



**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<sup>a</sup> EDIÇÃO DO PROGRAMA INTERLABORATORIAL**

**GRUPO 10**

## 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.....	9
3.4 Acondicionamento e Transporte dos Artefatos.....	9
3.5 Laboratório de Referência.....	10
3.6 Métodos de Medição .....	10
4. DECLARAÇÃO DOS RESULTADOS DE CALIBRAÇÃO.....	12
5. RESULTADOS DO PROGRAMA INTERLABORATORIAL .....	13
5.1 Análise do Erro Normalizado Grupo 10.....	14
6. CONCLUSÃO .....	17
7. CONSIDERAÇÕES DOS LABORATÓRIOS PARTICIPANTES.....	18
8. CONFIDENCIALIDADE .....	18
9. AGRADECIMENTOS.....	19
10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	20
ANEXO 1 .....	21
ANEXO 2 .....	23

## **1. INTRODUÇÃO**

A 7<sup>a</sup> 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.

Nesta 7<sup>a</sup> Edição, foram estabelecidos 12 grupos em cinco diferentes faixas de operações e utilizando artefatos de três diferentes tecnologias: volumétrico, velocimétrico e ultrassônico.

Três destes grupos foram realizados em caráter piloto, com objetivo de analisar aspectos identificados na 5<sup>a</sup> 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 estão aptas para realizar a calibração e apresentar resultados homogêneos em diferentes laboratórios.

Os resultados apresentados referem-se exclusivamente ao grupo 10.

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

O protocolo e este relatório referem-se a 7<sup>a</sup> 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.

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 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.

O grupo 10, 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 10, integrado pelos laboratórios Conaut, Sabesp, Lao, Cesan e IPT.

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.

<b>Nº de Acreditação</b>	<b>Nome do Laboratório</b>	<b>Instituição / Empresa</b>
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

<b>Nº de Acreditação</b>	<b>Nome do Laboratório</b>	<b>Instituição / Empresa</b>
		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	ITRON 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)
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 <sup>2</sup>
	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 <sup>1</sup>	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 <sup>1</sup>	Instituto de Pesos e Medidas do Estado de São Paulo - IPREM/SP
	Laboratorio de Verificação de Medidores de Água	Energyrus Saneamento Ltda.

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

<sup>2</sup> o Laboratório Odebrecht Ambiental teve sua razão social alterada para BRK Ambiental Participações S.A. e, por isso, a partir da 32<sup>a</sup> 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.

Neste Programa interlaboratorial foram formados três grupos pilotos com o objetivo de aumentar o conhecimento acerca de algumas tecnologias, metodologia de comparação e vazões de ensaio.

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	Itron			Caesb	IPT	Compesa	IPT	Cedae	Copasa
6º	Dmae Porto Alegre			Vector							Compesa	
<b>Faixa de Operação</b>	15 L/h A 3.000 L/h	15 L/h A 3.000 L/h	15 L/h A 3.000 L/h	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
<b>Tipo de Artefato</b>	Volumétrico	Volumétrico	Volumétrico	Ultrassônico	Ultrassônico	Ultrassônico	Volumétrico	Volumétrico	Ultrassônico	Ultrassônico	Velocimétrico + Volumétrico	Velocimétrico + Volumétrico
<b>Coordenador do Grupo</b>	Maturino – Dmae	Luiz – Saae Guarulhos	Fernando - Copasa	Adriano - Itron	Jorge - Sabesp	Gustavo - Saga	Lucivaldo – LAO	Paulo Fonseca - Compesa	Luiz Claudio - Cedae	Paulo - Conaut	Bruno - BRK	Levi - Casan
<b>Secretário do Grupo</b>	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
<b>Coordenador 7ª Edição</b>	Jorge Leandro Lunkes - Zenner											
<b>Observador</b>	Maurício Soares - Inmetro											

### **3.3 Artefatos**

A subcomissão decidiu pela utilização de diferentes tipos de artefatos, em diferentes faixas de operação. As 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 10, 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
150 a 30.000	1	Medidor Ultrassônico DN 50x270mm	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 caixa com isopor moldado protegendo os mesmos contra impactos ou danos não intencionais, conforme Figura 1.

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



Figura 1 – Medidor do grupo 10 do 7º PI de Hidrometria.

### 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 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.

Tabela 4: Volume mínimo de escoamento para cada vazão especificada Grupo 10.

