

COORDENAÇÃO GERAL DE ACREDITAÇÃO – CGCRE

Comissão Técnica de Vazão – CT13

Subcomissão técnica do Programa Interlaboratorial Permanente em Hidrometria

RELATÓRIO FINAL DA 6ª EDIÇÃO DO PROGRAMA INTERLABORATORIAL

GRUPO 4



Fevereiro /2017

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| 1. INTRODUÇÃO..... | 3 |
| 2. OBJETIVO..... | 4 |
| 3. DESCRIÇÃO DO PROGRAMA INTERLABORATORIAL..... | 4 |
| 3.1 Laboratórios Participantes..... | 4 |
| 3.2 Formação de Grupos, Tipo de Circulação e Coordenação..... | 6 |
| 3.3 Artefatos..... | 8 |
| 3.4 Acondicionamento e Transporte dos Padrões Itinerantes..... | 9 |
| 3.5 Laboratório de Referência..... | 9 |
| 3.6 Métodos de Medição..... | 9 |
| 4. DECLARAÇÃO DOS RESULTADOS DAS CALIBRAÇÕES..... | 11 |
| 5. RESULTADOS DO PROGRAMA INTERLABORATORIAL..... | 12 |
| 5.1 Análise do Erro Normalizado E_N Grupo 6..... | 13 |
| 6. CONCLUSÃO..... | 16 |
| 7. AGRADECIMENTOS..... | 17 |
| 8. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA..... | 18 |
| ANEXO 1 – EQUIPE TÉCNICA | 19 |

1. INTRODUÇÃO

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

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

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

Os resultados apresentados referem-se exclusivamente ao grupo 4.

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

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

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

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

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

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

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

2. OBJETIVO

O objetivo deste documento é a apresentação dos resultados da 6ª Edição do Programa Interlaboratorial Permanente em Hidrometria do grupo nº 4, composto pelos laboratórios participantes da Elster, Digico, Saga, Cagece e IPT.

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

3. DESCRIÇÃO DO PROGRAMA INTERLABORATORIAL

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

3.1 Laboratórios Participantes

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

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

Tabela 1 – Relação de Laboratórios Participantes

| Nº de Acreditação | Nome do Laboratório | Instituição / Empresa |
|----------------------------|--|--|
| CAL 0162 | Centro de Metrologia Mecânica, Elétrica e de Fluidos | Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT |
| CRL 0563 | Laboratório de Hidrometria da Divisão de Hidrometria | Companhia de Saneamento de Minas Gerais - COPASA |
| CRL 0560 | Laboratório de Medidores | Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo - SABESP |
| CRL 0825 | Laboratório de Hidrometria | Companhia de Água e Esgoto do Ceará - CAGECE |
| Em Processo de Acreditação | Laboratório de Hidrometria | ODEBRECHT Ambiental - Cachoeiro |
| | Laboratório de Hidrometria | ODEBRECHT Ambiental – Limeira |
| | Laboratório Itron de Calibrações e 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 Micromedicação | Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal CAESB |
| | Laboratório de Hidrometria | Companhia Pernambucana de Saneamento - COMPESA |
| | Laboratório de Verificação de Medidores de Água | SAGA |
| | Laboratório de Medidores | HIDROMETER |
| | Laboratório de Verificação de Medidores de Água | VECTOR |
| | Laboratório de Hidrometria | AVS |
| | Laboratório de Verificação de Medidores de Água | DIGICO |
| | Laboratório de Hidrômetros | Companhia Espírito Santense de Saneamento - CESAN |
| | Laboratório de Hidrometria | SAAE Porto Feliz |
| | Laboratório de Verificação | ENERGYRUS |
| | Laboratório de Hidrometria | Companhia Catarinense de Águas e Saneamento - CASAN |
| | Laboratório de Hidrometria | ÁGUAS DE NITERÓI |

