

# **Comissão técnica de vazão – CT-13**

## **DICLA – Divisão de Acreditação de Laboratórios de Calibração do INMETRO**

**Subcomissão Técnica do Programa Interlaboratorial em Medição de Vazão de  
Líquidos - Água**

**5º Programa de Comparação Interlaboratorial em Medição de Vazão de  
Líquidos – Água - Módulo B – Totalização de Massa de Água na Faixa de Vazão  
de 4 t/h a 36 t/h**

*Relatório preliminar*

*Revisão 3 – março de 2019*



**AppliTech®**



Endress+Hauser   
People for Process Automation

 **Metroval**

**incontrol®**  
intelligent control

## ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO .....	3
2	PARTICIPANTES .....	3
3	LABORATÓRIO COORDENADOR.....	4
4	PADRÃO ITINERANTE.....	4
5	TIPO DE CIRCULAÇÃO .....	5
6	DURAÇÃO DO PROGRAMA .....	6
7	MÉTODOS DE MEDAÇÃO .....	7
8	MENSURANDO, PONTOS DE MEDAÇÃO E PARÂMETRO DE COMPARAÇÃO .....	7
9	VALOR DE REFERÊNCIA .....	7
10	ESTABILIDADE DO ARTEFATO .....	8
11	INCERTEZA DE REFERÊNCIA .....	10
12	RESULTADOS DAS MEDIÇÕES DOS LABORATÓRIOS PARTICIPANTES .....	15
13	DISPERSÃO DOS RESULTADOS.....	16
14	AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS .....	21
15	CONCLUSÕES .....	20
16	AGRADECIMENTO .....	21
17	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	21

## **1 INTRODUÇÃO**

A necessidade contínua da confiança do desempenho do laboratório é essencial não apenas para os laboratórios e seus Clientes, mas também para outras partes interessadas como órgãos reguladores, organismos de acreditação de laboratórios e outras organizações que especificam requisitos para os laboratórios.

Segundo a Norma ABNT NBR ISO/IEC 17043, comparações Interlaboratoriais são amplamente utilizadas para vários propósitos e seu uso vem crescendo internacionalmente.

Quando o objetivo é comprovar a competência e capacidade de medição das atividades de laboratório uma das ferramentas mais utilizadas pelos laboratórios é a intercomparação laboratorial.

Os programas de comparação interlaboratorial desenvolvidos no âmbito das Comissões Técnicas (CTs) da Cgcre são considerados programas da Cgcre, sendo decorrentes de iniciativa da Dicla ou por proposição das Comissões Técnicas.

Este programa foi proposto pela Comissão Técnica de Vazão – CT-13 visando atender aos requisitos da norma ABNT NBR ISO/IEC 17025 item 7.7.2 pertinentes à garantia da validade dos resultados de medição e, também, da norma NIT-DICLA 026 (Requisitos sobre a Participação dos Laboratórios de Ensaio e de Calibração em Atividades de Ensaio de Proficiência) que define obrigatoriedade de participação dos laboratórios acreditados ou processo de acreditação em atividades de ensaio de proficiência.

Para a execução deste programa foi elaborado um protocolo com o objetivo de harmonizar as informações e estabelecer os requisitos e procedimentos que deverão ser cumpridos pelos laboratórios participantes.

Conforme requerido pela política de participação em atividades de ensaios de proficiência da Dicla, os laboratórios que obtiverem resultados insatisfatórios para as atividades de laboratório aos 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.

## **2 PARTICIPANTES**

A subcomissão do 5º Programa Interlaboratorial em Vazão de água – Grupo B é formado por doze laboratórios acreditados pela Cgcre na área de vazão de líquidos (Applitech, Conaut - Embu, Conaut – Macaé, Digitrol, Elus, Endress+Hauser – Itatiba, Gero, Golfo, Incontrol, IPT e Metroval e Visomes) e um postulante à acreditação pela Cgcre na área de vazão de líquidos (Hirsa).

Todos estes laboratórios trabalharam em conjunto para a realização deste programa, e por consenso, a subcomissão decidiu adotar a faixa de vazão de água de 4 t/h a 36 t/h utilizando o medidor na função de totalização de massa.

A seguir são apresentados os dados dos laboratórios participantes:

Nº da Acreditação	Nome do Laboratório	Instituição ou Empresa	CMC *
CAL 0284	LABORATÓRIO DE VAZÃO E VOLUME E MASSA ESPECÍFICA	APPLITECH INDÚSTRIA E COMÉRCIO DE EQUIPAMENTOS INDUSTRIAS LTDA.	0,18%
CAL 0168	LABORATÓRIO DE VAZÃO E NÍVEL - CONAUT EMBÚ	CONAUT- CONTROLES AUTOMÁTICOS LTDA	0,15%
CAL 0419	LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO CONAUT MACAÉ	CONAUT CONTROLES AUTOMÁTICOS LTDA	0,22%
CAL 0468	DIGITROL SERVICE	DIGITROL SERVICE - INSTRUMENTAÇÃO INDUSTRIAL LTDA.	0,06%
CAL 0439	ELUS INSTRUMENTAÇÃO	ELUS SERVIÇOS DE INSTRUMENTAÇÃO LTDA - ME	0,13% (>0,8 t/h a 20 t/h) 0,10% (>20 t/h a 120 t/h)
CAL 0614	ENDRESS+HAUSER FLOWTEC (BRASIL) FLUXÔMETROS LTDA	ENDRESS+HAUSER FLOWTEC (BRASIL) FLUXÔMETROS LTDA	0,06%
CAL 0171	GERO COMÉRCIO E SERVIÇOS LTDA	GERO COMÉRCIO E SERVIÇOS LTDA	0,5%
	HIRSA SISTEMAS DE AUTOMACAO E CONTROLE LTDA	HIRSA SISTEMAS DE AUTOMAÇÃO E CONTROLE LTDA	Postulante
CAL 0527	GOLFO MEDIÇÕES	LÍQUIDO COMÉRCIO DE PEÇAS, MEDIÇÕES E SERVIÇOS LTDA.	0,2%
CAL 0432	LABORATÓRIO DE VAZÃO DE LÍQUIDOS INCONTROL	INCONTROL S.A.	0,08%
CAL 0162	CENTRO DE METROLOGIA MECÂNICA, ELÉTRICA E DE FLUIDOS - IPT/CTmetro	INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SP - IPT	0,03%
CAL 0127	VISOMES METROLOGIA	VISOMES COMERCIAL METROLÓGICA LTDA	0,1%
CAL 0247	LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO METROVAL	METROVAL CONTROLE DE FLUIDOS LTDA.	0,07%

\*CMC declarada no site INMETRO para a escopo deste programa.

### 3 LABORATÓRIO COORDENADOR

A coordenação deste 5º Programa de Comparação Interlaboratorial da CT-13 – Vazão de Líquidos – Água – Módulo B foi de responsabilidade de Noemi Cristina Hernandez, afiliada à empresa Metroval Controle de Fluidos Ltda.