Faixas de Operação e Definição das Vazões para Calibração		
Ponto	Vazão (L/h)	Volume Mínimo (L)
1º	27 000	500
2º	20 000	500
3º	15 000	250
4º	10 000	200
5º	7 500	200
6º	3 500	100
7º	1 200	50
8º	600	50
9º	300	20
10º	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 x DN para entrada e 5 x DN para saída.
- Utilizar diâmetro interno\* dos mancais da seguinte forma:  
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 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 o FOR-PIPH-002 - Divulgação dos Resultados Programa Interlaboratorial Permanente em Hidrometria 7<sup>a</sup> 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 <sup>a</sup> 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 10 e o representante designado, Sr. Lucivaldo Spagnolo do Laboratório Liceu de Artes e Ofícios - LAO, executou o 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 demais laboratórios igualmente tiveram acesso a estes resultados, 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 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 do En 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 10

Como definido pelo Protocolo da 7ª edição do PIPH, os resultados obtidos por cada um dos laboratórios participantes do Grupo 10, incluindo erro de indicação declarado (EI) e a incerteza de medição expandida (IM), são apresentados na Tabela 6. Na tabela consta, ainda, o valor obtido a partir da medição do diâmetro interno ( $\bar{\phi}_i$ ) do mancal utilizado na calibração.

Tabela 6 – Resultados Declarados.

Vazão	Resultados Declarados Artefato 01 – Nº Série 68546619									
	LAB 10-18		LAB 10-49		LAB 10-54		LAB 10-81		LAB 10-89	
	$\bar{\phi}_i = 50,70 \text{ mm}$		$\bar{\phi}_i = 50,00 \text{ mm}$		$\bar{\phi}_i = 48,50 \text{ mm}$		$\bar{\phi}_i = 52,00 \text{ mm}$		$\bar{\phi}_i = 52,00 \text{ mm}$	
<b>27000</b>	-0,19	0,51	-0,69	0,23	-1,03	0,68	-0,98	0,20	-0,12	0,33
<b>20000</b>	-0,22	0,46	-0,75	0,22	-0,49	1,28	-1,17	0,20	-0,36	0,33
<b>15000</b>	-0,24	0,48	-0,81	0,22	-1,20	0,66	-1,16	0,20	-0,44	0,33
<b>10000</b>	-0,28	0,47	-0,72	0,21	-0,95	0,63	-1,06	0,20	-0,21	0,33
<b>7500</b>	-0,29	0,42	-0,45	0,23	-0,75	0,61	-1,18	0,20	-0,23	0,33
<b>3500</b>	-0,31	0,42	-0,91	0,28	-0,83	0,61	-2,01	0,20	-1,27	0,51
<b>1200</b>	-0,46	0,41	-1,53	0,21	-0,55	0,17	-1,74	0,30	-1,10	0,51
<b>600</b>	-0,56	0,49	-1,14	0,22	-0,82	0,29	-2,10	0,30	-1,15	0,51
<b>300</b>	-0,16	0,87	-0,47	0,22	-0,08	0,16	-1,42	0,20	-0,73	0,51
<b>150</b>	0,13	0,79	-0,78	0,21	0,53	0,76	-1,14	0,20	-0,42	1,25

Vazão	Resultados Declarados Artefato 02 – Nº Série 68546620									
	LAB 10-18		LAB 10-49		LAB 10-54		LAB 10-81		LAB 10-89	
	$\bar{\phi}_i = 50,70 \text{ mm}$		$\bar{\phi}_i = 50,00 \text{ mm}$		$\bar{\phi}_i = 48,50 \text{ mm}$		$\bar{\phi}_i = 52,00 \text{ mm}$		$\bar{\phi}_i = 52,00 \text{ mm}$	
<b>27000</b>	-0,73	0,43	-0,71	0,20	-49,67	8,15	-1,27	0,20	-1,04	0,33
<b>20000</b>	-0,68	0,43	-0,79	0,21	0,32	1,27	-1,35	0,20	-1,21	0,33
<b>15000</b>	-0,86	0,47	-0,93	0,21	-0,44	0,69	-1,67	0,20	-1,31	0,33
<b>10000</b>	-0,89	0,37	-0,71	0,20	-0,52	0,60	-1,51	0,20	-1,00	0,33
<b>7500</b>	-0,79	0,37	-0,82	0,21	-0,56	0,62	-1,44	0,20	-0,78	0,33
<b>3500</b>	-0,74	0,47	-0,81	0,21	-1,16	0,60	-1,03	0,20	-0,70	0,51
<b>1200</b>	-0,64	0,40	-0,66	0,22	-0,96	0,42	-1,14	0,30	-0,47	0,51
<b>600</b>	-0,65	0,36	-0,72	0,32	-1,05	0,48	-1,55	0,30	-0,65	0,51
<b>300</b>	-0,45	0,38	-0,58	0,23	-0,28	0,18	-0,79	0,20	-0,69	0,51
<b>150</b>	-0,30	0,63	-0,39	0,22	0,60	0,26	-0,43	0,20	-0,44	1,25

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 os valores dos erros normalizados, calculados segundo a equação (2).

