



## COMISSÃO TÉCNICA DE VAZÃO CT-13

**DICLA - Divisão de Acreditação de Laboratórios - Dicla  
Coordenação Geral de Acreditação do Inmetro – Cgcre**

### **2º PROGRAMA DE COMPARAÇÃO INTERLABORATORIAL EM MEDIÇÃO DE VAZÃO DE ÁGUA**

#### **RELATÓRIO FINAL**



## Sumário

1. Introdução.....	3
2. Participantes.....	4
3. Laboratório de referência.....	4
4. Padrões itinerantes.....	5
5. Logística .....	6
6. Métodos de medição .....	6
7. Apresentação dos resultados da calibração .....	7
8. Avaliação dos resultados do programa interlaboratorial.....	7
8.1 Parâmetro utilizado para avaliação do desempenho dos laboratórios.....	7
8.2 Avaliação da estabilidade dos padrões itinerantes.....	8
8.3 Determinação do valor de referência e avaliação do desempenho .....	9
9. Ações corretivas .....	15
10. Recomendações para futuros programas interlabororiais.....	15
11. Agradecimento.....	15
ANEXO INFORMATIVO .....	16

## 1. Introdução

Atendendo a ABNT NBR ISO/IEC 17025 e norma da Cgcre NIT-DICLA-026 o programa interlaboratorial (*P*) de comparação permite avaliar de uma maneira mais abrangente a grandeza em questão. O 2º Programa de comparação interlaboratorial em vazão de água foi instituído pela Comissão Técnica de Vazão – CT 13. Este programa de comparação visa apoiar à Cgcre nas atividades de acreditação de laboratórios.

Para atender uma faixa de vazão diferente do 1º Programa Interlaboratorial, por consenso a subcomissão decidiu adotar a vazão de (60 a 600) m<sup>3</sup>/h.

Conforme previsto no documento NIE-CGCRC-045 - Operação dos comitês técnicos de assessoramento à Cgcre na acreditação de organismos de avaliação da conformidade, foi formada uma subcomissão técnica composta por representantes dos laboratórios participantes nesta comparação. A primeira atividade desta subcomissão foi a elaboração de um protocolo do programa de comparação interlaboratorial com o objetivo de harmonizar as informações e estabelecer os requisitos e procedimentos a serem cumpridos pelos laboratórios participantes. Este protocolo foi elaborado a partir de orientações do documento DOQ-CGCRC-005 – *Orientações para a Organização de Comparações interlaboratoriais pelas Comissões Técnicas da DICLA* - revisão 00 de setembro de 2002 e revisão 01 de fevereiro de 2010, documento válido na ocasião.

A análise preliminar dos resultados foi enviada a cada participante via email em 30/10/2013 e discutida na 17<sup>a</sup> reunião da CT 13, dias 5 e 6/11/2013. A minuta deste relatório foi remetida para comentários dos participantes em 21/07/2014 e discutida na 19<sup>a</sup> reunião da CT 13, dia 006/08/2014. Uma revisão desta minuta foi remetida por email aos participantes dia 08/08/2014 e aprovada por todos.

Os participantes autorizam a Cgcre a publicar este relatório em seu sítio na Internet. Os resultados apresentados neste relatório são de uso restrito aos participantes, à Cgcre e seus avaliadores e especialistas e não poderão ser copiados, reproduzidos, modificados, publicados, atualizados, postados, transmitidos ou distribuídos de qualquer maneira sem autorização prévia e por escrito de todos os laboratórios participantes desta comparação e da Cgcre.

## 2. Participantes

Atendendo à solicitação da coordenação da subcomissão de vazão de líquidos do *CT-13*, foram inclusos os laboratórios acreditados e participantes do *CT-13*.

Com base na experiência do *1º PI* em vazão de líquidos, foi limitado o número de participantes para que o cronograma fosse terminado em um período de 6 meses. Neste *2º PI* participaram 4 laboratórios, em cinco rodadas de calibração, conforme tabela 1.