O laboratório da empresa DIGITROL SERVICE - INSTRUMENTAÇÃO INDUSTRIAL LTDA foi responsável por realizar os testes de estabilidade do respectivo padrão itinerante.

O tratamento dos resultados das medições realizadas pelos laboratórios participantes e elaboração do relatório final deste sub-programa foi de responsabilidade de Noemi Cristina Hernandez.

### 4 PADRÃO ITINERANTE

A subcomissão decidiu pela utilização de um medidor de vazão mássica por princípio de Coriolis. A empresa **Golfo** juntamente com Hirsa disponibilizaram (sensor e conversor) do padrão itinerante com as seguintes características e configurações:

- Marca: Micromotion
- Modelo:  
Sensor: CMF200M341NU  
Conversor: RFT9739ESSUJ

- Número de série:  
Sensor: 339770  
Conversor: 2083199
- Diâmetro nominal: Sensor 1.1/2" (40 mm)
- Faixa de medição: 4 t/h a 36 t/h
- Tipo de saída: Pulso
- Resolução da saída: Pulsos
- Conexão ao processo: flange 2" ANSI 16.5 classe 150.
- A configuração é de 900 pulsos/kg.

## 5 TIPO DE CIRCULAÇÃO

O artefato foi retirado nas dependências do último laboratório participante e a Digitrol emitiu sempre uma nota fiscal de remessa a cada laboratório participante da comparação, com exceção dos laboratórios CONAUT-Embu e Golfo.

Cada laboratório participante se responsabilizou pelas despesas decorrentes da retirada, transporte, guarda e devolução do artefato às dependências da Digitrol.

Inicialmente, o programa seria composto por três ciclos, passando pelo laboratório da Digitrol que faria os testes de estabilidade no início, meio e fim do programa. Porém, como definido entre os participantes, se houvesse suspeita de instabilidade ou defeito do padrão, houve a necessidade de enviar o medidor para o laboratório fazer os testes de estabilidade extraordinários em mais outras duas situações.

Finalmente, o subprograma foi composto por quatro ciclos de circulação sendo que o padrão itinerante passou pelo laboratório da Digitrol para verificação de sua estabilidade em cinco situações, sendo duas: inicial (antes do início das medições) e final (logo após a última medição) e três intermediárias.

A circulação ocorreu conforme abaixo:

<b>Etapa</b>	<b>Laboratório</b>	<b>Período</b>
1º monitoramento da estabilidade	Digitrol	21/05/17 até 06/06/17
Calibração no laboratório	Gero	06/06/17 até 28/06/17
Calibração no laboratório	<i>Incontrol</i>	03/07/17 até 13/07/17
Calibração no laboratório	IPT	14/07/17 até 28/07/17
Calibração no laboratório	Endress+Hauser (SP)	28/07/17 até 11/08/17
Calibração no laboratório	Endress+Hauser (Itatiba)	14/08/17 até 25/08/17
Calibração no laboratório	Visomes	28/08/17 até 12/09/17
2º monitoramento da estabilidade	Digitrol	12/09/17 até 22/09/17
Calibração no laboratório	CONAUT SP	22/09/17 até 06/10/17
Calibração no laboratório	CONAUT RJ	09/10/17 até 04/03/18
Calibração no laboratório	Golfo (RJ)	04/03/18 até 18/03/18
Transporte do medidor de RJ para SP	CONAUT SP	19/03/18 até 27/04/18

3º monitoramento da estabilidade	Digitrol	27/04/18 até 06/05/18
Calibração no laboratório	CONAUT SP	07/05/18 até 06/06/18
4º monitoramento da estabilidade	Digitrol	07/06/18 até 10/06/18
Calibração no laboratório	HIRSA (RJ)	11/06/18 até 26/06/18
Calibração no laboratório	ELUS	29/06/18 até 17/07/18
Calibração no laboratório	Applitech	18/07/18 até 08/08/18
Calibração no laboratório	Metroval	09/08/18 até 27/08/18
Calibração no laboratório	Visomes	28/08/18 até 10/09/18
5º monitoramento da estabilidade	Digitrol	10/09/18 até 21/09/18

As datas acima relatadas são baseadas no controle de expedição e recebimento do medidor registradas pelo Sr. Sandro Motta da DIGITROL, visto que foi acordado entre os participantes que a DIGITROL emitiria as notas de expedição e recebimento juntamente com o medidor. Este processo foi feito dentro de São Paulo.

Quando o medidor foi para CONAUT/SP, feitas as medições, o medidor foi transportado para CONAUT/RJ sob responsabilidade da própria CONAUT. Fato este acordado antecipadamente entre os participantes.

Após realizar a calibração, o Laboratório CONAUT/SP observou que os resultados obtidos foram inconsistentes, com grande variabilidade nos valores de desvio e que impactavam de forma negativa no desvio padrão e na incerteza de medição. O laboratório solicitou à Digitrol que fossem feitos novos testes de estabilidade, e depois voltasse para o laboratório para uma segunda calibração. Os resultados dessa segunda calibração foram remetidos ao observador deste PI e foram considerados neste relatório.

Feitos os testes de estabilidade extraordinários, a CONAUT/SP retirou o medidor para fazer novas medições e dar continuidade ao cronograma.

Durante o período em que o medidor esteve em trânsito entre CONAUT/SP e RJ e GOLFO/RJ não houve registros de expedição e recebimento.

O laboratório Endress- Hauser - SP não apresentou os resultados.

## 6 DURAÇÃO DO PROGRAMA

O programa durou 468 dias, sendo que o tempo médio efetivo que cada laboratório teve para medição foi de 11,5 dias, descontando feriados e fins de semana.

A exceção aconteceu por 2 vezes nas seguintes situações:

- a) A VISOMES ficou em posse do medidor por 2 períodos distintos:
  - Período de 28/08/17 até 12/09/17
  - Período de 28/08/18 até 10/09/18

Segundo relato de Sra. Victória do laboratório Visomes, durante o primeiro período, houve um problema operacional que impossibilitou a realização das medições. Porém o laboratório não avisou prontamente ao coordenador do programa, e devolveu o medidor obedecendo o cronograma inicial.

Em junho/2018 o cronograma foi refeito e o laboratório Visomes foi reincluído no cronograma em meados de setembro/2018, ao final do programa.

- b) Quando o medidor voltou para DIGITROL executar testes de estabilidade extraordinários, por solicitação da CONAUT.

## 7 MÉTODOS DE MEDAÇÃO

Considerando que a atividade de ensaio de proficiência tem como um dos objetivos fornecer evidências acerca da comparabilidade de suas medidas (resultados) em relação aos valores de referência, cada laboratório participante utilizou nesta comparação o método de medição com o qual consegue obter suas melhores medidas em cada vazão de calibração.

Os laboratórios participantes foram orientados a utilizarem a metodologia de calibração que foi avaliada no seu processo de acreditação. Entretanto, foram unificadas as vazões nominais de calibração, cabendo ao laboratório definir o número de corridas a serem executadas, sendo no mínimo 3.

Cada laboratório declarou um único resultado para cada vazão de operação.