Tabela 7 – Valores de referência do erro relativo de volume (CRV %) e incerteza de medição expandida (KCRV %).

Vazão (L/h)	Nº Série dos Artefatos					
	Valor de Referência Artefato 68546619			Valor de Referência Artefato 68546620		
	CRV(%)	Incerteza padrão da KCRV (%)	Incerteza expandida da KCRV (%)*	CRV(%)	Incerteza padrão da KCRV (%)	Incerteza expandida da KCRV (%)*
<b>27000</b>	-0,66	0,12	0,24	-1,05	0,11	0,23
<b>20000</b>	-0,57	0,17	0,34	-0,84	0,12	0,23
<b>15000</b>	-0,79	0,11	0,22	-1,00	0,12	0,25
<b>10000</b>	-0,68	0,12	0,25	-0,88	0,12	0,23
<b>7500</b>	-0,47	0,11	0,22	-0,82	0,09	0,19
<b>3500</b>	-0,98	0,14	0,28	-0,87	0,10	0,20
<b>1200</b>	-1,10	0,22	0,44	-0,74	0,11	0,22
<b>600</b>	-1,06	0,12	0,25	-0,81	0,11	0,23
<b>300</b>	-0,49	0,14	0,28	-0,57	0,10	0,21
<b>150</b>	-0,41	0,30	0,61	-0,32	0,14	0,28

\* A incerteza expandida da KCRV foi calculada a partir da incerteza padrão da KCR multiplicada pelo fator de abrangência k, cujo valor foi convencionado como igual a 2.

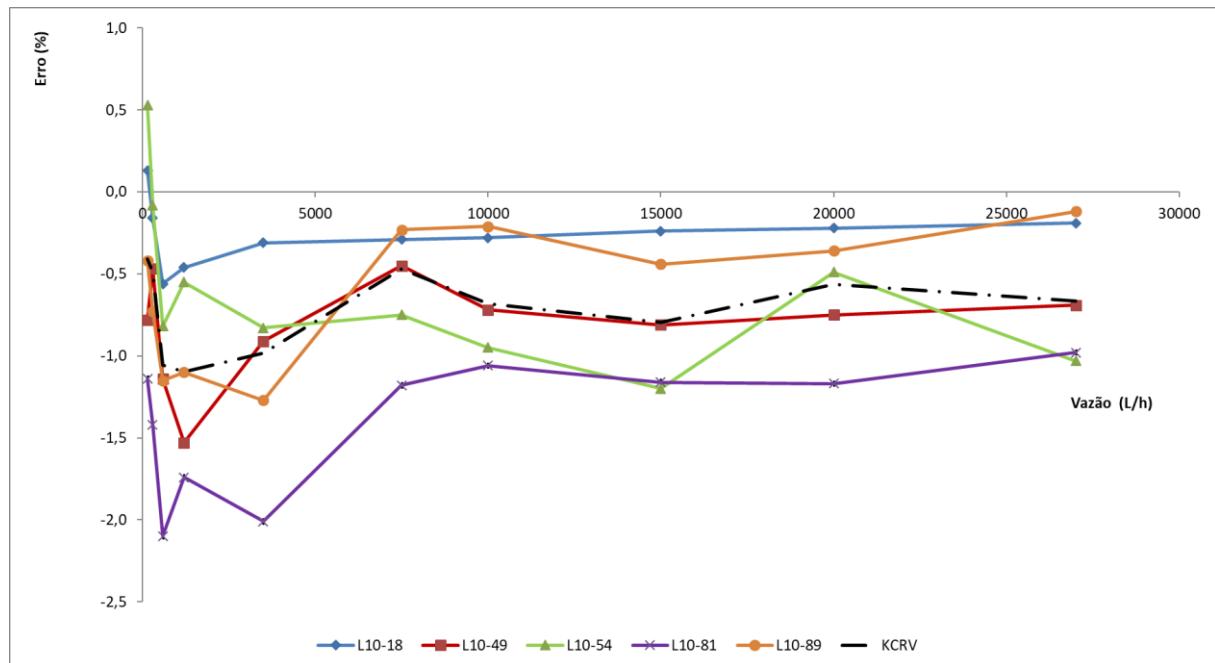


Figura 2 – Erros de medição e valor de referência do artefato 68546619.

