



**Comissão técnica de vazão – CT-13  
DICLA – Divisão de Acreditação de  
Laboratórios de Calibração do INMETRO**

**Subcomissão técnica do 5º Programa interlaboratorial  
em medição de vazão de água  
Grupo C**

**RELATÓRIO FINAL  
Revisão 3 – 17 de abril de 2018**

**AppliTech®**



**Digitrol**

  
**EMERSON**

**hirsia**  
a medida certa

**incontrol**  
intelligent control®

  
**Metroval**

## ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO .....	3
2	PARTICIPANTES .....	3
3	LABORATÓRIO COORDENADOR .....	3
4	PADRÃO ITINERANTE .....	4
5	TIPO DE CIRCULAÇÃO .....	4
6	MÉTODOS DE MEDIÇÃO .....	5
7	VALOR DE REFERÊNCIA .....	5
8	RESULTADOS DAS MEDIÇÕES .....	7
9	AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS DAS MEDIÇÕES .....	11
10	CONCLUSÃO .....	15
11	AGRADECIMENTO .....	15
12	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	15

## 1 INTRODUÇÃO

A subcomissão do 5º Programa Interlaboratorial em Vazão de água – Grupo C é formado por oito laboratórios, sendo sete laboratórios acreditados pela Cgcre do Inmetro na área de vazão de líquidos (Applitech, Conaut - Embu, Conaut – Macaé, Digitrol, Emerson, Incontrol e Metroval) e um laboratório postulante à acreditação (Hirsa – Bahia). Todos estes laboratórios trabalharam em conjunto para a realização deste programa em uma faixa de vazão inferior ao 4º PI de vazão de água (600 a 1400 m<sup>3</sup>/h). Por consenso a subcomissão decidiu adotar a faixa de vazão de 100 a 600 m<sup>3</sup>/h.

A participação foi obrigatória aos laboratórios acreditados, visando o atendimento ao item 5.9.1 da NBR ISO/IEC 17025:2005 (Garantia da Qualidade de Resultados de Calibração) e NIT-DICLA-026 (Requisitos sobre a Participação dos Laboratórios de Ensaio e de Calibração em Atividades de Ensaio de Proficiência).

## 2 PARTICIPANTES

A seguir são apresentados os laboratórios participantes:

Nº da Acreditação	Nome do Laboratório	Instituição ou Empresa
CAL 0284	LABORATÓRIO DE VAZÃO E VOLUME E MASSA ESPECÍFICA	APPLITECH INDÚSTRIA E COMÉRCIO DE EQUIPAMENTOS INDUSTRIALIS LTDA.
CAL 0168	LABORATÓRIO DE VAZÃO E NÍVEL - CONAUT EMBÚ	CONAUT- CONTROLES AUTOMÁTICOS LTDA
CAL 0419	LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO CONAUT MACAÉ	CONAUT CONTROLES AUTOMÁTICOS LTDA.
CAL 0468	DIGITROL SERVICE	DIGITROL SERVICE - INSTRUMENTAÇÃO INDUSTRIAL LTDA.
CAL 0332	LABORATÓRIO EMERSON	EMERSON PROCESS MANAGEMENT LTDA.
POSTULANTE	LABORATÓRIO DE VAZÃO HIRSA	HIRSA SISTEMAS DE AUTOMAÇÃO E CONTROLE LTDA
CAL 0432	LABORATÓRIO DE VAZÃO DE LÍQUIDOS INCONTROL	INCONTROL S.A.
CAL 0247	LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO METROVAL	METROVAL CONTROLE DE FLUIDOS LTDA.

## 3 LABORATÓRIO COORDENADOR

O laboratório da empresa Conaut Controles Automáticos Ltda. foi responsável por realizar os testes de estabilidade e homogeneidade do respectivo padrão itinerante, além do tratamento dos

resultados das medições realizadas pelos laboratórios participantes e elaboração do relatório final do sub-programa.

#### **4 PADRÃO ITINERANTE**

A subcomissão decidiu pela utilização de um medidor de vazão por princípio eletromagnético. A empresa Digitrol disponibilizou o padrão itinerante com as seguintes configurações:

- Fabricante: Siemens;
- Modelo: Mag 5100W/Mag6000;
- Diâmetro nominal: 250mm / PN10;
- Comprimento do trecho reto montante (associado ao medidor): 2482 mm;
- Comprimento do trecho reto jusante (associado ao medidor): 1248 mm;
- Comprimento do medidor associado aos trechos retos: 4170 mm;
- Retificador de fluxo tipo Mitsubishi instalado no trecho montante;
- Unidade eletrônica integrada ao medidor;
- Faixa de vazão configurada (0 a 600 m<sup>3</sup>/h);
- Display com indicação de vazão em m<sup>3</sup>/h;
- 1 saída pulsada com nível de tensão de 24VDC com relação de pulsos de 10 pulsos por litro;
- Foi inserido no padrão itinerante um k-factor fictício para realizar as medições (calibração às cegas). Este valor estava na faixa de  $\pm 1,5\%$ .

#### **5 TIPO DE CIRCULAÇÃO**

O subprograma foi composto por um único ciclo de circulação sendo que o padrão itinerante passou pelo laboratório coordenador no início, na metade e no fim deste ciclo para verificação de estabilidade do medidor. A circulação do programa foi a seguinte:

1. Conaut – Embu (Estabilidade inicial)
2. Digitrol
3. Applitech
4. Conaut – Macaé
5. Conaut – Embu (Estabilidade intermediária)
6. Emerson
7. Hirsa - BA
8. Incontrol
9. Metroval
10. Conaut – Embu (Estabilidade final)

No caso de suspeita de instabilidade ou defeito do padrão, este deveria retornar ao laboratório coordenador para reavaliação, fato que não ocorreu no decorrer do programa.