Sequência do laboratório	Nº da Acreditação	Nome do Laboratório	Instituição ou Empresa
1º	CAL 0332	LABORATÓRIO EMERSON (Sorocaba)	EMERSON PROCESS MANAGEMENT LTDA.
2º	CAL 0284	LABORATÓRIO DE VAZÃO E VOLUME E MASSA ESPECÍFICA	APPLITECH Indústria e Comércio de Equipamentos Industriais Ltda
3º	CAL 0168	LABORATÓRIO DE VAZÃO E NÍVEL - CONAUT EMBÚ	CONAUT- CONTROLES AUTOMÁTICOS LTDA
4º	CAL 0432	LABORATÓRIO DE VAZÃO DE LÍQUIDOS INCONTROL	INCONTROL S.A.
5º	CAL 0332	LABORATÓRIO EMERSON (Sorocaba)	EMERSON PROCESS MANAGEMENT LTDA.

Tabela 1: Participantes e sequência do Programa

## 3. Laboratório de referência

Conforme decidido na 12<sup>a</sup> Reunião da CT 13, foi previsto no protocolo do Programa que não haveria um laboratório de referência para este programa e que deveria ser considerada a média dos laboratórios como valor de referência.

Por decisão da subcomissão, na 12<sup>a</sup> Reunião da Comissão Técnica de vazão foi resolvido que os resultados de cada laboratório seriam enviados para o Engo. Anselmo F. Castro, representante da Cgcre na CT 13, para o cálculo do erro normalizado. Tendo em vista a saída do Engo. Anselmo F. Castro da Cgcre ao final de 2012, os resultados foram entregues ao Sr. Mauricio Araujo Soares, novo representante da Cgcre na CT 13 a partir de maio de 2013. Em decorrência destas mudanças, houve grande atraso na análise de resultados.

#### 4. Padrões itinerantes

A subcomissão decidiu pela utilização de dois medidores com princípio eletromagnético de medição de vazão. Os laboratórios das empresas Incontrol e Conaut disponibilizaram os padrões itinerantes.

##### **Tipo e características do padrão itinerante 1**

Medidor de vazão com princípio de medição eletromagnético, flangeado, diâmetro nominal de 250 mm (10") e com eletrônica em conjunto.

Sensor VMF250 montado integralmente com eletrônica, saída de pulso e indicador local de totalização, número de série VF258811.



Figura 1: Foto da eletrônica e medidor 10" INCONTROL

##### **Tipo e características do padrão itinerante 2**

Medidor de vazão com princípio de medição eletromagnético, flangeado, diâmetro nominal de 250 mm (10") com eletrônica em conjunto.

Sensor Optiflux KC4300C montado integralmente com eletrônica, saída de pulso e indicador local de totalização, número de série 1108-CL 001.



Figura 2: Foto da eletrônica e medidor 10" CONAUT

Conexões do sensor: *Flanges DN 10" ASME B16.5 150#*.

Características construtivas: Flanges em aço carbono, revestimento em teflon e eletrodos em aço inoxidável *AISI 316L*.

## 5. Logística

Os padrões itinerantes foram calibrados no início e no fim do processo no laboratório da Emerson. No caso de suspeita de instabilidade ou defeito de algum padrão, este deveria retornar ao laboratório da Emerson para reavaliação.

Os laboratórios fornecedores dos padrões emitiram uma nota fiscal de saída e enviar ao Laboratório da Emerson. Essa nota fiscal ficou aberta até a finalização de todo ciclo, conforme figura 3. Cada laboratório recebeu os padrões juntamente com uma nota fiscal emitida pelo laboratório anterior. Ao final da circulação, os padrões foram enviados novamente ao laboratório da Emerson para fechar o ciclo.