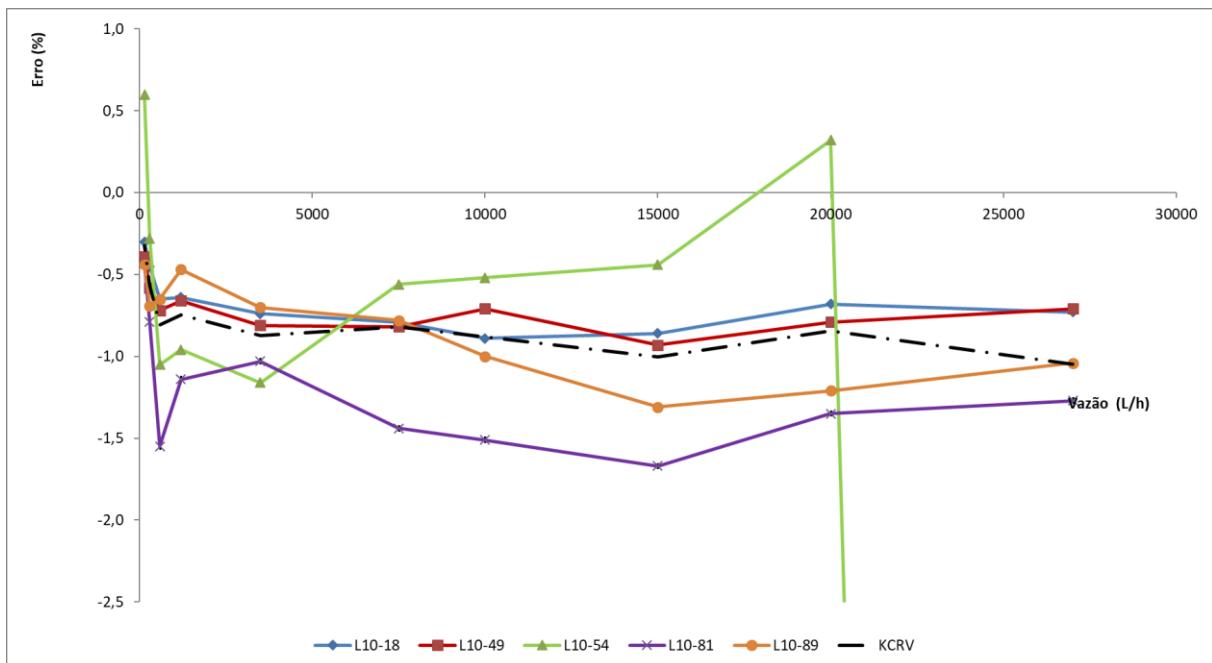


Figura 3 – Erros de medição e valor de referência do artefato 68546620.

Na Tabela 8, 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.

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 10.

Vazão [L/h]	Erros Normalizados Artefato 01 – Nº Série 68546619									
	LAB 10-18		LAB 10-49		LAB 10-54		LAB 10-81		LAB 10-89	
	En	di	En	di	En	di	En	di	En	di
27000	1,001	0,475	0,148	-0,026	0,714	-0,366	1,130	-0,316	1,353	0,544
20000	0,812	0,345	0,639	-0,185	0,075	0,075	1,609	-0,605	0,652	0,206
15000	1,121	0,554	0,115	-0,016	0,780	-0,406	1,389	-0,366	1,045	0,354
10000	0,936	0,403	0,184	-0,037	0,547	-0,267	1,314	-0,377	1,183	0,473
7500	0,498	0,180	0,082	0,020	0,507	-0,280	2,719	-0,710	0,799	0,240
3500	1,348	0,672	0,282	0,072	0,316	0,152	3,211	-1,028	0,765	-0,288
1200	1,116	0,637	1,008	-0,433	1,161	0,547	1,297	-0,643	0,037	-0,003
600	1,034	0,496	0,399	-0,083	0,883	0,237	3,129	-1,044	0,237	-0,093
300	0,442	0,330	0,069	0,021	1,317	0,411	2,981	-0,929	0,538	-0,239
150	0,774	0,541	0,709	-0,369	1,108	0,941	1,145	-0,729	0,011	-0,010