Foi orientado que caso o laboratório possua e aplique métodos de calibração diferentes para uma mesma vazão de operação e deseje compará-los, poderá fazê-lo por meio de uma comparação intralaboratorial, porém, fora do presente programa de comparação interlaboratorial; ou seja, cada laboratório deveria enviar apenas um resultado por ponto medido.

## 8 MENSURANDO, PONTOS DE MEDAÇÃO E PARÂMETRO DE COMPARAÇÃO

O mensurando definido para esta comparação foi a grandeza "massa totalizada de água", entendendo-se a água como sendo água limpa e fria, nas condições ambientais vigentes durante a calibração.

Cada laboratório participante mediu totalizações de quantidades de massa de água, expressas na unidade toneladas (t), nas seguintes vazões de operação indicadas pelo artefato:

4 t/h; 12 t/h; 20 t/h; 28 t/h e 36 t/h.

A quantidade de massa de água totalizada em cada medição foi definida livremente por cada laboratório, de acordo com seu procedimento de calibração.

Durante cada uma das medições, a regulagem da vazão de água passante pelo medidor não deveria ser realizada por meio da indicação do medidor em calibração (artefato), devendo esta não desviar mais que 5% das vazões definidas anteriormente.

Embora o mensurando definido para esta comparação seja a grandeza "massa totalizada de água", o parâmetro de comparação entre os laboratórios participantes deste programa foi o "erro de medida porcentual".

## 9 VALOR DE REFERÊNCIA

Para cada uma das cinco vazões de comparação, os valores de referência para o parâmetro de comparação foram estabelecidos por meio do valor obtido pela média aritmética dos resultados declarados por cada um dos laboratórios participantes, ou seja:

$$E_{ref} = \frac{E_{lab1} + E_{lab2} + \dots + E_{labn}}{n}$$

onde:

Eref: valor do erro de referência para a vazão de calibração sob comparação [%]

Elabi: erro de medida porcentual declarado pelo laboratório i (i = 1, 2, 3, ..., n) [%]

n: número total de laboratórios participantes da comparação para a vazão de calibração

A princípio, foram utilizados todos os valores declarados pelos laboratórios participantes, independentemente do método de medição utilizado.

Não obstante, houve a tentativa de utilizar a norma ABNT NBR ISO 5725 - Exatidão (veracidade e precisão) dos métodos e dos resultados de medição para verificação de possíveis outliers, porém por falta de dados, de padronização de resultados e do valor da incerteza de referência ter resultado muito alto não foi possível utilizar método para descarte de outliers.

## 10 ESTABILIDADE DO ARTEFATO

As medições para a definição da estabilidade metrológica do artefato foram realizadas pelo Sr. Sandro Motta do laboratório Digitrol, em cinco etapas, sendo a primeira a própria calibração oficial do medidor realizada neste laboratório, dando início à rodada de calibrações.

Para cada etapa, foram realizadas no mínimo três medições em cada vazão de calibração e foi considerado como resultado, a média dos valores encontrados.

A estabilidade metrológica do artefato foi avaliada nas mesmas vazões das calibrações que são:

4 t/h; 12 t/h; 20 t/h; 28 t/h e 36 t/h.

A determinação da incerteza padrão associada à estabilidade do artefato, em cada vazão, foi obtida por meio da diferença entre as médias máxima e mínima das cinco calibrações realizadas pelo laboratório Digitrol, considerando a distribuição de probabilidades como sendo do tipo retangular.

Os dados completos da estabilidade não foram disponibilizados neste relatório para não permitir a identificação do laboratório Digitrol dentro do grupo de participantes. Decidiu-se então apresentar uma tabela, conforme abaixo, que resume os resultados obtidos para cada uma das vazões:

Vazão	Erro	Desvio-padrão	Máximo valor de Erro	Mínimo valor de Erro	Amplitude	Máxima incerteza	Maior desvio-padrão*
t/h	%	%	%	%	%	%	%
4 ± 0,2	0,04	0,10	0,13	-0,11	0,24	0,08	0,023
12 ± 0,6	0,04	0,09	0,13	-0,09	0,22	0,07	0,003
20 ± 1,0	0,02	0,09	0,12	-0,10	0,22	0,07	0,006
28 ± 1,4	0,02	0,09	0,12	-0,10	0,22	0,07	0,004
36 ± 1,8	0,01	0,09	0,12	-0,10	0,22	0,07	0,006

\*O maior desvio-padrão individual por vazão dentre as 5 medições avaliadas.

Os valores apresentados na tabela acima foram calculados considerando as 5 ocasiões de medição: inicial, intermédia 1, intermédia 2, intermédia 3 e final, sendo cada medição realizada em datas diferentes.

Sendo:

Erro (%) = Média do Erro calculada por ponto de vazão considerando as 5 medições realizadas

Amplitude (%) = Máximo valor do Erro (%) – Mínimo valor do Erro (%)

Podemos concluir também que pelos valores máximos de desvio-padrão individuais apresentados em cada grupo de medições, o medidor apresenta boa repetibilidade, porém avaliando o desvio-padrão da média dos 5 grupos de medições apresenta uma pobre reprodutibilidade.

A estabilidade do medidor não foi satisfatória visto a alta variabilidade entre os diferentes períodos de medição.

Foi calculado o Erro normalizado para avaliar a compatibilidade entre as medições. O resultado está apresentado nas tabelas abaixo.

$$EN = \frac{|E_i - E_j|}{\sqrt{U_{E_i}^2 + U_{E_j}^2}}$$

O seguinte critério foi utilizado:

- EN ≤ 1 resultado satisfatório (em verde)
- EN > 1 resultado insatisfatório (em vermelho)

Como neste caso as incertezas são muito próximas, as diferenças estão enfaticamente nos valores de erro encontrado em cada medição.

Cada elemento da matriz é o resultado do Erro normalizado entre 2 períodos diferentes de medição [data<sub>i</sub>, data<sub>j</sub>].

A diagonal da matriz não contém resultados pois seria a comparação entre o mesmo período.

Cada tabela reúne informações sobre uma vazão.