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

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

3.2 Formação dos Grupos, Tipo de Circulação e Coordenação.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

| Ordem de Circulação | Grupo 1 | Grupo 2 | Grupo 3 | Grupo 4 | Grupo 5 | Grupo 6 | Grupo 7 | Grupo 8 | Grupo 9 | Grupo 10 |
|------------------------------|---------------------------------|--------------------|---------------------------|------------------------|----------------------------|-----------------------------------|---------------------------|-------------------|-----------------|----------------------|
| 1º | CASAN | COPASA | SAAE Porto Feliz | ELSTER | COMPESA | SABESP | COPASA | ZENNER | LAO | ITRON |
| 2º | CESAN | SANEAGO | ITRON | DIGICO | DIEHL | LAO | SAGA | CASAN | CEDAE | COPASA |
| 3º | ODEBRECHT Cachoeiro | LAO | ODEBRECHT Limeira | SAGA | AGUAS DE NITERÓI | SAAE Porto Feliz | SANEAGO | ELSTER | DIEHL | CESAN |
| 4º | ZENNER | HIDROMETER | VECTOR | CAGECE | ENERGYRUS | VECTOR | DIEHL | COPASA | COMPESA | LAO |
| 5º | DMAE Porto Alegre | CEDAE | SANASA | IPT | AVS | ODEBRECHT Limeira | ODEBRECHT Cachoeiro | CAESB | SANEAGO | SABESP |
| 6º | | | | | CAESB | FAE | DMAE Porto Alegre | CAGECE | IPT | IPT |
| 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 nº 4, características do artefato, quantidade e responsável pelo fornecimento dos mesmos.

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

| Faixa de Operação (L/h) | Grupos | Artefato | Quantidade | Responsável para Fornecer |
|-------------------------|----------------|--|----------------------|---|
| 15 a 3 000 | 1, 2, 3, 4 e 5 | Medidor Volumétrico (grupos 1,2,3 e 4) e Ultrassônico (grupo 5) DN 20x 190mm | 3 unidades por grupo | Itron (grupos 1 e 3), LAO (grupo 2), Elster (grupo 4) e Diehl (grupo 5) |
| 6,5 a 5 000 | 6 e 7 | Medidor Ultrassônico DN 20 x 190mm | 3 unidades por grupo | Itron |
| 70 a 7 800 | 8 e 9 | Medidor Volumétrico | 2 unidades por grupo | Itron |
| 150 a 30 000 | 10 | Medidor Ultrassônico DN 50 x 200mm | 2 unidades por grupo | Arad |

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

3.4 Acondicionamento e Transporte dos Artefatos

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

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

3.5 Laboratório de Referência

Por decisão da subcomissão, não foi definido o laboratório de referência, sendo assim foi adotado como referência o valor médio dos erros apontados pelos laboratórios participantes e ponderados pela incerteza de medição proveniente da calibração, para o cálculo do erro normalizado ou grau de equivalência (DoE – Degree of Equivalence). O cálculo do erro médio de referência foi calculado segundo procedimento B proposto por Cox (2002).

3.6 Métodos de Medição

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

Os artefatos foram calibrados em 10 vazões decrescentes da faixa de operação, com três medições em cada vazão (n=3), conforme tabela 4.

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

| Faixas de Operação e Definição das Vazões e Volume Mínimo para Calibração | | |
|---|------------------|-------------------|
| Ponto | 15 a 3 000 (L/h) | Volume Mínimo (L) |
| 1º | 2 700 | 50 |
| 2º | 2 000 | 50 |
| 3º | 1 500 | 50 |
| 4º | 1 000 | 50 |
| 5º | 750 | 50 |
| 6º | 350 | 50 |
| 7º | 120 | 10 |
| 8º | 60 | 10 |
| 9º | 30 | 5 |
| 10º | 15 | 5 |

As seguintes orientações foram descritas no protocolo do PI:

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

4. DECLARAÇÃO DOS RESULTADOS DE CALIBRAÇÃO

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

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

| DIVULGAÇÃO DOS RESULTADOS DE CALIBRAÇÃO | | | | | | | |
|---|---------------------------------------|-------------|----------|------------|---|-------------------------------|---------------------------|
| Grupo | | | | | | | |
| Laboratório | | | | | | | |
| Coordenador | | | | | | | |
| Secretário | | | | | | | |
| Padrão Itinerante n°1 | Tipo | | | N° Série | | | |
| Ponto | Faixa de Operação 15 a 3 000 (L/h) | Vazão (L/h) | Erro (%) | Volume (L) | Desvio Padrão Experimental da Média (%) | Incerteza Expandida (%) | Fator de Abrangência k |
| 1° | 2700 | | | | | | |
| 2° | 2000 | | | | | | |
| 3° | 1500 | | | | | | |
| 4° | 1000 | | | | | | |
| 5° | 750 | | | | | | |
| 6° | 350 | | | | | | |
| 7° | 120 | | | | | | |
| 8° | 60 | | | | | | |
| 9° | 30 | | | | | | |
| 10° | 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. Levy B. Minsky do laboratório de Hidrometria Casan, não atuante no grupo n° 4, para execução do cálculo do erro normalizado utilizando software fornecido pelo IPT.”