Erros Normalizados Artefato 02 – Nº Série 68546620										
Vazão [L/h]	LAB 10-18		LAB 10-49		LAB 10-54		LAB 10-81		LAB 10-89	
	En	di								
27000	0,869	0,319	1,143	0,339	7,204	-48,62	0,959	-0,220	0,074	0,009
20000	0,576	0,163	0,347	0,053	1,076	1,163	1,830	-0,507	1,113	-0,367
15000	0,426	0,143	0,396	0,073	0,948	0,563	2,319	-0,667	0,979	-0,307
10000	0,024	-0,007	0,753	0,173	0,666	0,363	2,278	-0,627	0,430	-0,117
7500	0,084	0,029	0,003	-0,001	0,452	0,259	2,612	-0,621	0,142	0,039
3500	0,318	0,134	0,276	0,064	0,513	-0,286	0,788	-0,156	0,456	0,174
1200	0,314	0,105	0,376	0,085	0,633	-0,215	1,246	-0,395	0,647	0,275
600	0,507	0,159	0,365	0,088	0,626	-0,241	2,322	-0,741	0,422	0,159
300	0,332	0,116	0,056	-0,014	1,133	0,286	1,001	-0,224	0,284	-0,124
150	0,044	0,025	0,199	-0,066	2,424	0,925	0,360	-0,105	0,103	-0,116

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

## 6. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos pelo grupo nº 10 desta 7ª 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 10-18 obteve 75,0 % de resultados com erro normalizado  $\leq 1$ .

O Laboratório 10-49 obteve 90,0 % de resultados com erro normalizado  $\leq 1$ .

O Laboratório 10-54 obteve 65,0 % de resultados com erro normalizado  $\leq 1$ .

O Laboratório 10-81 obteve 15,0 % de resultados com erro normalizado  $\leq 1$ .

O Laboratório 10-89 obteve 80,0 % de resultados com erro normalizado  $\leq 1$ .

O Laboratório 10-18 apresentou resultados de erro normalizado não satisfatório nas vazões de 600L/h, 1.200L/h, 3.500L/h, 15.000L/h e 27.000L/h apenas para o artefato nº68546619.

O Laboratório 10-49 apresentou resultados de erro normalizado não satisfatório na vazão de 1.200L/h para o artefato nº68546619 e na vazão de 27.000L/h para o artefato nº68546620.

O Laboratório 10-54 apresentou resultados de erro normalizado não satisfatório nas vazões de 150L/h, 300L/h e 1.200L/h para o artefato nº68546619 e nas vazões de 150L/h, 300L/h, 20.000L/h e 27.000L/h para o artefato nº68546620.

O Laboratório 10-81 apresentou resultados de erro normalizado não satisfatório em todas as vazões para o artefato nº68546619 e nas vazões de 300L/h, 600L/h, 1.200L/h, 7.500L/h, 10.000L/h, 15.000L/h e 20.000L/h para o artefato nº68546620.

O Laboratório 10-89 apresentou resultados de erro normalizado não satisfatório nas vazões de 10.000L/h, 15.000L/h e 27.000L/h para o artefato nº68546619 e na vazão de 20.000L/h para o artefato nº68546620.

Recomenda-se 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.

Analizando os resultados da comparação também é possível observar que os laboratórios obtiveram melhores resultados com o artefato nº68546620 do que com o artefato nº68546619. Comparando os valores do desvio padrão das medições declarados pelos laboratórios observa-se que os mesmos são similares e baixos, o que indica que os artefatos possuem boa repetibilidade. Assim, as diferenças observadas indicam que as diferenças de medição entre os laboratórios estão relacionadas à questões relativas a montagem e a instalação, evidenciadas nos valores de diâmetro de mancal declarados pelos laboratórios participantes deste grupo, o que demonstram que ainda existem condições praticadas diferentes das condições acordadas em protocolo.

## **7. CONSIDERAÇÕES DOS LABORATÓRIOS PARTICIPANTES**

**Espaço destinado aos comentários dos laboratórios participantes.**

## **8. CONFIDENCIALIDADE**

Ao realizar a inscrição na 7<sup>a</sup> 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 7ª 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 7ª edição do PIPH, por viabilizar a continuidade do Programa e, consequentemente, da Subcomissão.

São Paulo, 23 de outubro de 2018.

---

Nome: Paulo Thiago Fracasso  
Coordenador do Grupo nº 10  
Laboratório de Vazão Conaut

---

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 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; 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 10

**A1.1** – Nome da Empresa: Conaut Controles Automáticos Ltda.  
Nome do Laboratório: Laboratório de Vazão e Nível - Conaut

Nome de todas as pessoas envolvidas na atividade:

- Paulo Thiago Fracasso (Gerente Técnico)
- Gustavo Petroni Rosa (Supervisor do Laboratório)
- Nahame Ariel Matieli Barbosa (Técnico de Laboratório)



Bancada com princípio comparativo.

Medidores ensaiados em série.

