima edição do Programa Interlaboratorial.

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. CONSIDERAÇÕES DOS LABORATÓRIOS PARTICIPANTES

Os laboratórios informaram os seguintes diâmetros internos dos mancais:

- ✓ 5-30 - diâmetro de 20,00 mm;
- ✓ 5-69 - diâmetro de 20,00 mm;
- ✓ 5-04 - diâmetro de 23,80 mm;
- ✓ 5-69 - diâmetro de 19,80 mm.

8. CONFIDENCIALIDADE

Ao realizar a inscrição na 7^a edição do PIPH, o laboratório participante comprometeu-se a manter sigilo em relação às informações consideradas confidenciais. Por “informação confidencial” entende-se toda informação que possa levar à identificação de um ou mais laboratórios, incluindo o envio acidental ou não dos resultados do laboratório para outro que não o observador do programa. Pelo termo de confidencialidade estipulado, os laboratórios participantes comprometeram-se a:

- a) Durante o processo de intercomparação laboratorial, não compartilhar informação confidencial entre os laboratórios participantes do mesmo grupo;
- b) Caso fosse selecionado como representante designado para realizar o cálculo de erro normalizado, os resultados destes cálculos deveria ser compartilhados apenas com os laboratórios participantes do grupo, visando à conferência dos dados para posterior elaboração do relatório final.
- c) Caso fosse selecionado como coordenador ou secretário do grupo, o relatório final deveria ser elaborado e sua conclusão compartilhada somente após a análise crítica dos laboratórios participantes.
- d) Não enviar informação confidencial de maneira equivocada para pessoas que não podem ter acesso ao seu conteúdo.

9. AGRADECIMENTOS

A subcomissão da CT-13 agradece as empresas CONAUT, ELSTER, ITRON, LAO e ZENNER por terem disponibilizado os artefatos para esta 7^a Edição do Programa Interlaboratorial Permanente em Hidrometria.

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

Aos laboratórios participantes das atividades da 7^a edição do PIPH, por viabilizar a continuidade do Programa e, consequentemente, da Subcomissão.

São Paulo, 01 de novembro de 2018.

Nome: Luiz Eduardo Mendes
Coordenador do Grupo n° 05
SAAE Guarulhos

Jorge Leandro Lunkes
Coordenador do Programa Interlaboratorial Permanente em Hidrometria

10. 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. 5, 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.
- OLIVEIRA, A.F; 6ª Edição do Programa Interlaboratorial Permanente em Hidrometria, 2016, Comissão Técnica de Vazão CT-13, CGCRE.
- LUNKES, J.L; Protocolo da 7ª Edição do Programa Interlaboratorial, 2017, Subcomissão Técnica do Programa Interlaboratorial Permanente em Hidrometria, Comissão Técnica de Vazão CT-13, Dicla.

ANEXO 1

EQUIPE TÉCNICA DO GRUPO 05

Nome da Empresa – SABESP – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo

Nome do Laboratório – Laboratório de Hidrometria

Nome das pessoas envolvidas na atividade:

- ✓ Eng. Ricardo Batista (Gerente);
- ✓ Jorge Luis de Campos Bueno (Engenheiro);
- ✓ Anderson Torres Martins Carvalho (Encarregado);
- ✓ Sergio Nunes de Carvalho (Técnico Sistema de Saneamento).

Figura 2: Foto bancada de ensaios SABESP.



- Bancada com princípio volumétrico.
- Medidores Ensaíados em série.

Nome da Empresa: Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Guarulhos – SAAE.

Nome do Laboratório: Laboratório de Hidrometria

Nome de todas as pessoas envolvidas na atividade:

- ✓ Thiago Garcia da Silva Santim (Gerente de Controle de Perdas);
- ✓ Matheus dos Santos Costa (Coordenador de Micro medição);
- ✓ Luiz Eduardo Mendes (Engenheiro);
- ✓ Fernando Lemes da Silva (Técnico Laboratório).

Figura 2: Foto bancada de ensaios SABESP.



- Bancada com princípio volumétrico.
- Medidores Ensaiados em série.

Nome da Empresa: Conaut- Controles Automáticos.

Nome do Laboratório: Laboratório de Hidrometria

Nome de todas as pessoas envolvidas na atividade:

- ✓ Paulo Thiago Fracasso (Gerente do Laboratório);



- Artefato montado individualmente
- Método comparativo

Nome da Empresa: Energurus Saneamento.

Nome do Laboratório: Laboratório de Hidrometria

Nome de todas as pessoas envolvidas na atividade:

NÃO ENVIOU OS DADOS SOLICITADOS