## 6 MÉTODOS DE MEDAÇÃO

Os laboratórios participantes foram orientados a utilizarem a metodologia de calibração que foi avaliada e aprovada 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.

A sequência de ajuste da vazão nominal foi acordada pelos laboratórios participantes da seguinte forma: 100 m<sup>3</sup>/h, 225 m<sup>3</sup>/h, 350 m<sup>3</sup>/h, 475 m<sup>3</sup>/h e 600 m<sup>3</sup>/h

Os pontos de calibração serão levantados no sentido crescente e configurados no padrão itinerante. Além disso, recomendou-se que a vazão de calibração não sofresse variações superiores a 5% (para mais ou para menos) durante as calibrações e que a temperatura do líquido durante a calibração não mude além de 1 °C durante cada ponto de vazão de calibração e além de 3 °C durante toda a calibração.

Os laboratórios também registraram os valores médios de pressão manométrica a montante do medidor e a temperatura média do líquido utilizado para cada ponto, além dos valores médios das condições ambientais durante as calibrações.

## 7 VALOR DE REFERÊNCIA

Conforme previsto no protocolo do programa nenhum dos laboratórios participantes será designado como laboratório de referência. Desta forma, o valor de referência foi obtido pelo método COX.

O valor de referência (VR) é determinado pela média dos resultados proposta pelo método de Cox [1]. Este método propõe que o valor de referência seja determinado pela média dos resultados obtidos pelos laboratórios, ponderada pelas incertezas normalizadas declaradas de cada laboratório. Neste caso, antes de ser utilizado cada valor, é feita uma validação dos dados e apenas são utilizados na média final dos dados considerados válidos.

Caso o resultado seja inconsistente, o método propõe uma segunda alternativa, conhecida como procedimento B, que se baseia na utilização da mediana como um estimador mais apropriado nestas circunstâncias.

A seguir será apresentado um resumo da metodologia de cálculo proposta pelo método Cox procedimento A.

A equação 1 a seguir apresenta o cálculo do valor de referência estimado pela média ponderada:

$$VR = \frac{\sum \left( \frac{Ei}{u^2(Ei)} \right)}{\sum \left( \frac{1}{u^2(Ei)} \right)} \quad (1)$$

Onde:

$Ei$  = Resultado do erro (E) obtido em cada Laboratório (i) para a mesma vazão de operação.

$u(Ei)$  = Incerteza padrão declarada para a calibração em cada laboratório (i) para a mesma vazão de operação.

A incerteza do valor de referência  $VR$  ( $u_{vr}$ ) será calculada combinando as incertezas de cada laboratório (i) conforme a equação 2.

$$\frac{1}{(u_{vr})^2} = \sum \frac{1}{(u_i)^2} \quad (2)$$

A validação do valor de referência será feita considerando o seguinte procedimento que deve ser feito para cada vazão de calibração:

- 1- Calcula-se  $VR$  em cada vazão utilizando-se todos os valores;
- 2- Calcula-se o coeficiente qui-quadrado ( $\chi^2_{obs}$ ) para cada vazão utilizando-se a equação (3);

$$\chi^2_{obs} = \sum \frac{(xi - VR)^2}{u^2(xi)} \quad (3)$$

- 3- Calcula-se então o valor para  $\chi^2(v)$  em uma distribuição de  $(n-1)$  graus de liberdade com 5 % de probabilidade onde  $n$  é o número de laboratórios que foram utilizados para cálculo de  $VR$  e então se verifica se  $\chi^2_{obs} < \chi^2(v)$ .
- 4- Caso a condição seja satisfeita os valores de  $VR$  e  $u_{vr}$  são aceitos como valores de referência da intercomparação para esta vazão;
- 5- Caso a condição não seja satisfeita identifica-se a possível discrepância, retira-se o valor e retorna para (1).

Foi utilizada a ferramenta de análise de dados confeccionada pelo Nilson Massami Taira (IPT) para os cálculos.

## 8 RESULTADOS DAS MEDIÇÕES

A seguir são apresentados os resultados das medições realizadas em cada um dos oito laboratórios participante, onde os códigos visam descharacterizar os laboratórios.

### Laboratório C1:

Vazão (m <sup>3</sup> /h)	Volume de referência (m <sup>3</sup> )	Volume indicado no instrumento (m <sup>3</sup> )	Erro (%)	s(x) (%)	Número de corridas de calibração	Incerteza expandida (%)	Fator de abrangência (P, 95,45%)
100	3,358745	3,395000	1,08	2,09	3	0,36	2,00
225	7,499884	7,598889	1,32	1,98	3	0,26	2,00
350	11,693203	11,851667	1,36	2,37	3	0,28	2,00
475	15,923363	16,131667	1,31	0,64	3	0,24	2,00
600	20,105426	20,370556	1,32	1,84	3	0,24	2,00

Vazão (m <sup>3</sup> /h)	Temperatura da água (°C)	Pressão no medidor (kPa)	Temperatura ambiente (°C)	Umidade relativa (%)	Pressão atmosférica (kPa)	Massa específica (kg/m <sup>3</sup> )
100	23,33	103,4	25,64	41	94,1	997,60
225	23,33	103,4	25,76	41	94,1	997,60
350	23,87	103,4	25,88	41	94,1	997,48
475	23,55	103,4	25,69	41	94,1	997,55
600	23,68	103,4	25,79	41	94,1	997,52