Posteriormente os resultados foram enviados ao laboratório participante de uma Companhia de Saneamento, CASAN não atuante no grupo n° 4 para execução do cálculo do erro normalizado, utilizando software fornecido pelo IPT.

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

Os laboratórios participantes poderiam relatar a qualquer momento, dificuldade ou anormalidade observada durante as calibrações. Qualquer alteração do procedimento estabelecido deveria ser justificada pelo laboratório.

5. RESULTADOS DO PROGRAMA INTERLABORATORIAL

A subcomissão decidiu utilizar o valor médio de referência calculado a partir dos erros declarados pelos laboratórios participantes nesta 6ª Edição do programa interlaboratorial.

A metodologia de cálculo para determinação do valor médio de referência, para cada vazão de operação descrita na tabela 3, foi executada segundo os procedimentos A ou B propostos por Cox, M.G. "The Evaluation of Key Comparison Data", *Metrologia*, 2002, 39, pp589-595.

Sendo o valor calculado pela equação (1):

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

Onde:

E_{lab} = Erro médio do laboratório

E_{ref} = Erro médio de referência

u_{ref} = Incerteza padrão do valor médio de referência.

Cox (2002) desenvolveu procedimentos para cálculo do valor de referência em comparações chave (KCRV – Key Comparison Reference Value) envolvendo laboratórios de Institutos Nacionais de Metrologia (NMI) onde não é possível definir um laboratório de referência. É importante ressaltar que o procedimento proposto por Cox foi aplicado em diversos programas laboratoriais, conforme Mikan (2009), Manosso (2011) bem como 2ª (2013) e 5ª (2014) Edição do Programa Interlaboratorial Permanente em Hidrometria.

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

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

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

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

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

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 Grupo 4

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

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

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

| Vazão (L/h) | N° Série dos Artefatos | | | | | |
|----------------|------------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|
| | Valor de Referência Artefato 01 | | Valor de Referência Artefato 02 | | Valor de Referência Artefato 03 | |
| | CRV(%) | Incerteza Padrão KCRV (%) | CRV(%) | Incerteza Padrão KCRV (%) | CRV(%) | Incerteza Padrão KCRV (%) |
| 2700 | 0,430639 | 0,06863900 | 0,543776 | 0,06423597 | 0,284841 | 0,061168290 |
| 2000 | 0,589130 | 0,06349300 | 0,696458 | 0,05499637 | 0,411736 | 0,052542684 |
| 1500 | 0,816301 | 0,06057440 | 0,915362 | 0,05730441 | 0,642997 | 0,051353951 |
| 1000 | 0,984140 | 0,06395009 | 1,043226 | 0,06499661 | 0,817379 | 0,050930339 |
| 750 | 1,197126 | 0,06587632 | 0,940048 | 0,07954466 | 1,019136 | 0,065165150 |
| 350 | 0,896459 | 0,07212321 | 0,974368 | 0,06780599 | 0,736944 | 0,071144700 |
| 120 | 1,430675 | 0,09850492 | 1,565296 | 0,11762296 | 1,248795 | 0,111376426 |
| 60 | 1,691680 | 0,12403065 | 1,654137 | 0,11014544 | 1,416308 | 0,122763490 |
| 30 | 1,549748 | 0,19098123 | 1,473884 | 0,19052378 | 1,206682 | 0,213087481 |
| 15 | 0,906033 | 0,22305636 | 0,741899 | 0,24710898 | 0,567951 | 0,167871467 |

Na tabela 7, estão destacados em amarelo e vermelho os resultados que estão fora dos limites recomendados por Cox (2002), sendo que os números apresentados na cor verde indicam que o resultado é aceitável.