**A1.2** – Nome da Empresa: Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo – Sabesp.

Nome do Laboratório: Laboratório de Medidores

Nome de todas as pessoas envolvidas na atividade:

- Nome 1 (Função)
- Nome 2 (Função)
- Nome 3 (Função)

[Inserir Foto da Bancada de Calibração]

Bancada com princípio Gravimétrico/Volumétrico.

Medidores Ensaiados em série/individualmente.

**A1.3** – Nome da Empresa: Liceu de Artes e Ofícios de São Paulo - Lao  
Nome do Laboratório: Laboratório de Verificação de Medidores de Água

Nome de todas as pessoas envolvidas na atividade:

- Nome 1 (Função)
- Nome 2 (Função)

- Nome 3 (Função)

[Inserir Foto da Bancada de Calibração]

Bancada com princípio Gravimétrico/Volumétrico.  
Medidores Ensaiados em série/individualmente.

**A1.4** – Nome da Empresa: Cesan – Companhia Espírito Santense de Saneamento  
Nome do Laboratório: Laboratório de Hidrômetros

Nome de todas as pessoas envolvidas na atividade:

- Nome 1 (Função)
- Nome 2 (Função)
- Nome 3 (Função)

[Inserir Foto da Bancada de Calibração]

Bancada com princípio Gravimétrico/Volumétrico.  
Medidores Ensaiados em série/individualmente.

**A1.5** – Nome da Empresa: IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A.  
Nome do Laboratório: Laboratório de Vazão - CTMetro

Nome de todas as pessoas envolvidas na atividade:

- Nome 1 (Função)
- Nome 2 (Função)
- Nome 3 (Função)

[Inserir Foto da Bancada de Calibração]

Bancada com princípio Gravimétrico/Volumétrico.  
Medidores Ensaiados em série/individualmente.

## ANEXO 2

### ANÁLISE DOS RESULTADOS DAS MEDIÇÕES SEM A PRESENÇA DE OUTLIER

Devido à inexistência de avaliação para a exclusão de outliers no protocolo deste programa de comparação interlaboratorial, este anexo apresenta os resultados com a exclusão dos dados do laboratório 10-81, notadamente considerado como um outlier.

Os valores de referência do erro relativo de volume (CRV %) e incerteza de medição expandida (KCRV %) para cada artefato foram re-calculados com base no procedimento B full do COX para cada vazão calibrada, excluindo-se os dados do laboratório 10-81, conforme apresentado na Tabela 9.

Tabela 9 – Valores de referência do erro relativo de volume (CRV %) e incerteza de medição expandida (KCRV %), excluindo-se os dados do laboratório 10-81.

Vazão (L/h)	Nº Série dos Artefatos			CRV (%)	Incerteza Padrão KCRV (%)	Incerteza expandida KCRV (%)*
	Valor de Referência Artefato n°68546619		Valor de Referência Artefato n°68546620			
27000	-0,47	0,11	0,22	-0,93	0,10	0,19
20000	-0,44	0,15	0,30	-0,74	0,11	0,23
15000	-0,63	0,09	0,19	-0,91	0,12	0,23
10000	-0,51	0,11	0,22	-0,80	0,09	0,18
7500	-0,39	0,10	0,19	-0,77	0,09	0,18
3500	-0,86	0,14	0,28	-0,82	0,10	0,21
1200	-0,85	0,12	0,25	-0,68	0,10	0,20
600	-0,94	0,10	0,19	-0,74	0,10	0,20
300	-0,36	0,12	0,25	-0,49	0,10	0,19
150	-0,13	0,26	0,52	-0,22	0,20	0,41

\* A incerteza expandida da KCRV foi calculada a partir da incerteza padrão da KCR multiplicada pelo fator de abrangência k, cujo valor foi convencionado como igual a 2.

Os erros de medição de cada laboratório, excluindo-se os dados do laboratório 10-81, e o valores de referência do erro relativo de volume (CRV %) dos artefatos 68546619 e 68546620 são apresentados nas Figuras 4 e 5, respectivamente.