**Laboratório C2:**

Vazão (m <sup>3</sup> /h)	Volume de referência (m <sup>3</sup> )	Volume indicado no instrumento (m <sup>3</sup> )	Erro (%)	s(x) (%)	Número de corridas de calibração	Incerteza expandida (%)	Fator de abrangência (P, 95,45%)
100	8,3383	8,4061	0,81	0,01	3	0,18	2
225	18,7613	18,9483	1,00	0,01	3	0,18	2
350	29,1881	29,5600	1,27	0,01	3	0,18	2
475	39,6130	40,0744	1,16	0,00	3	0,18	2
600	50,0353	50,6533	1,24	0,01	3	0,18	2

Vazão (m <sup>3</sup> /h)	Temperatura da água (°C)	Pressão no medidor (kPa)	Temperatura ambiente (°C)	Umidade relativa (%)	Pressão atmosférica (kPa)	Massa específica (kg/m <sup>3</sup> )
100	30,5	95,52	28,8	76,3	101,56	995,5
225	31,1	79,50	28,8	75,8	101,21	995,31
350	31,2	56,43	28,9	75,7	101,09	995,28
475	31,3	32,34	28,9	75,7	101,08	995,25
600	31,5	24,41	29,0	75,3	101,04	995,18

**Laboratório C3:**

Vazão (m <sup>3</sup> /h)	Volume de referência (m <sup>3</sup> )	Volume indicado no instrumento (m <sup>3</sup> )	Erro (%)	s(x) (%)	Número de corridas de calibração	Incerteza expandida (%)	Fator de abrangência (P, 95,45%)
100	1913,0	1927,6	0,76	1,82	3	0,38	2,65
225	1785,2	1802,7	0,98	2,12	3	0,38	2,87
350	5767,8	5823,3	0,96	6,08	3	0,38	2,87
475	7593,5	7681,8	1,16	7,18	3	0,38	2,65
600	9596,3	9721,5	1,30	5,55	3	0,38	2,2

Vazão (m <sup>3</sup> /h)	Temperatura da água (°C)	Pressão no medidor (kPa)	Temperatura ambiente (°C)	Umidade relativa (%)	Pressão atmosférica (kPa)	Massa específica (kg/m <sup>3</sup> )
100	22,5	-	26,3	61,1	919,1	997,76
225	22,5	-	26,3	61,1	919,1	997,76
350	22,5	-	26,3	61,1	919,1	997,76
475	22,5	-	26,3	61,1	919,1	997,76
600	22,5	-	26,3	61,1	919,1	997,76

**Laboratório C4:**

Vazão (m <sup>3</sup> /h)	Volume de referência (m <sup>3</sup> )	Volume indicado no instrumento (m <sup>3</sup> )	Erro (%)	s(x) (%)	Número de corridas de calibração	Incerteza expandida (%)	Fator de abrangência (P, 95,45%)
100	0,09381	0,09435	0,57	0,0171	5	0,055	2
225	0,09365	0,09471	1,12	0,0311	5	0,055	2
350	0,09331	0,09425	1,00	0,0107	5	0,055	2
475	0,09349	0,09449	1,06	0,0579	5	0,055	2
600	0,09341	0,09455	1,21	0,0804	5	0,055	2

Vazão (m <sup>3</sup> /h)	Temperatura da água (°C)	Pressão no medidor (kPa)	Temperatura ambiente (°C)	Umidade relativa (%)	Pressão atmosférica (kPa)	Massa específica (kg/m <sup>3</sup> )
100	25,23	79,45	26,32	72	1016,4	997,5
225	27,93	102,6	29,14	78	1020	997,9
350	33,68	245,65	34,17	76	1021,5	996,6
475	30,48	113,09	27,21	70	1018,3	997,7
600	31,89	123,32	31,1	68	1020,5	997,2

**Laboratório C5:**

Vazão (m <sup>3</sup> /h)	Volume de referência (m <sup>3</sup> )	Volume indicado no instrumento (m <sup>3</sup> )	Erro (%)	s(x) (%)	Número de corridas de calibração	Incerteza expandida (%)	Fator de abrangência (P, 95,45%)
600	118,7720	119,9995	1,03	0,0160	3	0,44	2
475	94,05972	95,03962	1,04	0,0293	3	0,32	2
350	69,24956	69,95972	1,03	0,0099	3	0,32	2
225	44,58443	44,99982	0,93	0,0129	3	0,23	2
100	19,88950	20,03992	0,76	0,0109	3	0,23	2

Vazão (m <sup>3</sup> /h)	Temperatura da água (°C)	Pressão no medidor (kPa)	Temperatura ambiente (°C)	Umidade relativa (%)	Pressão atmosférica (kPa)	Massa específica (kg/m <sup>3</sup> )
600	33,4	70,78	25,1	57,1	93,17	995,5
475	33,8	62,32	25,6	55,6	93,19	995,4
350	34,0	63,30	25,7	55,2	93,16	995,4
225	34,1	63,67	26,0	54,8	93,13	995,4
100	34,2	64,53	26,2	54,1	93,11	995,4