Vazão mássica (t/h)	Data	Data	Data	Data	Data
<b>4 ± 0,2</b>	<b>23/05/2017</b>	<b>13/09/2017</b>	<b>02/05/2018</b>	<b>11/06/2018</b>	<b>12/09/2018</b>
<b>23/05/2017</b>		2,32	1,32	0,10	0,51
<b>13/09/2017</b>	2,32		-0,85	-2,42	1,82
<b>02/05/2018</b>	1,32	0,85		1,41	-0,85
<b>11/06/2018</b>	0,10	2,42	1,41		0,61
<b>12/09/2018</b>	0,51	1,82	0,85	0,61	

<b>12 ± 0,6</b>	<b>23/05/2017</b>	<b>13/09/2017</b>	<b>02/05/2018</b>	<b>11/06/2018</b>	<b>12/09/2018</b>
<b>23/05/2017</b>		2,22	1,21	0,10	0,91
<b>13/09/2017</b>	2,22		1,01	2,12	1,31
<b>02/05/2018</b>	1,21	1,01		1,11	0,30
<b>11/06/2018</b>	0,10	2,12	1,11		0,81
<b>12/09/2018</b>	0,91	1,31	0,30	0,81	

<b>20 ± 1,0</b>	<b>23/05/2017</b>	<b>13/09/2017</b>	<b>02/05/2018</b>	<b>11/06/2018</b>	<b>12/09/2018</b>
<b>23/05/2017</b>		2,22	1,21	0,30	1,11
<b>13/09/2017</b>	2,22		1,01	1,92	1,11
<b>02/05/2018</b>	1,21	1,01		0,91	0,10
<b>11/06/2018</b>	0,30	1,92	0,91		0,81
<b>12/09/2018</b>	1,11	1,11	0,10	0,81	

<b>28 ± 1,4</b>	<b>23/05/2017</b>	<b>13/09/2017</b>	<b>02/05/2018</b>	<b>11/06/2018</b>	<b>12/09/2018</b>
<b>23/05/2017</b>		2,22	1,21	0,30	1,21
<b>13/09/2017</b>	2,22		1,01	1,92	1,01
<b>02/05/2018</b>	1,21	1,01		0,91	0,00
<b>11/06/2018</b>	0,30	1,92	0,91		0,91
<b>12/09/2018</b>	1,21	1,01	0,00	0,91	

<b>36 ± 1,8</b>	<b>23/05/2017</b>	<b>13/09/2017</b>	<b>02/05/2018</b>	<b>11/06/2018</b>	<b>12/09/2018</b>
<b>23/05/2017</b>		2,22	1,41	0,51	1,31
<b>13/09/2017</b>	2,22		0,81	1,72	0,91
<b>02/05/2018</b>	1,41	0,81		0,91	0,10
<b>11/06/2018</b>	0,51	1,72	0,91		0,81
<b>12/09/2018</b>	1,31	0,91	0,10	0,81	

Com base nos resultados acima expressados, ficou evidente que existiu uma mudança no comportamento do medidor entre a primeira e segunda medição feita para a definição da estabilidade.

## 11 INCERTEZA DE REFERÊNCIA

O valor da incerteza padrão associada ao valor de referência para cada ponto medido foi determinado de acordo com a seguinte expressão:

$$u_{c\ ref} = \sqrt{(u_a)^2 + (u_{est})^2}$$

onde:

$u_{ref}$ : é a incerteza padrão associada ao valor de referência considerando uma distribuição de probabilidades do tipo normal.

$u_a$ : é a incerteza máxima obtida nas “n” medições realizadas considerando uma distribuição de probabilidades do tipo normal.

$u_{est}$ : é a incerteza decorrente da análise de estabilidade metrológica do artefato, obtida por meio da diferença entre as médias máxima e mínima das cinco calibrações realizadas pelo laboratório Digitrol, considerando a distribuição de probabilidades como sendo do tipo retangular.

Foi informado pelo Sr. Sandro Motta que o fator de abrangência para todas as medições foi de  $k = 2$ .

Sendo assim a  $u_a$  foi calculada assim:

$$u_a = \text{Máximo} \left( \frac{U_{inicial}}{2}; \frac{U_{intermediaria1}}{2}; \frac{U_{intermediaria2}}{2}; \frac{U_{intermediaria3}}{2}; \frac{U_{final}}{2} \right)$$

O cálculo do  $u_{est}$  será efetuado considerando, para ponto de vazão, o valor máximo e mínimo de Erro.

$$u_{est} = \frac{\text{Máximo}(Erro) - \text{Mínimo}(Erro)}{\sqrt{12}}$$

$$u_{est} = \frac{\text{Máximo}(Erro) - \text{Mínimo}(Erro)}{\sqrt{12}}$$

Sendo

$$u_{c\ ref} = \sqrt{(u_a)^2 + (u_{est})^2}$$

A incerteza expandida associada ao valor de referência para cada ponto medido foi determinada de acordo com a seguinte expressão:

$$U_{ref} = u_{c\ ref} \cdot k$$

$U_{ref}$  : é a incerteza expandida associada ao valor de referência.

$u_{c\ ref}$ : é a incerteza padrão associada ao valor de referência considerando uma distribuição de probabilidades normal.

$k$ : fator de abrangência para um nível da confiança de 95,45 %, sendo que, para a incerteza associada ao valor de referência, se adotará  $k = 2$ .

Vazão nominal $\pm 5\%$ [t/h]	Máxima incerteza padrão ( $u_a$ ) %	Máximo Erro % %	Mínimo Erro % %	Amplitude Erro ( $u_{est}$ ) % %	$U_{c\ ref}$ % %	$U_{ref}$ % %
4 ± 0,2	0,04	0,13	-0,11	0,069	0,080	0,16
12 ± 0,6	0,04	0,13	-0,09	0,064	0,073	0,15
20 ± 1,0	0,04	0,12	-0,10	0,064	0,073	0,15
28 ± 1,4	0,04	0,12	-0,10	0,064	0,073	0,15
36 ± 1,8	0,04	0,12	-0,10	0,064	0,073	0,15

## 12 RESULTADOS DAS MEDIÇÕES DOS LABORATÓRIOS PARTICIPANTES

Com a finalidade de garantir a confidencialidade dos resultados, os laboratórios participantes foram identificados por meio de códigos. Os códigos foram definidos e enviados diretamente a cada um dos laboratórios pelo Sr. Maurício A. Soares, representante da Dicla na CT-13 e observador do programa.

O Sr. Mauricio também foi o responsável pelo recebimento dos resultados dos laboratórios e posterior encaminhamento à coordenadora do programa para tratamento dos resultados das medições dos participantes.

O coordenador do programa e os participantes não tiveram acesso à informação sobre qual resultado pertence a qual laboratório, assim como, à relação entre códigos e laboratórios.

A seguir são apresentados os resultados das medições realizadas em cada um dos treze laboratórios participantes, onde os códigos visam descaracterizar os laboratórios.

### Laboratório 5B-02:

Vazão nominal $\pm 5\%$ [t/h]	Vazão média indicada pelo artefato durante a calibração [t/h]	Erro de medida porcentual, $E_{labi}$ [%]	Incerteza expandida associada ao erro de medida porcentual, $U_{labi}$ [%]	Fator de abrangência (K)
$4 \pm 0,2$	4,05	0,08	0,13	2,00
$12 \pm 0,6$	12,16	0,09	0,13	2,00
$20 \pm 1,0$	19,85	0,07	0,13	2,01
$28 \pm 1,4$	28,14	0,06	0,10	2,00
$36 \pm 1,8$	36,20	0,02	0,13	2,17