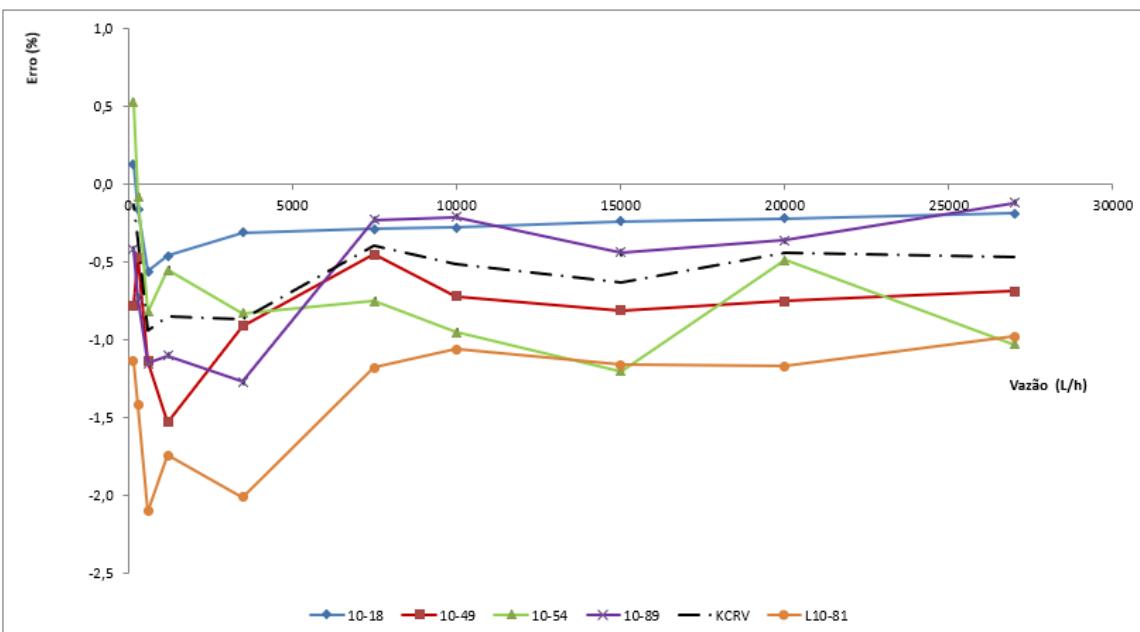


Figura 4 – Erros de medição e valor de referência do artefato 68546619, excluindo-se os dados do laboratório 10-81.

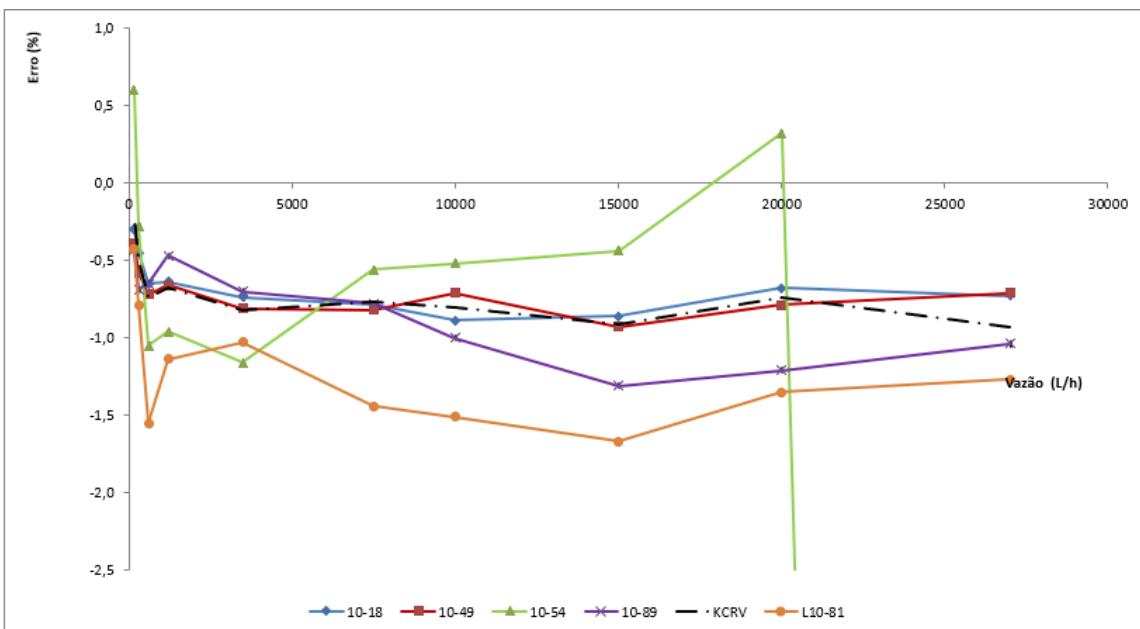


Figura 5 – Erros de medição e valor de referência do artefato 68546619, excluindo-se os dados do laboratório 10-81.

Na Tabela 10, estão destacados em amarelo (alerta) e vermelho (insatisfatório) os resultados que estão fora dos limites recomendados por Cox (2002), por sua vez, a cor verde indica resultados satisfatórios.