**Laboratório C6:**

Vazão (m <sup>3</sup> /h)	Volume de referência (m <sup>3</sup> )	Volume indicado no instrumento (m <sup>3</sup> )	Erro (%)	s(x) (%)	Número de corridas de calibração	Incerteza expandida (%)	Fator de abrangência (P, 95,45%)
100	10009,64	10073,89	0,64%	0,062%	6	0,19%	2,65
225	9970,36	10060,56	0,90%	0,029%	3	0,16%	3,31
350	9977,99	10081,67	1,04%	0,019%	3	0,16%	2,32
475	9969,65	10081,39	1,12%	0,065%	6	0,20%	2,65
600	9977,23	10085,00	1,08%	0,081%	6	0,24%	2,65

Vazão (m <sup>3</sup> /h)	Temperatura da água (°C)	Pressão no medidor (kPa)	Temperatura ambiente (°C)	Umidade relativa (%)	Pressão atmosférica (kPa)	Massa específica (kg/m <sup>3</sup> )
100	23,4	60,8	22,5	42,0	95,1	998,1
225	23,3	52,9	23,7	28,0	95,1	998,1
350	23,5	53,9	24,6	25,0	95,1	998,1
475	23,7	56,9	28,3	20,5	95,1	998,0
600	23,3	57,9	21,6	37,0	95,1	998,1

**Laboratório C7:**

Vazão (m <sup>3</sup> /h)	Volume de referência (m <sup>3</sup> )	Volume indicado no instrumento (m <sup>3</sup> )	Erro (%)	s(x) (%)	Número de corridas de calibração	Incerteza expandida (%)	Fator de abrangência (P, 95,45%)
103,7	40186,0	40431,9	0,61	0,01	3	0,10	2,00
226,3	40205,1	40527,5	0,80	0,01	3	0,10	2,00
355,2	40282,2	40733,1	1,12	0,01	3	0,10	2,00
475,0	40295,0	40772,1	1,18	0,01	3	0,10	2,00
595,6	40478,2	40948,5	1,16	0,02	3	0,11	2,01

Vazão (m <sup>3</sup> /h)	Temperatura da água (°C)	Pressão no medidor (kPa)	Temperatura ambiente (°C)	Umidade relativa (%)	Pressão atmosférica (kPa)	Massa específica (kg/m <sup>3</sup> )
103,7	24,4	72,3	24,6	66,1	92,63	997,7
226,3	24,3	71,4	23,8	69,5	92,59	997,7
355,2	24,3	70,1	23,6	68,5	92,53	997,7
475,0	23,8	68,8	26,7	60,5	92,59	997,8
595,6	23,5	67,3	26,0	64,1	92,61	997,8

**Laboratório C8:**

Vazão (m <sup>3</sup> /h)	Volume de referência (m <sup>3</sup> )	Volume indicado no instrumento (m <sup>3</sup> )	Erro (%)	s(x) (%)	Número de corridas de calibração	Incerteza expandida (%)	Fator de abrangência (P, 95,45%)
100	60,4201	60,9488	0,8750	0,0242	5	0,1	2,028483139
225	61,1600	61,8611	1,1464	0,0213	5	0,1	2,02298505
350	59,9289	60,6591	1,2185	0,0116	5	0,1	2,003642655
475	59,9485	60,7085	1,2677	0,0101	5	0,1	2,002182477
600	60,1422	60,9291	1,3085	0,0046	5	0,1	2,000104324

Vazão (m <sup>3</sup> /h)	Temperatura da água (°C)	Pressão no medidor (kPa)	Temperatura ambiente (°C)	Umidade relativa (%)	Pressão atmosférica (kPa)	Massa específica (kg/m <sup>3</sup> )
100	18,34	74,138274	21,24	67,88	93,88	998,81
225	18,14	61,193496	20,78	70,9	93,96	998,85
350	18,18	63,743225	20,5	69,6	94	998,84
475	18,16	69,038816	21,56	65,9	94	998,85
600	18	74,53054	18,94	75,36	94,24	998,88

**9 AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS DAS MEDIÇÕES**

A seguir são apresentados os Valores de Referência obtidos para cada vazão calibrada, com base no procedimento A do COX e calculados a partir dos dados fornecidos nas planilhas apresentadas na seção 8.