Segundo Mikan (2009), pode-se aplicar o seguinte critério para avaliar o desempenho do laboratório em um programa interlaboratorial:

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

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

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

Tabela 7 – Erro normalizado para o Grupo 4

| VAZÃO (L/h) | LAB 41 | | | LAB 42 | | | LAB 43 | | | LAB 44 | | | LAB 45 | | |
|----------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | P 01 | P 02 | P 03 | P 01 | P 02 | P 03 | P 01 | P 02 | P 03 | P 01 | P 02 | P 03 | P 01 | P 02 | P 03 |
| 2700 | 2,315697 | 2,113944 | 1,530914 | 0,993561 | 1,099046 | 0,923446 | 0,951466 | 0,903846 | 0,729632 | 0,014886 | 0,136998 | 0,121300 | 1,197043 | 0,987392 | 0,973590 |
| 2000 | 1,037540 | 0,787530 | 0,278503 | 1,177758 | 1,414210 | 1,355021 | 0,383649 | 0,487191 | 0,205037 | 0,489949 | 0,448171 | 0,112468 | 0,799201 | 0,497044 | 0,839995 |
| 1500 | 0,018569 | 0,241273 | 0,694360 | 1,097197 | 1,132231 | 1,247550 | 0,341834 | 0,467870 | 0,152850 | 0,269367 | 0,145812 | 0,645625 | 0,904461 | 0,947563 | 0,597141 |
| 1000 | 0,677831 | 0,397286 | 0,445352 | 1,340600 | 1,124962 | 1,346477 | 0,362704 | 0,621662 | 0,493925 | 0,296543 | 0,060194 | 0,677388 | 0,734342 | 0,761444 | 0,391630 |
| 750 | 0,442857 | 0,009206 | 0,169834 | 0,330760 | 0,885957 | 0,555355 | 0,886162 | 0,823077 | 0,898286 | 0,850790 | 0,929187 | 0,903888 | 1,777769 | 1,149654 | 0,941516 |
| 350 | 0,560286 | 0,150314 | 0,099694 | 0,746376 | 0,298277 | 0,014659 | 0,020695 | 0,066210 | 0,119033 | 2,186817 | 1,998150 | 1,580331 | 0,819160 | 0,811744 | 1,272199 |
| 120 | 0,224494 | 0,076527 | 0,239264 | 0,258338 | 0,212765 | 0,028737 | 0,002829 | 0,279668 | 0,190636 | 6,825581 | 6,486446 | 5,728717 | 1,183463 | 1,281298 | 1,001905 |
| 60 | 0,718080 | 0,343963 | 0,189978 | 0,342594 | 0,247491 | 0,022720 | 0,282938 | 0,351344 | 0,306924 | 0,124260 | 0,179945 | 0,758435 | 1,617774 | 1,419863 | 0,940240 |
| 30 | 0,945768 | 0,665413 | 0,197864 | 0,478846 | 0,330881 | 0,348940 | 0,280263 | 0,423580 | 0,281318 | 0,151436 | 0,024462 | 0,539815 | 1,606740 | 1,820493 | 1,255158 |
| 15 | 0,928305 | 0,482043 | 0,250630 | 0,282895 | 0,120968 | 0,053668 | 0,242087 | 0,210968 | 0,515492 | 0,053482 | 0,091802 | 0,639736 | 1,730712 | 2,049828 | 3,020287 |

* P01(Artefato 01) P02(Artefato 02) e P03(Artefato 03)

6. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos pelo grupo nº 4 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 obtenção de dados que possibilitará uma análise visando melhoria do processo, fomentou discussões sobre temas relacionados à metrologia, estabeleceu ambiente adequado para intercâmbio de informações, permitindo a elaboração de futuras ações entre os laboratórios participantes quando eventualmente obtiveram resultados de erro normalizado “não satisfatórios” ou confirmando atendimento quanto à homogeneidade de resultados, quando obtiveram resultados de erro normalizado “satisfatório”.

Os laboratórios obtiveram o seguinte índice de resultados satisfatórios:
Porcentagem de erro normalizado .