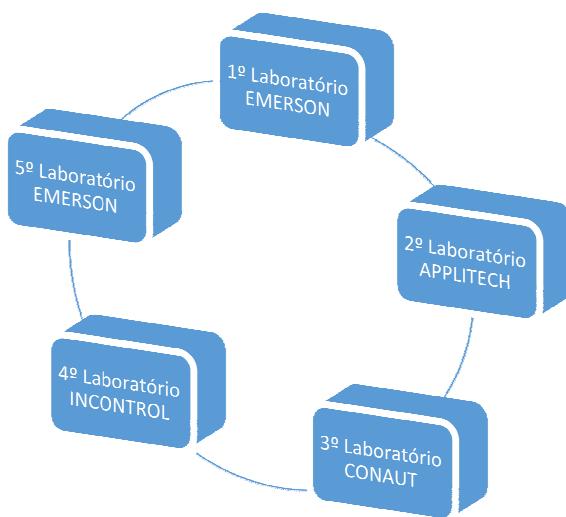


Figura 1: Circulação dos padrões itinerantes

As calibrações dos padrões itinerantes do programa interlaboratorial pelos participantes foram realizadas no período de novembro de 2011 a outubro de 2012.

## 6. Métodos de medição

Os laboratórios participantes foram orientados a utilizarem a metodologia de calibração que foi avaliada e aprovada no seu processo de acreditação. Cada laboratório deveria realizar a calibração monitorando o máximo de variáveis possíveis executando medições por totalização de pulsos, em 10 pontos conforme abaixo.

Vazão crescente: (60, 120, 180, 240, 300, 360, 420, 480, 540, 600) m<sup>3</sup>/h

Nota 1: Recomendou-se que a vazão ajustada não deveria sofrer variações superiores a  $\pm 5\%$ .

Nota 2: Deveriam ser registrados os valores médios de pressão manométrica a montante do medidor e a temperatura média da água, para cada ponto.

Nota 3: Deveriam ser apresentados os valores médios das condições ambientais durante as calibrações.

## 7. Apresentação dos resultados da calibração

Cada laboratório participante emitiu um certificado de calibração com os resultados obtidos para cada padrão itinerante.

O certificado deveria conter no mínimo:

Ponto de calibração, erro, incerteza expandida com nível de confiança de aproximadamente 95%, fator de abrangência  $k$ , conforme tabela 2.

Vazão (m <sup>3</sup> /h)	Erro (%)	Incerteza expandida (%)	Fator de abrangência $k$
600			
540			
480			
420			
360			
300			
240			
180			
120			
60			

Tabela 2: Resultados obtidos.

## 8. 8 Avaliação dos resultados do programa interlaboratorial

Por decisão da subcomissão, na 12<sup>a</sup> Reunião da Comissão Técnica de vazão foi resolvido que os resultados de cada laboratório fossem entregues ao Engo. Anselmo F. Castro, representante da Cgcre na CT 13 em 31/10/2012, para o cálculo do erro normalizado. Tendo em vista a saída do Engo. Anselmo F. Castro da Cgcre ao final de 2012, os resultados foram novamente entregues ao Sr. Mauricio Araujo Soares, novo representante da Cgcre na CT 13 a partir de maio de 2013. Em decorrência destas mudanças, houve grande atraso na análise de resultados.

### 8.1 Parâmetro utilizado para avaliação do desempenho dos laboratórios

O parâmetro adotado por análise do desempenho dos laboratórios neste programa participantes é o  $E_n$ , dado pela equação abaixo, conforme norma ABNT NBR ISO/IEC 17043:2011 - Avaliação de conformidade – Requisitos gerais para ensaios de proficiência, usado tradicionalmente na avaliação de comparações interlaboratoriais em calibração.

$$E_n = \frac{\text{resultado do laboratório} - \text{valor de referência}}{\sqrt{U_{\text{lab}}^2 + U_{\text{ref}}^2}} \quad (1)$$

Onde:

$U_{\text{lab}}$  = Incerteza expandida do laboratório participante.

$U_{\text{ref}}$  = Incerteza expandida do laboratório de referência.

Valores de  $|En| \leq 1$  indicam desempenho satisfatório do laboratório, enquanto valores de  $|En| > 1$  indicam desempenho insatisfatório.