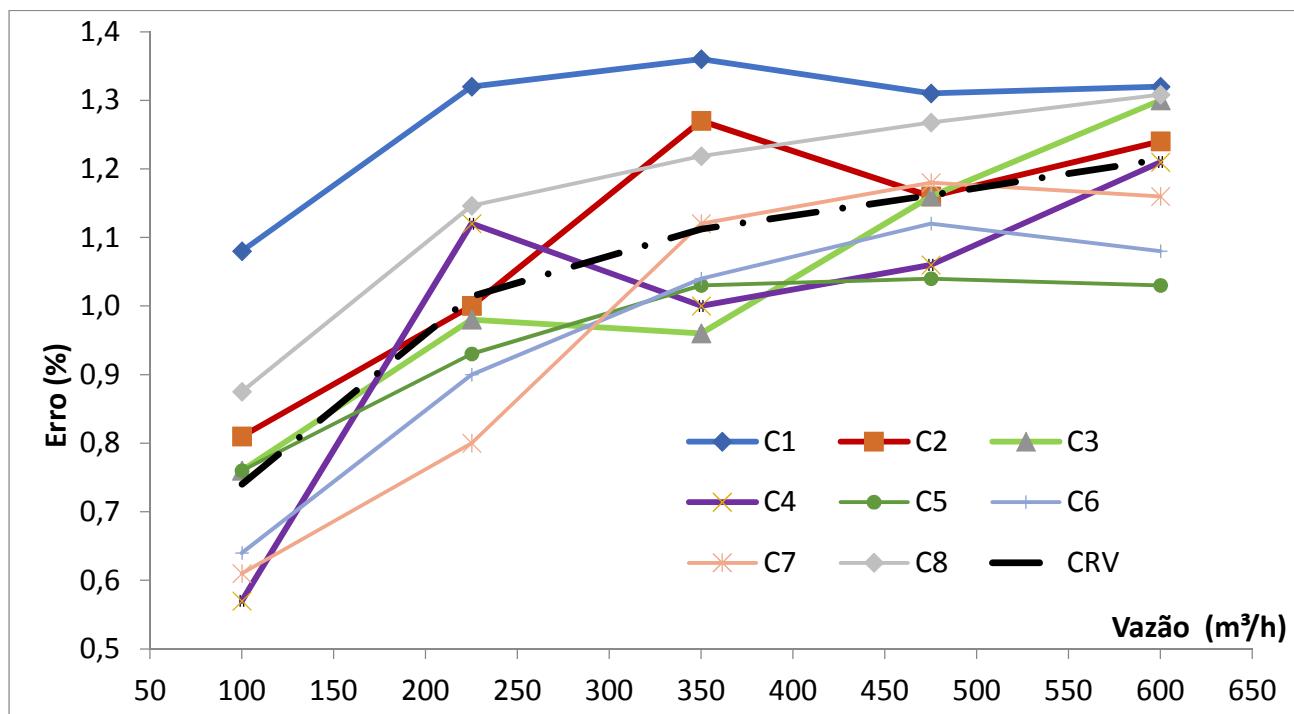
Com base nesses valores de referência foram realizados os exames de consistência utilizando o método do qui-quadrado. Como pode ser observado na tabela abaixo os resultados apresentados pelos participantes foram reprovados nos testes de consistência nas vazões de 100 m<sup>3</sup>/h, 225 m<sup>3</sup>/h, 350 m<sup>3</sup>/h e 475 m<sup>3</sup>/h, e apenas na vazão de 600 m<sup>3</sup>/h o teste de consistência foi aprovado. Como a maioria das vazões estão reprovadas, optou-se pela utilização do procedimento B do COX.

Vazão (m <sup>3</sup> /h)	CRV (%)	incerteza padrão de CRV (%)	$\chi^2_{\text{obs}}$
100	0,65596	0,019586	inconsistente
225	1,03767	0,018651	inconsistente
350	1,07476	0,019594	inconsistente
475	1,12807	0,019690	inconsistente
600	1,21722	0,020306	ok

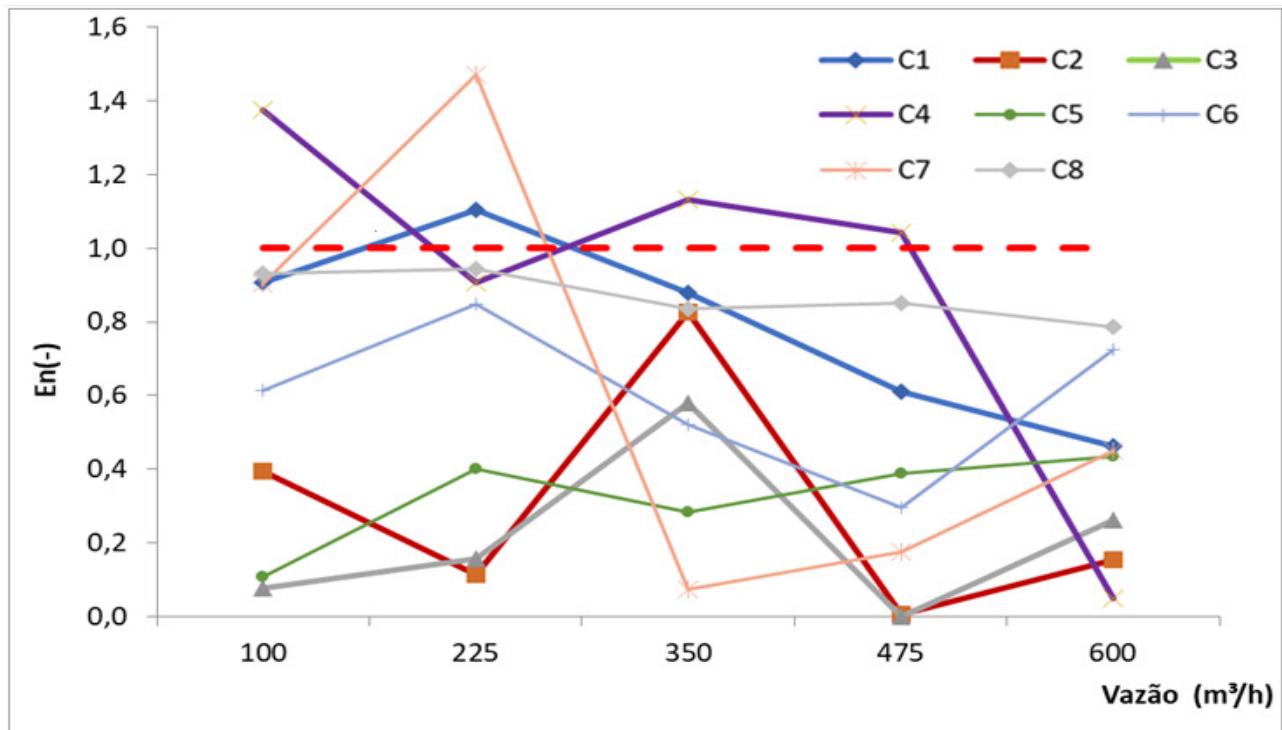
A partir do procedimento B do COX, os valores de referência e suas respectivas incertezas padrão resultaram nos valores apresentados na tabela a seguir:

Vazão (m <sup>3</sup> /h)	CRV (%)	incerteza padrão de CRV (%)
100	0,74055	0,055631
225	1,01459	0,052514
350	1,11268	0,042503
475	1,16214	0,041283
600	1,21433	0,037705

A figura abaixo apresenta os valores de referência obtido pelo procedimento B do COX e os valores de erro de medição declarados pelos oito laboratórios, conforme consta na seção 8.