### Laboratório 5B-08:

Vazão nominal $\pm 5\%$ [t/h]	Vazão média indicada pelo artefato durante a calibração [t/h]	Erro de medida porcentual, $E_{labi}$ [%]	Incerteza expandida associada ao erro de medida porcentual, $U_{labi}$ [%]	Número de medições por ponto de vazão	Desvio padrão da média [%]	Fator de abrangência (K)
$4 \pm 0,2$	4,187	0,12	0,2	3	0,01	2
$12 \pm 0,6$	12,151	-0,05	0,2	3	0,01	2
$20 \pm 1,0$	20,107	0,00	0,2	3	0,02	2
$28 \pm 1,4$	28,081	0,01	0,20	3	0,06	2
$36 \pm 1,8$	36,062	0,02	0,2	3	0,00	2

**Laboratório 5B-10:**

Vazão nominal $\pm 5\%$ [t/h]	Vazão média indicada pelo artefato durante a calibração [t/h]	Erro de medida porcentual, $E_{labi}$ [%]	Incerteza expandida associada ao erro de medida porcentual, $U_{labi}$ [%]	Fator de abrangência (K)
$4 \pm 0,2$	4,01	-0,08	0,22	2
$12 \pm 0,6$	12,06	-0,03	0,22	2
$20 \pm 1,0$	20,11	0,06	0,22	2
$28 \pm 1,4$	28,12	0,08	0,22	2
$36 \pm 1,8$	36,14	0,06	0,22	2

**Laboratório 5B-12:**

Vazão nominal $\pm 5\%$ [t/h]	Vazão média indicada pelo artefato durante a calibração [t/h]	Erro de medida porcentual, $E_{labi}$ [%]	Incerteza expandida associada ao erro de medida porcentual, $U_{labi}$ [%]	Número de medições por ponto de vazão	Desvio padrão da média [%]	Fator de abrangência (K)
$4 \pm 0,2$	4,01	0,06	0,08	5	0,0054	2
$12 \pm 0,6$	11,99	0,06	0,08	5	0,0030	2
$20 \pm 1,0$	20,01	0,06	0,08	5	0,0034	2
$28 \pm 1,4$	28,08	0,09	0,09	5	0,0017	2
$36 \pm 1,8$	36,06	0,08	0,09	5	0,0023	2

**Laboratório 5B-13:**

Vazão nominal $\pm 5\%$ [t/h]	Vazão média indicada pelo artefato durante a calibração [t/h]	Erro de medida porcentual, $E_{labi}$ [%]	Incerteza expandida associada ao erro de medida porcentual, $U_{labi}$ [%]	Número de medições por ponto de vazão	Desvio padrão da média [%]	Fator de abrangência (K)
$4 \pm 0,2$	4,05	0,38	0,27	5	0,23	2,87
$12 \pm 0,6$	12,10	0,39	0,28	5	0,19	2,87
$20 \pm 1,0$	20,17	0,41	0,29	5	0,24	2,87
$28 \pm 1,4$	Não apresentou	Não apresentou	Não apresentou	Não apresentou	Não apresentou	Não apresentou
$36 \pm 1,8$	Não apresentou	Não apresentou	Não apresentou	Não apresentou	Não apresentou	Não apresentou

**Laboratório 5B-17:**

Vazão nominal $\pm 5\%$ [t/h]	Vazão média indicada pelo artefato durante a calibração [t/h]	Erro de medida porcentual, $E_{labi}$ [%]	Incerteza expandida associada ao erro de medida porcentual, $U_{labi}$ [%]	Número de medições por ponto de vazão	Desvio padrão da média [%]	Fator de abrangência (K)
$4 \pm 0,2$	4,10	0,15	0,18	3	0,06	2,17
$12 \pm 0,6$	12,30	0,13	0,17	3	0,05	2,11
$20 \pm 1,0$	20,10	0,11	0,16	3	0,04	2,05
$28 \pm 1,4$	28,50	0,10	0,16	3	0,04	2,04
$36 \pm 1,8$	36,20	0,06	0,16	3	0,04	2,06

**Laboratório 5B-24:**

Vazão nominal $\pm 5\%$ [t/h]	Vazão média indicada pelo artefato durante a calibração [t/h]	Erro de medida porcentual, $E_{labi}$ [%]	Incerteza expandida associada ao erro de medida porcentual, $U_{labi}$ [%]	Número de medições por ponto de vazão	Desvio padrão da média [%]	Fator de abrangência (K)
$4 \pm 0,2$	4,12	0,40	2,2	4	0,01	2
$12 \pm 0,6$	11,83	0,18	1,2	4	0,08	2
$20 \pm 1,0$	19,14	0,19	1,2	4	0,04	2
$28 \pm 1,4$	Não apresentou	Não apresentou	Não apresentou	Não apresentou	Não apresentou	Não apresentou
$36 \pm 1,8$	Não apresentou	Não apresentou	Não apresentou	Não apresentou	Não apresentou	Não apresentou

**Laboratório 5B-28:**

Vazão nominal $\pm 5\%$ [t/h]	Vazão média indicada pelo artefato durante a calibração [t/h]	Erro de medida porcentual, $E_{labi}$ [%]	Incerteza expandida associada ao erro de medida porcentual, $U_{labi}$ [%]	Número de medições por ponto de vazão	Desvio padrão da média [%]	Fator de abrangência (K)
$4 \pm 0,2$	4,01	-0,01	0,18	3	-13,97	2
$12 \pm 0,6$	12,05	-0,05	0,18	3	-9,56	2
$20 \pm 1,0$	20,10	-0,05	0,18	3	-5,36	2
$28 \pm 1,4$	28,10	-0,06	0,18	3	-9,67	2
$36 \pm 1,8$	36,09	-0,06	0,18	3	-6,24	2

**Laboratório 5B-38:**

Vazão nominal $\pm 5\%$ [t/h]	Vazão média indicada pelo artefato durante a calibração [t/h]	Erro de medida porcentual, $E_{labi}$ [%]	Incerteza expandida associada ao erro de medida porcentual, $U_{labi}$ [%]	Número de medições por ponto de vazão	Desvio padrão da média [%]	Fator de abrangência (K)
$4 \pm 0,2$	4,0	0,05	0,06	3	0,17%	2
$12 \pm 0,6$	12,0	0,06	0,06	3	0,37%	2
$20 \pm 1,0$	20,0	0,06	0,06	3	0,14%	2
$28 \pm 1,4$	28,0	0,04	0,06	3	1,09%	2
$36 \pm 1,8$	36,0	0,05	0,06	3	4,77%	2

**Laboratório 5B-41:**

Vazão nominal $\pm 5\%$ [t/h]	Vazão média indicada pelo artefato durante a calibração [t/h]	Erro de medida porcentual, $E_{labi}$ [%]	Incerteza expandida associada ao erro de medida porcentual, $U_{labi}$ [%]	Número de medições por ponto de vazão	Desvio padrão da média [%]	Fator de abrangência (K)
$4 \pm 0,2$	4,037	0,17	0,10	3	0,002	2,00
$12 \pm 0,6$	12,07	0,16	0,10	3	0,004	2,00
$20 \pm 1,0$	20,39	0,17	0,10	3	0,002	2,00
$28 \pm 1,4$	28,18	0,18	0,10	3	0,002	2,00
$36 \pm 1,8$	36,69	0,18	0,10	3	0,001	2,00