- O Laboratório 41 obteve 86,6 % de resultados com erro normalizado ≤ 1 .
- O Laboratório 42 obteve 66,6 % de resultados com erro normalizado ≤ 1 .
- O Laboratório 43 obteve 100 % de resultados com erro normalizado ≤ 1 .
- O Laboratório 44 obteve 80,0 % de resultados com erro normalizado ≤ 1 .
- O Laboratório 45 obteve 50,0 % de resultados com erro normalizado ≤ 1 .

O Laboratório 43, obteve resultados de erro normalizado satisfatório em 100% das medições, não sendo necessária elaboração de um plano de ação.

O Laboratório 41, apresentou resultados de erro normalizado não satisfatório, somente na vazão de 2700 L/h.

O Laboratório 42, apresentou resultados de erro normalizado não satisfatório, somente na faixa de vazão de 1000L/h até 2000 L/h.

O Laboratório 44, apresentou resultados de erro normalizado não satisfatório, somente na faixa de vazão de 120 L/h até 350 L/h.

O Laboratório 45, apresentou resultados de erro normalizado não satisfatório, na faixa de vazão de 15 L/h até 750 L/h e uma indicação de alerta na vazão de 2700 L/h.

Recomenda-se que os laboratórios analisem em conjunto os resultados obtidos para estabelecimento de plano de ação visando melhoria para o próximo 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. AGRADECIMENTOS

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

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

São Paulo, 24 de Fevereiro de 2017.

Nome: Augusto César Borges Couto
Coordenador do Grupo n° 4
Laboratório de Hidrometria da Cagece

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

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COX, M.G. "The evaluation of key comparison data", Metrologia, 2002, 39, pp.589-595.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, ABNT NBR ISO IEC 17043: Avaliação de conformidade – Requisitos gerais para ensaios de proficiência.

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

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

MANOSSO, H.C.; ALMEIDA, R.T.G. BLANCO, H.A.; KAWAKITA, K; GARCIA, L.E; TRUJILLO, A. South American Interlaboratory Program on Gas Flow Rate, In: International Congress on Mechanical Metrology, 2011, Natal. Anais, Rio de Janeiro INMETRO, 2011.

MIKAN, B; VALENTA T. [PTB, CMI], Final Report – Draft B, Interlaboratory calibration comparison of the turbine gas meter G6500 EURAMET Project n° 1006, March 2009.

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

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

ANEXO 1

EQUIPE TÉCNICA DO GRUPO 4

Nome da Empresa: Cagece

Nome do Laboratório: Laboratório de Hidrometria

Nome de todas as pessoas envolvidas na atividade:

- José Hélio Aires Nunes (Responsável Técnico)

- Augusto César Borges Couto (Responsável Técnico Substituto)

Fotos da Bancada de Calibração



Nome da Empresa: Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT

Nome do Laboratório: Centro de Metrologia Mecânica, Elétrica e de Fluidos

Nome de todas as pessoas envolvidas na atividade:

-Rui Gomez Teixeira de Almeida (Chefe do laboratório)

-Luciana Casciny Pacífico (Supervisora das medições)

-Wellington de Oliveira Chaves (Técnico executor).

Fotos da Bancada de Calibração



Nome da Empresa: ELSTER Medição de Água S/A
Nome do Laboratório: Laboratório de Inspeção Final

Nome de todas as pessoas envolvidas na atividade:

- José Almir Barbosa Brito Júnior (Coordenador do Laboratório de Inspeção final)
- Eduardo Guimarães Antunes (Inspetor de Qualidade)
- Fernando Pereira Lopes (Inspetor de Qualidade)
- José Anísio Vieira dos Santos (Inspetor de Qualidade)

Fotos da Bancada de Calibração



Nome da Empresa: SAGA

Nome do Laboratório: Laboratório de Verificação de Medidores de Água

Nome de todas as pessoas envolvidas na atividade:

Claudiomar Santos Figueiredo,

Daniele de Jesus Pereira,

Cristian Francisco Silva Oliveira

Gustavo Duarte Santos

Fotos da Bancada de Calibração



Nome da Empresa: DIGICO

Nome do Laboratório: Laboratório de Verificação de Medidores de Água

Nome de todas as pessoas envolvidas na atividade:

- João Gustavo F. Jr.

- Romilton Neres Santana

Fotos da Bancada de Calibração