Já o grau de equivalência EN dos oito laboratórios obtidos pelo procedimento B do COX são apresentados na figura abaixo:



A seguir são apresentados os resultados do método B do COX para cada um dos oito laboratórios participante.

#### Laboratório C1:

Vazão (m <sup>3</sup> /h)	Diferença (%)	incerteza padrão da diferença u	Grau de equivalência DoE ou En
100	0,34	0,19	0,91
225	0,31	0,14	1,10
350	0,25	0,14	0,88
475	0,15	0,12	0,61
600	0,11	0,11	0,46

#### Laboratório C2:

Vazão (m <sup>3</sup> /h)	Diferença (%)	incerteza padrão da diferença u	Grau de equivalência DoE ou En
100	0,07	0,09	0,40
225	-0,02	0,08	0,11
350	0,16	0,10	0,83
475	0,00	0,08	0,01
600	0,03	0,08	0,15

**Laboratório C3:**

Vazão (m <sup>3</sup> /h)	Diferença (%)	incerteza padrão da diferença u	Grau de equivalência DoE ou En
100	0,02	0,12	0,08
225	-0,03	0,11	0,16
350	-0,15	0,13	0,58
475	0,00	0,13	0,00
600	0,09	0,16	0,26

**Laboratório C4:**

Vazão (m <sup>3</sup> /h)	Diferença (%)	incerteza padrão da diferença u	Grau de equivalência DoE ou En
100	-0,17	0,06	1,38
225	0,11	0,06	0,91
350	-0,11	0,05	1,13
475	-0,10	0,05	1,04
600	0,00	0,04	0,05

**Laboratório C5:**

Vazão (m <sup>3</sup> /h)	Diferença (%)	incerteza padrão da diferença u	Grau de equivalência DoE ou En
100	0,02	0,10	0,11
225	-0,08	0,10	0,40
350	-0,08	0,14	0,29
475	-0,12	0,15	0,39
600	-0,18	0,21	0,43

**Laboratório C6:**

Vazão (m <sup>3</sup> /h)	Diferença (%)	incerteza padrão da diferença u	Grau de equivalência DoE ou En
100	-0,10	0,08	0,61
225	-0,11	0,07	0,85
350	-0,07	0,07	0,52
475	-0,04	0,07	0,29
600	-0,13	0,09	0,72

### Laboratório C7:

Vazão (m <sup>3</sup> /h)	Diferença (%)	incerteza padrão da diferença u	Grau de equivalência DoE ou En
100	-0,13	0,07	0,90
225	-0,21	0,07	1,47
350	0,01	0,05	0,08
475	0,02	0,05	0,17
600	-0,05	0,06	0,45

### Laboratório C8:

Vazão (m <sup>3</sup> /h)	Diferença (%)	incerteza padrão da diferença u	Grau de equivalência DoE ou En
100	0,13	0,07	0,93
225	0,13	0,07	0,95
350	0,11	0,06	0,84
475	0,11	0,06	0,85
600	0,09	0,06	0,79

## 10 CONCLUSÃO

Por meio deste Programa Interlaboratorial foi verificado que apenas três laboratórios apresentaram valores do grau de equivalência superiores a um e deverão tomar providências para garantia da confiabilidade metrológica dos resultados de medição.

Como sugestão aos próximos programas interlaboratoriais, recomenda-se que no protocolo seja prevista a exclusão dos *outliers* como forma de garantir que a avaliação dos resultados seja mais realista e justa com os demais laboratórios participantes.

Neste documento, é apresentada, como adendo dado que não foi previsto no protocolo, a avaliação dos resultados realizando a exclusão dos dados do laboratório C1, notadamente visto como um *outlier*.

## 11 AGRADECIMENTO

A subcomissão do 5º programa de comparação interlaboratorial de água – grupo C agradece a empresa Digitrol Service por ter disponibilizado o padrão itinerante deste programa.

## 12 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COX, M. G. The evaluation of key comparison data, Metrologia, v 39, n 6, pp. 589-595, 2002.

Operação dos Comitês Técnicos de Assessoramento à CGCRE na Acreditação de Organismos de Avaliação da Conformidade; NIE-CGCRE-045, INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia, Revisão 01, março de 2015.

São Paulo, 13 de março de 2018

Responsável pela elaboração deste relatório

Paulo Thiago Fracasso

Coordenador da subcomissão do 5ºPI – grupo C

## **ANEXO 1 - AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS DAS MEDIÇÕES SEM OUTLIER**

Devido a inexistência de avaliação para a exclusão de *outliers* no protocolo desta comparação, esta seção apresenta os resultados com a exclusão dos dados do laboratório C1, notadamente visto como um *outlier*.