## 8.2 Avaliação da estabilidade dos padrões itinerantes

A estabilidade do padrão itinerante é fator essencial em um ensaio de proficiência, sendo na maioria das vezes necessária uma estabilidade maior do que aquela requerida para a utilização do instrumento em suas aplicações rotineiras. A estabilidade deve ser estabelecida para o padrão específico utilizado no ensaio de proficiência e deve atender critérios que permitam avaliar o desempenho do laboratório.

Conforme descrito no item 5, os padrões itinerantes, foram calibrados pelo laboratório da empresa Emerson no início e ao final do processo de circulação entre os laboratórios participantes, de modo a permitir a avaliação de sua estabilidade. Esta avaliação consistiu em comparar os resultados das duas calibrações realizadas pelo laboratório. Para isto foi utilizado um indicador chamado razão de estabilidade, similar àquele utilizado no 1º Programa Interlaboratorial, representada pela equação abaixo.

$$\text{razão de estabilidade} = \frac{|E_{\text{inicial}} - E_{\text{final}}|}{U_{\text{máx}}} < 0,3 \quad (2)$$

Onde:

$E_{\text{inicial}}$  Erro do padrão itinerante obtido na calibração realizada segundo a ordem de circulação, chamado erro inicial.

$E_{\text{final}}$  Erro do padrão itinerante obtido na calibração realizada no final do processo de circulação, chamado erro final.

$U_{\text{máx}}$  Máxima incerteza expandida declarada pelo laboratório que realizou as medições.

Para o **Padrão Itinerante Nº 1** a razão de estabilidade teve valores menores que 0,3 na maioria dos valores medidos. Entretanto, os valores foram superiores ao estabelecido para as vazões de 60 m<sup>3</sup>/h e 420 m<sup>3</sup>/h:

Vazão (m <sup>3</sup> /h)	Razão de estabilidade
600	0,000
540	0,045
480	0,000
420	0,600
360	0,150
300	0,100
240	0,100
180	0,200
120	0,050
60	0,300

Tabela 3: Razão de Estabilidade do Padrão Itinerante 1

Para o **Padrão Itinerante Nº 2** a razão de estabilidade teve valores superiores a 0,3 na maioria dos valores medidos.

Vazão(m <sup>3</sup> /h)	Razão de estabilidade
600	0,46
540	0,50
480	0,22
420	0,40
360	0,55
300	-0,05
240	0,70
180	0,50
120	1,40
60	0,85

Tabela 4: Razão de Estabilidade do Padrão Itinerante 2

Em ambos os casos nota-se problemas com respeito à estabilidade dos padrões ininerantes para atender ao critério do ensaio de proficiência, sendo esta variação particularmente mais significativa para o **Padrão Itinerante Nº 2**. Considerando-se as derivas apresentadas, poderia-se adotar duas abordagens:

- Desconsiderar os valores para os quais a razão de estabilidade superou o limite estabelecido e avaliar o desempenho dos participantes apenas para os demais valores calibrados.
- Considerar todos os valores calibrados, adotando-se uma abordagem na análise de resultados que leve em conta a falta de estabilidade.

Para o **Padrão Itinerante Nº 1**, optou-se por seguir a abordagem (b), prevista na Norma ABNT NBR ISO/IEC 17043, desde que adotando-se abordagens estatísticas adequadas para levar em conta a contribuição oriunda da instabilidade. De qualquer forma, é importante ressaltar que a instabilidade dos padrões itinerantes pode ser uma das causas para eventuais desempenhos insatisfatórios dos laboratórios participantes.

Para o **Padrão Itinerante Nº 2**, optou-se por não considerar os resultados para a avaliação do desempenho do laboratório. Os valores de médias e En constam no Anexo apenas a título de informação.

Cabe ainda ressaltar que, conforme estabelecido na Norma ABNT ISO/IEC 17043, tanto a estabilidade do padrão itinerante como a homogeneidade dos erros nos valores calibrados são fatores a serem considerados no planejamento de um ensaio de proficiência. Sendo assim, cabe considerar estes aspectos no planejamento de futuros programas interlaboratoriais.