**Laboratório 5B-45:**

Vazão nominal $\pm 5\%$ [t/h]	Vazão média indicada pelo artefato durante a calibração [t/h]	Erro de medida porcentual, $E_{labi}$ [%]	Incerteza expandida associada ao erro de medida porcentual, $U_{labi}$ [%]	Fator de abrangência (K)
$4 \pm 0,2$	4,02	0,05	0,06	Não apresentou
$12 \pm 0,6$	12,049	-0,15	0,003	Não apresentou
$20 \pm 1,0$	19,85	-0,14	0,076	Não apresentou
$28 \pm 1,4$	28,143	-0,06	0,05	Não apresentou
$36 \pm 1,8$	36,149	-0,19	0,041	Não apresentou

**Laboratório 5B-53:**

Vazão nominal $\pm 5\%$ [t/h]	Vazão média indicada pelo artefato durante a calibração [t/h]	Erro de medida porcentual, $E_{labi}$ [%]	Incerteza expandida associada ao erro de medida porcentual, $U_{labi}$ [%]	Número de medições por ponto de vazão	Desvio padrão da média [%]	Fator de abrangência (K)
$4 \pm 0,2$	4	-0,01	0,11	3	0,039	2
$12 \pm 0,6$	12	0,02	0,11	3	0,013	2
$20 \pm 1,0$	20	0,04	0,11	3	0,009	2
$28 \pm 1,4$	28	0,03	0,11	3	0,003	2
$36 \pm 1,8$	36	0,03	0,11	3	0,011	2

**Laboratório 5B-59:**

Vazão nominal $\pm 5\%$ [t/h]	Vazão média indicada pelo artefato durante a calibração [t/h]	Erro de medida porcentual, $E_{labi}$ [%]	Incerteza expandida associada ao erro de medida porcentual, $U_{labi}$ [%]	Número de medições por ponto de vazão	Desvio padrão da média [%]	Fator de abrangência (K)
$4 \pm 0,2$	4,05	0,12	0,07	4	0,006	2
$12 \pm 0,6$	12,1	0,13	0,07	4	0,004	2
$20 \pm 1,0$	20,2	0,12	0,07	4	0,005	2
$28 \pm 1,4$	27,9	0,12	0,07	4	0,003	2
$36 \pm 1,8$	35,5	0,12	0,07	4	0,002	2

Observações:

- 1) os valores apresentados nas tabelas acima estão tal qual foram entregues pelo Sr. Maurício Soares à coordenadora Noemi Hernandez.
- 2) O laboratório Endress-Hauser de SP não entregou resultados.
- 3) Para os resultados entregues sem o valor de fator de abrangência, foi considerado nos cálculos k=2.
- 4) Laboratórios com os códigos 5B-13 e 5B-24 não apresentaram resultados nos dois últimos pontos de medição: 28 t/h e 32 t/h.

### 13 DISPERSÃO DOS RESULTADOS

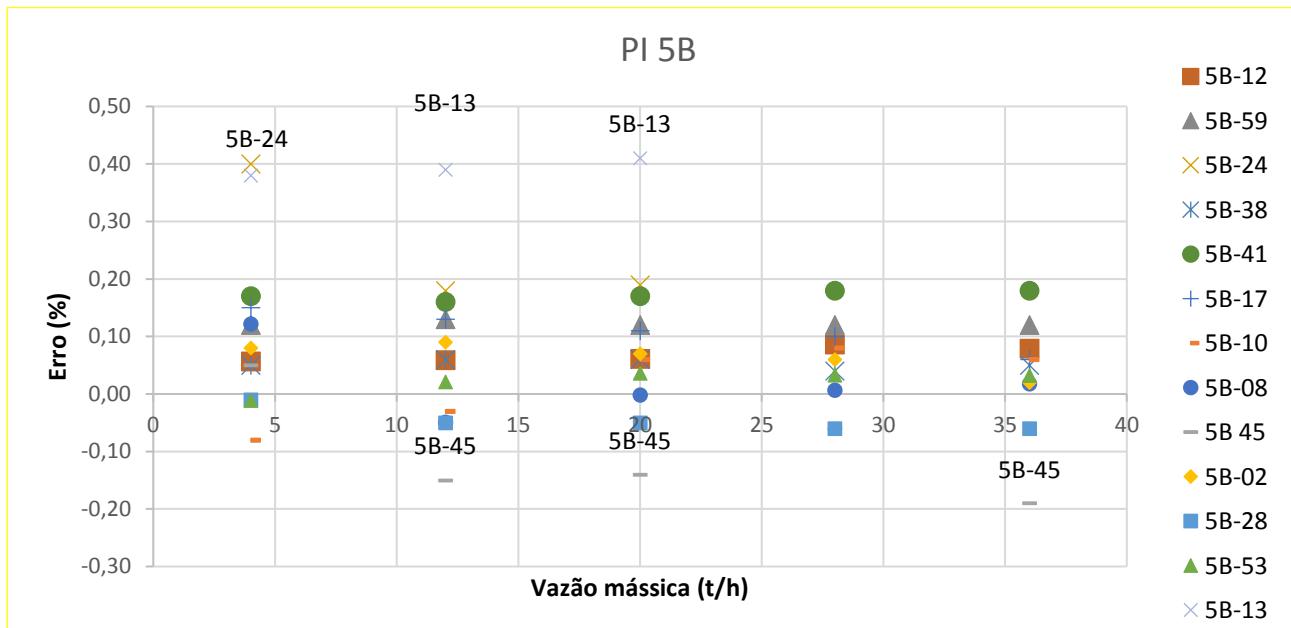
Sendo o mensurando erro (%) individual de cada laboratório e o erro de referência (%) representado pelo cálculo da média dos resultados de todos os laboratórios, por vazão, conforme abaixo:

$$E_{ref} = \frac{E_{lab1} + E_{lab2} + \dots + E_{labn}}{n}$$

obtivemos a tabela onde são mostrados os valores máximos e mínimo de erro encontrados em cada ponto de vazão medido considerando todos os resultados apresentados pelos laboratórios participantes.

Vazão mássica t/h	Erro (Eref) %	Erro Máximo %	Erro Mínimo %	Amplitude %	Desvio padrão %
4	0,11	0,40	-0,08	0,48	0,14
12	0,07	0,39	-0,15	0,54	0,14
20	0,08	0,41	-0,14	0,33	0,09
28	0,05	0,18	-0,06	0,24	0,07
36	0,03	0,18	-0,19	0,37	0,10

O gráfico abaixo mostra a dispersão das medições agrupadas por ponto de vazão.