Os Valores de Referência obtidos para cada vazão calibrada, excluindo-se os dados do laboratório C1, com base no procedimento A do COX e calculados a partir dos dados fornecidos nas planilhas apresentadas na seção 8.

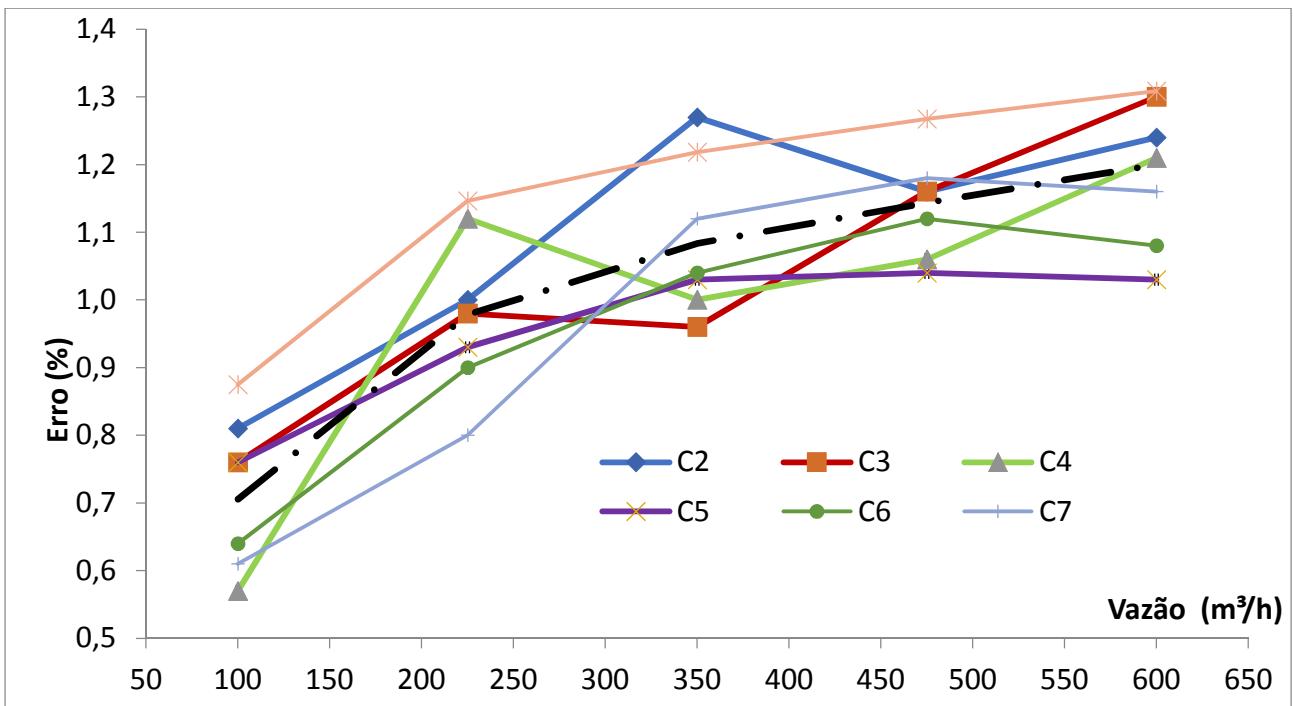
Com base nesses valores de referência foram realizados os exames de consistência utilizando o método do qui-quadrado. Como pode ser observado na tabela abaixo os resultados apresentados pelos participantes foram reprovados nos testes de consistência nas vazões de 100 m<sup>3</sup>/h, 225 m<sup>3</sup>/h, 350 m<sup>3</sup>/h e 475 m<sup>3</sup>/h, e apenas na vazão de 600 m<sup>3</sup>/h o teste de consistência foi aprovado. Como a maioria das vazões estão reprovadas, optou-se pela utilização do procedimento B do COX.

Vazão (L/h)	CRV (%)	incerteza padrão de CRV (%)	$\chi^2_{\text{obs}}$
100	0,65088	0,019703	inconsistente
225	1,03174	0,018846	inconsistente
350	1,06906	0,019789	inconsistente
475	1,12304	0,019961	inconsistente
600	1,21419	0,020603	ok