Tabela 10 – Erro normalizado para o Grupo 10, excluindo-se os dados do laboratório 10-81.

Erros Normalizados Artefato 01 – Nº Série 68546619										
Vazão [L/h]	LAB 10-18		LAB 10-49		LAB 10-54		LAB 10-89		LAB 10-81	
	En	di								
27000	0,727	0,278	0,922	-0,222	0,920	-0,562	1,071	0,347	3,395	-0,512
20000	0,534	0,229	0,917	-0,307	0,045	-0,045	0,242	0,083	4,815	-0,727
15000	0,920	0,391	0,858	-0,174	0,951	-0,569	0,777	0,195	3,480	-0,525
10000	0,646	0,237	0,840	-0,205	0,780	-0,430	0,953	0,309	3,612	-0,545
7500	0,294	0,099	0,246	-0,054	0,649	-0,355	0,552	0,164	5,207	-0,786
3500	1,184	0,555	0,163	-0,045	0,085	0,034	0,928	-0,406	7,591	-1,146
1200	0,975	0,388	2,182	-0,683	1,115	0,297	0,897	-0,254	3,944	-0,893
600	0,846	0,383	0,829	-0,197	0,550	0,120	0,515	-0,208	5,113	-1,158
300	0,279	0,196	0,412	-0,111	1,054	0,279	0,766	-0,367	7,030	-1,061
150	0,411	0,265	1,202	-0,652	0,897	0,663	0,315	-0,296	6,703	-1,012
Erros Normalizados Artefato 01 – Nº Série 68546620										
Vazão [L/h]	LAB 10-18		LAB 10-49		LAB 10-54		LAB 10-89		LAB 10-81	
	En	di	En	di	En	di	En	di	En	En
27000	0,578	0,194	0,936	0,218	7,141	-48,64	0,568	-0,111	2,273	-0,343
20000	0,248	0,063	0,218	-0,052	0,986	1,057	1,367	-0,471	4,046	-0,611
15000	0,159	0,050	0,079	-0,019	0,770	0,468	1,133	-0,399	5,031	-0,759
10000	0,298	-0,088	0,445	0,093	0,540	0,282	0,719	-0,199	4,698	-0,709
7500	0,076	-0,025	0,238	-0,053	0,359	0,202	0,053	-0,014	4,468	-0,674
3500	0,192	0,076	0,036	0,009	0,631	-0,342	0,322	0,116	1,407	-0,212
1200	0,102	0,033	0,080	0,018	0,805	-0,282	0,478	0,202	2,047	-0,463
600	0,297	0,091	0,089	0,021	0,786	-0,306	0,244	0,092	3,571	-0,808
300	0,149	0,045	0,389	-0,089	0,935	0,212	0,480	-0,202	1,974	-0,298
150	0,170	-0,085	0,412	-0,173	1,725	0,816	0,233	-0,223	1,412	-0,213

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

A partir desta nova análise, excluindo-se os dados do laboratório 10-81, os laboratórios obtiveram o seguinte índice de resultados satisfatórios:

Porcentagem de erro normalizado.

O Laboratório 10-18 obteve 95,0 % de resultados com erro normalizado  $\leq 1$ .

O Laboratório 10-49 obteve 90,0 % de resultados com erro normalizado  $\leq 1$ .

O Laboratório 10-54 obteve 80,0 % de resultados com erro normalizado  $\leq 1$ .

O Laboratório 10-89 obteve 85,0 % de resultados com erro normalizado  $\leq 1$ .

O Laboratório 10-81 não nenhum obteve resultados com erro normalizado  $\leq 1$ .

O Laboratório 10-18 apresentou resultados de erro normalizado não satisfatório apenas na vazão de 3.500L/h para o artefato nº68546619.

O Laboratório 10-49 apresentou resultados de erro normalizado não satisfatório para as vazões de 150L/h e 1.200L/h para o artefato nº68546619.

O Laboratório 10-54 apresentou resultados de erro normalizado não satisfatório nas vazões de 300L/h e 1.200L/h para o artefato nº68546619 e nas vazões de 150L/h e 27.000L/h para o artefato nº68546620.

O Laboratório 10-89 apresentou resultados de erro normalizado não satisfatório na vazão de 27.000L/h para o artefato nº68546619 e nas vazões de 15.000L/h e 20.000L/h para o artefato nº68546620.

O Laboratório 10-81 apresentou resultados de erro normalizado não satisfatório em todas as vazões nos dois artefatos.

Por meio desta nova análise é demonstrado que a exclusão de outliers faz com haja uma redução dos resultados não satisfatórios dos laboratórios participantes, tornando a comparação mais equânime.