## 14 AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS

A partir dos resultados apresentados pelos laboratórios, juntamente com o erro e incerteza de referência foi calculado o Erro normalizado conforme fórmula abaixo:

$$EN = \frac{|E_i - E_{ref}|}{\sqrt{{U_{E_i}}^2 + {U_{E_{ref}}}}}$$

e utilizando o critério a seguir:

- EN ≤ 1 resultado satisfatório (em verde)
- EN > 1 resultado insatisfatório (em vermelho)

foram calculados os resultados de erro normalizado para cada laboratório:

**Laboratório 5B-02:**

Vazão nominal $\pm 5\%$ [t/h]	Erro de medida porcentual, $E_{labi}$ [%]	Incerteza expandida associada ao erro de medida porcentual, $U_{labi}$ [%]	Erro Normalizado	STATUS
$4 \pm 0,2$	0,08	0,13	0,16	CONFORME
$12 \pm 0,6$	0,09	0,13	0,09	CONFORME
$20 \pm 1,0$	0,07	0,13	0,07	CONFORME
$28 \pm 1,4$	0,06	0,1	0,04	CONFORME
$36 \pm 1,8$	0,02	0,13	0,07	CONFORME

**Laboratório 5B-08:**

Vazão nominal $\pm 5\%$ [t/h]	Erro de medida porcentual, $E_{labi}$ [%]	Incerteza expandida associada ao erro de medida porcentual, $U_{labi}$ [%]	Erro Normalizado	STATUS
$4 \pm 0,2$	0,12	0,20	0,03	CONFORME
$12 \pm 0,6$	-0,05	0,20	0,49	CONFORME
$20 \pm 1,0$	0,00	0,20	0,35	CONFORME
$28 \pm 1,4$	0,01	0,20	0,19	CONFORME
$36 \pm 1,8$	0,02	0,20	0,06	CONFORME

**Laboratório 5B-10:**

Vazão nominal $\pm 5\%$ [t/h]	Erro de medida porcentual, $E_{labi}$ [%]	Incerteza expandida associada ao erro de medida porcentual, $U_{labi}$ [%]	Erro Normalizado	STATUS
$4 \pm 0,2$	-0,08	0,22	0,71	CONFORME
$12 \pm 0,6$	-0,03	0,22	0,39	CONFORME
$20 \pm 1,0$	0,06	0,22	0,09	CONFORME
$28 \pm 1,4$	0,08	0,22	0,10	CONFORME
$36 \pm 1,8$	0,06	0,22	0,10	CONFORME

**Laboratório 5B-12:**

Vazão nominal $\pm 5\%$ [t/h]	Erro de medida porcentual, $E_{labi}$ [%]	Incerteza expandida associada ao erro de medida porcentual, $U_{labi}$ [%]	Erro Normalizado	STATUS
$4 \pm 0,2$	0,06	0,08	0,32	CONFORME
$12 \pm 0,6$	0,06	0,08	0,08	CONFORME
$20 \pm 1,0$	0,06	0,08	0,14	CONFORME
$28 \pm 1,4$	0,09	0,09	0,19	CONFORME
$36 \pm 1,8$	0,08	0,09	0,27	CONFORME

**Laboratório 5B-13:**

Vazão nominal $\pm 5\%$ [t/h]	Erro de medida porcentual, $E_{labi}$ [%]	Incerteza expandida associada ao erro de medida porcentual, $U_{labi}$ [%]	Erro Normalizado	STATUS
$4 \pm 0,2$	0,38	0,38	0,85	CONFORME
$12 \pm 0,6$	0,39	0,39	1,01	NÃO CONFORME
$20 \pm 1,0$	0,41	0,41	1,00	NÃO CONFORME
$28 \pm 1,4$	Não apresentou	Não apresentou	Não apresentou	Não apresentou
$36 \pm 1,8$	Não apresentou	Não apresentou	Não apresentou	Não apresentou

**Laboratório 5B-17:**

Vazão nominal $\pm 5\%$ [t/h]	Erro de medida porcentual, $E_{labi}$ [%]	Incerteza expandida associada ao erro de medida porcentual, $U_{labi}$ [%]	Erro Normalizado	STATUS
$4 \pm 0,2$	0,15	0,18	0,15	CONFORME
$12 \pm 0,6$	0,13	0,17	0,26	CONFORME
$20 \pm 1,0$	0,11	0,16	0,12	CONFORME
$28 \pm 1,4$	0,10	0,16	0,22	CONFORME
$36 \pm 1,8$	0,06	0,16	0,12	CONFORME

**Laboratório 5B-24:**

Vazão nominal $\pm 5\%$ [t/h]	Erro de medida porcentual, $E_{labi}$ [%]	Incerteza expandida associada ao erro de medida porcentual, $U_{labi}$ [%]	Erro Normalizado	STATUS
$4 \pm 0,2$	0,40	2,20	0,13	CONFORME
$12 \pm 0,6$	0,18	1,20	0,09	CONFORME
$20 \pm 1,0$	0,19	1,20	0,08	CONFORME
$28 \pm 1,4$	Não apresentou	Não apresentou	Não apresentou	Não apresentou
$36 \pm 1,8$	Não apresentou	Não apresentou	Não apresentou	Não apresentou

**Laboratório 5B-28:**

Vazão nominal $\pm 5\%$ [t/h]	Erro de medida porcentual, $E_{labi}$ [%]	Incerteza expandida associada ao erro de medida porcentual, $U_{labi}$ [%]	Erro Normalizado	STATUS
$4 \pm 0,2$	-0,01	0,18	-0,51	CONFORME
$12 \pm 0,6$	-0,05	0,18	-0,53	CONFORME
$20 \pm 1,0$	-0,05	0,18	-0,58	CONFORME
$28 \pm 1,4$	-0,06	0,18	-0,49	CONFORME
$36 \pm 1,8$	-0,06	0,18	-0,40	CONFORME

**Laboratório 5B-38:**

Vazão nominal $\pm 5\%$ [t/h]	Erro de medida porcentual, $E_{labi}$ [%]	Incerteza expandida associada ao erro de medida porcentual, $U_{labi}$ [%]	Erro Normalizado	STATUS
$4 \pm 0,2$	0,05	0,06	-0,37	CONFORME
$12 \pm 0,6$	0,06	0,06	-0,08	CONFORME
$20 \pm 1,0$	0,06	0,06	-0,15	CONFORME
$28 \pm 1,4$	0,04	0,06	-0,08	CONFORME
$36 \pm 1,8$	0,05	0,06	0,10	CONFORME

**Laboratório 5B-41:**

Vazão nominal $\pm 5\%$ [t/h]	Erro de medida porcentual, $E_{labi}$ [%]	Incerteza expandida associada ao erro de medida porcentual, $U_{labi}$ [%]	Erro Normalizado	STATUS
$4 \pm 0,2$	0,17	0,10	0,30	CONFORME
$12 \pm 0,6$	0,16	0,10	0,50	CONFORME
$20 \pm 1,0$	0,17	0,10	0,49	CONFORME
$28 \pm 1,4$	0,18	0,10	0,72	CONFORME
$36 \pm 1,8$	0,18	0,10	0,83	CONFORME

**Laboratório 5B-45:**

Vazão nominal $\pm 5\%$ [t/h]	Erro de medida porcentual, $E_{labi}$ [%]	Incerteza expandida associada ao erro de medida porcentual, $U_{labi}$ [%]	Erro Normalizado	STATUS
$4 \pm 0,2$	0,05	0,06	0,37	CONFORME
$12 \pm 0,6$	-0,15	0,003	1,53	NÃO CONFORME
$20 \pm 1,0$	-0,14	0,08	1,37	NÃO CONFORME
$28 \pm 1,4$	-0,06	0,05	0,75	CONFORME
$36 \pm 1,8$	-0,19	0,04	1,48	NÃO CONFORME