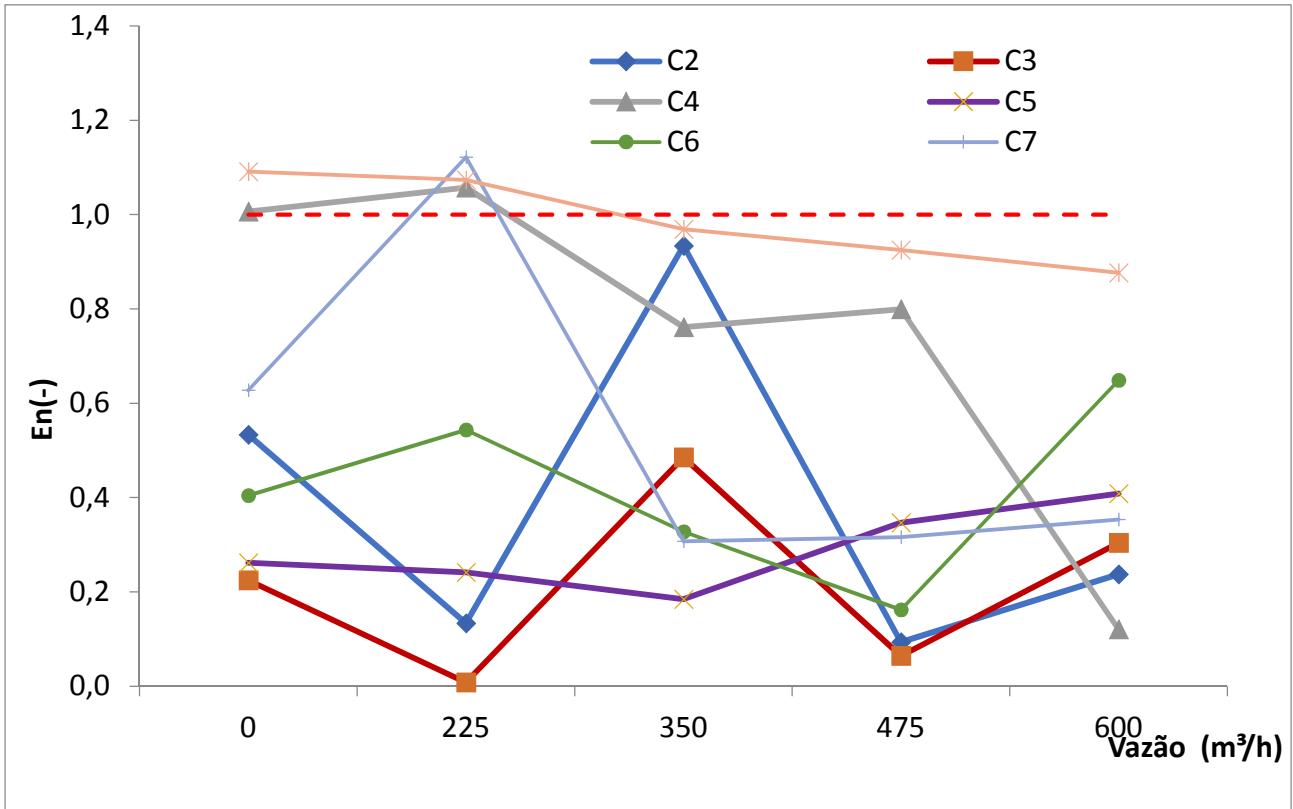
A partir do procedimento B do COX, os valores de referência, excluindo-se os dados do laboratório C1, e suas respectivas incertezas padrão resultaram nos valores apresentados na tabela a seguir:

Vazão (L/h)	CRV (%)	incerteza padrão de CRV (%)
100	0,70579	0,061906
225	0,97840	0,061219
350	1,08392	0,049291
475	1,14400	0,045689
600	1,20008	0,039080

A figura abaixo apresenta os valores de referência obtido pelo procedimento B do COX e os valores de erro de medição declarados pelos oito laboratórios, ambos excluindo os resultados do laboratório C1.



Já o grau de equivalência EN dos sete laboratórios obtidos pelo procedimento B do COX são apresentados na figura abaixo:



A seguir são apresentados os resultados do método B do COX para cada um desses sete laboratórios participante:

**Laboratório C2:**

Vazão (L/h)	Diferença (%)	incerteza padrão da diferença u	Grau de equivalência DoE ou En
100	0,10	0,10	0,53
225	0,02	0,08	0,13
350	0,19	0,10	0,93
475	0,02	0,08	0,09
600	0,04	0,08	0,24

**Laboratório C3:**

Vazão (L/h)	Diferença (%)	incerteza padrão da diferença u	Grau de equivalência DoE ou En
100	0,06	0,12	0,22
225	0,00	0,11	0,01
350	-0,12	0,13	0,49
475	0,02	0,13	0,06
600	0,10	0,16	0,30

**Laboratório C4:**

Vazão (L/h)	Diferença (%)	incerteza padrão da diferença u	Grau de equivalência DoE ou En
100	-0,14	0,07	1,01
225	0,14	0,07	1,06
350	-0,08	0,05	0,76
475	-0,08	0,05	0,80
600	0,01	0,04	0,12

**Laboratório C5:**

Vazão (L/h)	Diferença (%)	incerteza padrão da diferença u	Grau de equivalência DoE ou En
100	0,05	0,10	0,26
225	-0,05	0,10	0,24
350	-0,05	0,14	0,18
475	-0,11	0,15	0,35
600	-0,17	0,21	0,41

### Laboratório C6:

Vazão (L/h)	Diferença (%)	incerteza padrão da diferença u	Grau de equivalência DoE ou En
100	-0,07	0,08	0,40
225	-0,08	0,07	0,54
350	-0,04	0,07	0,33
475	-0,02	0,07	0,16
600	-0,12	0,09	0,65

### Laboratório C7:

Vazão (L/h)	Diferença (%)	incerteza padrão da diferença u	Grau de equivalência DoE ou En
100	-0,10	0,08	0,63
225	-0,18	0,08	1,12
350	0,04	0,06	0,31
475	0,04	0,06	0,32
600	-0,04	0,06	0,35

### Laboratório C8:

Vazão (L/h)	Diferença (%)	incerteza padrão da diferença u	Grau de equivalência DoE ou En
100	0,17	0,08	1,09
225	0,17	0,08	1,07
350	0,13	0,07	0,97
475	0,12	0,07	0,92
600	0,11	0,06	0,88

## DISCUSSÕES FINAIS

A partir dos resultados apresentados neste anexo, foi verificado que o número de laboratórios que apresentaram valores do grau de equivalência superiores a um continua o mesmo: 3 laboratórios (não contabilizando o laboratório C1). Entretanto, nesta nova análise o laboratório C8 apresentou resultados insatisfatórios, diferentemente do que ocorreu na primeira análise.