**Laboratório 5B-53:**

Vazão nominal $\pm 5\%$ [t/h]	Erro de medida porcentual, $E_{labi}$ [%]	Incerteza expandida associada ao erro de medida porcentual, $U_{labi}$ [%]	Erro Normalizado	STATUS
$4 \pm 0,2$	-0,011	0,11	0,64	CONFORME
$12 \pm 0,6$	0,021	0,11	0,28	CONFORME
$20 \pm 1,0$	0,036	0,11	0,27	CONFORME
$28 \pm 1,4$	0,033	0,11	0,11	CONFORME
$36 \pm 1,8$	0,032	0,11	0,01	CONFORME

### Laboratório 5B-59:

Vazão nominal $\pm 5\%$ [t/h]	Erro de medida porcentual, $E_{labi}$ [%]	Incerteza expandida associada ao erro de medida porcentual, $U_{labi}$ [%]	Erro Normalizado	STATUS
$4 \pm 0,2$	0,12	0,07	0,04	CONFORME
$12 \pm 0,6$	0,13	0,07	0,36	CONFORME
$20 \pm 1,0$	0,12	0,07	0,22	CONFORME
$28 \pm 1,4$	0,12	0,07	0,41	CONFORME
$36 \pm 1,8$	0,12	0,07	0,54	CONFORME

A tabela abaixo mostra o resumo dos resultados por laboratório e por ponto de vazão.

LAB	4 t/h			12 t/h			20 t/h			28 t/h			36 t/h		
	E %	U %	"EN"												
5B-02	0,08	0,13	0,16	0,09	0,13	0,09	0,07	0,13	0,07	0,06	0,10	0,04	0,02	0,13	0,07
5B-08	0,12	0,20	0,03	0,05	0,20	0,49	0,00	0,20	0,35	0,01	0,20	0,19	0,02	0,20	0,06
5B-10	0,08	0,22	0,71	0,03	0,22	0,39	0,06	0,22	0,09	0,08	0,22	0,10	0,06	0,22	0,10
5B-12	0,06	0,08	0,32	0,06	0,08	0,08	0,06	0,08	0,14	0,09	0,09	0,19	0,08	0,09	0,27
5B-13	0,38	0,27	0,85	0,39	0,28	1,01	0,41	0,29	1,00	-	-	-	-	-	-
5B-17	0,15	0,18	0,15	0,13	0,17	0,26	0,11	0,16	0,12	0,10	0,16	0,22	0,06	0,16	0,12
5B-24	0,40	2,20	0,13	0,18	1,20	0,09	0,19	1,20	0,09	-	-	-	-	-	-
5B-28	0,01	0,18	0,51	0,05	0,18	0,53	0,05	0,18	0,58	0,06	0,18	0,49	0,06	0,18	0,40
5B-38	0,05	0,06	0,37	0,06	0,06	0,08	0,06	0,06	0,15	0,04	0,06	0,08	0,05	0,06	0,10
5B-41	0,17	0,10	0,30	0,16	0,10	0,50	0,17	0,10	0,49	0,18	0,10	0,72	0,18	0,10	0,83
5B-45	0,05	0,06	0,37	0,15	0,00	1,53	0,14	0,08	1,37	0,06	0,05	0,75	0,19	0,04	1,48
5B-53	0,01	0,11	0,64	0,02	0,11	0,28	0,04	0,11	0,27	0,03	0,11	0,11	0,03	0,11	0,01
5B-59	0,12	0,07	0,04	0,13	0,07	0,36	0,12	0,07	0,22	0,12	0,07	0,41	0,12	0,07	0,54

### 15 CONCLUSÕES

Foi identificado tardivamente que para a utilização do método proposto para a exclusão de outliers era necessário que fossem apresentadas por cada um dos laboratórios informações adicionais, tais como o desvio padrão das medições e o número de medições. Tais informações foram solicitadas diretamente aos laboratórios pelo Sr. Mauricio Soares. Entretanto, essa informação perdeu relevância considerando a instabilidade do artefato.

Através da análise dos resultados dos testes de estabilidade do artefato pode-se concluir que o medidor é repetitivo, porém apresentou baixa reprodutibilidade. Ficou evidente que existiu uma mudança no desempenho do medidor entre a primeira e segunda medição de estabilidade. Este fato não foi detectado em tempo, impossibilitando tomar qualquer providência.

O alto valor atribuído à estabilidade do artefato ocasionou que a incerteza de referência ficasse na ordem de 0,16%, fato que contribuiu para que os resultados da maioria dos laboratórios fossem satisfatórios.

Apesar deste relatório apresentar 2 laboratórios com alguns resultados “Não conforme”, foi decidido em consenso entre os participantes deste PI e o representante da DICLA que não será necessário tomar ações corretivas, visto a instabilidade dos resultados do artefato.

Observa-se que o laboratório 5B-24 apresenta uma incerteza alta, sendo no ponto de 4 t/h, 8 vezes maior que a maior incerteza dos demais laboratórios participantes, e 4 vezes maior nos pontos de 12 t/h e 20 t/h.

Observa-se que o laboratório 5B-45 apresenta no ponto 12 t/h uma incerteza de 0,003%, 10 vezes menor que a menor CMC dentre os laboratórios participantes, inclusive menor que a maioria dos Institutos Nacionais de Metrologia.

Como sugestão aos próximos programas interlaboratoriais, recomenda-se:

- Declaração mais completa dos resultados, incluindo por exemplo: dados de condições de calibração e condições ambientais, desvio-padrão da média das medições e número de medições por ponto;
- Informação sobre a metodologia empregada;
- Determinação de valor máximo de estabilidade do artefato para garantir resultados consistentes, inclusive divulgando os resultados aos participantes do PI, ainda que descaracterizados entre cada uma das medições;
- Executar testes de repetibilidade e reproduzibilidade antes do início do PI e definindo limites de aceitação.

## 16 AGRADECIMENTO

A subcomissão do 5º programa de comparação interlaboratorial de água – grupo B agradece:

Às empresas Hirsa sistemas e Golfo medições por ter disponibilizado o padrão itinerante deste programa e à Digitrol pela execução dos testes de estabilidade do artefato.

Ao Sr. Maurício Soares da Divisão de Acreditação de Laboratórios – Dicla/Coordenação Geral de Acreditação – Cgcre/Inmetro pela sua valiosa participação e apporte para o desenvolvimento deste programa.

## 17 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT NBR ISO 5725 - Exatidão (veracidade e precisão) dos métodos e dos resultados de medição, partes 1 a 6 de 25/04/18.

São Paulo, 25 de abril de 2019.

Responsável pela elaboração deste relatório  
Noemi Cristina Hernandez  
Coordenadora da subcomissão do 5ºPI – grupo B