### 8.3 Determinação do valor de referência e avaliação do desempenho

Conforme inicialmente estabelecido no Protocolo, não houve um laboratório de referência para este Programa, sendo que o valor de referência deveria ser a média dos laboratórios participantes. Tendo em vista a quantidade pequena de laboratórios participantes, bem menor que o mínimo recomendado pela Norma ISO 13528:2005, Statistical methods for

use in proficiency testing by interlaboratory comparisons, para se utilizar um valor designado com base em valores de consenso, as possíveis técnicas de análise foram, discutidas com os laboratórios participantes na 16ª reunião da CT 13, dia 07/08/2013. Nesta ocasião foi acordado que seria feita análise utilizando-se as seguintes técnicas.

8.3a) Comparar os valores medidos por cada laboratório com a média aritmética dos valores medidos pelos demais três laboratórios.

$$V_{ref} = \frac{x_1+x_2+x_3}{3} \quad (3)$$

Onde:

$x_1, x_2$  e  $x_3$  são os erros obtidos nas calibrações pelos demais laboratórios.

Neste caso, para a estimativa da incerteza do valor de referência, foi considerada uma contribuição que pudesse refletir a instabilidade do padrão itinerante. Para estimar essa contribuição foi utilizado o desvio padrão experimental da média. Esta contribuição foi combinada com as incertezas padrão combinadas obtidas nas calibrações de cada um dos três laboratórios, tendo sido assumido um fator de abrangência  $k=2$ .

$$U_{ref} = k \sqrt{u_{c1}^2 + u_{c2}^2 + u_{c3}^2 + \left(\frac{s_{V_{ref}}}{\sqrt{3}}\right)^2} \quad (4)$$

Onde:

$u_{c1}, u_{c2}$  e  $u_{c3}$  são as incertezas padrão combinadas determinadas nas calibrações realizadas pelos laboratórios

$s_{V_{ref}}$  é o desvio padrão experimental

Esta abordagem, bastante conservadora e que dá origem a uma incerteza da comparação bem maior que aquelas obtidas individualmente pelos laboratórios, foi adotada tendo em vista:

- i) a quantidade pequena de participantes,
- ii) a falta de informações prévia ao início da comparação sobre a estabilidade do artefato e a deriva observada na análise de estabilidade,
- ii) a falta de informação sobre a homogeneidade do valor de referência, particularmente tendo em vista a possibilidade de variações de até 5% na vazão a ser calibrada.

8.3b) Comparar os valores medidos por cada laboratório com valores de referência obtidos utilizando-se o Procedimento A proposto por Cox em seu artigo The Evaluation of key comparison data (Metrologia, 2002, 39 589-595).

8.3c) Comparar os valores medidos por cada laboratório com valores de referência obtidos utilizando-se o Procedimento B por Cox em seu artigo supracitado.

8.3d) Comparar os valores medidos por cada laboratório com os valores medidos por cada um dos demais laboratórios

A análise na qual foram aplicados os Procedimentos propostos por Cox foi realizada utilizando-se planilhas desenvolvidas e cedidas pelo Engo. Nilson Massami Taira, do Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo.

O resultado das análises foi enviado separadamente a cada participante via email em 30/10/2013, quando foi também informado o código do participante. Cada um dos participantes recebeu uma planilha com a análise de seus resultados, bem como um resumo do desempenho de todos os participantes, sem os valores medidos.

A análise foi discutida na 17<sup>a</sup> reunião da CT 13, dias 5 e 6/11/2013. Na ocasião foi acordado que a técnica a ser utilizada para avaliação do desempenho deveria ser a comparação com a média aritmética dos demais participantes, adotando-se a abordagem conservadora para a incerteza do valor de referência, conforme descrito no item 8.3a.

Os resultados obtidos por meio do Procedimento A proposto por Cox se mostraram inconsistentes no teste estatístico, enquanto a técnica proposta no Procedimento B, foi considerada não apropriada pela subcomissão tendo em vista a grande variação entre as incertezas e também a falta de estabilidade dos padrões. As análises com estas técnicas, bem como as comparações com os resultados de cada um dos demais laboratórios são mostrados no Anexo apenas a título informativo.

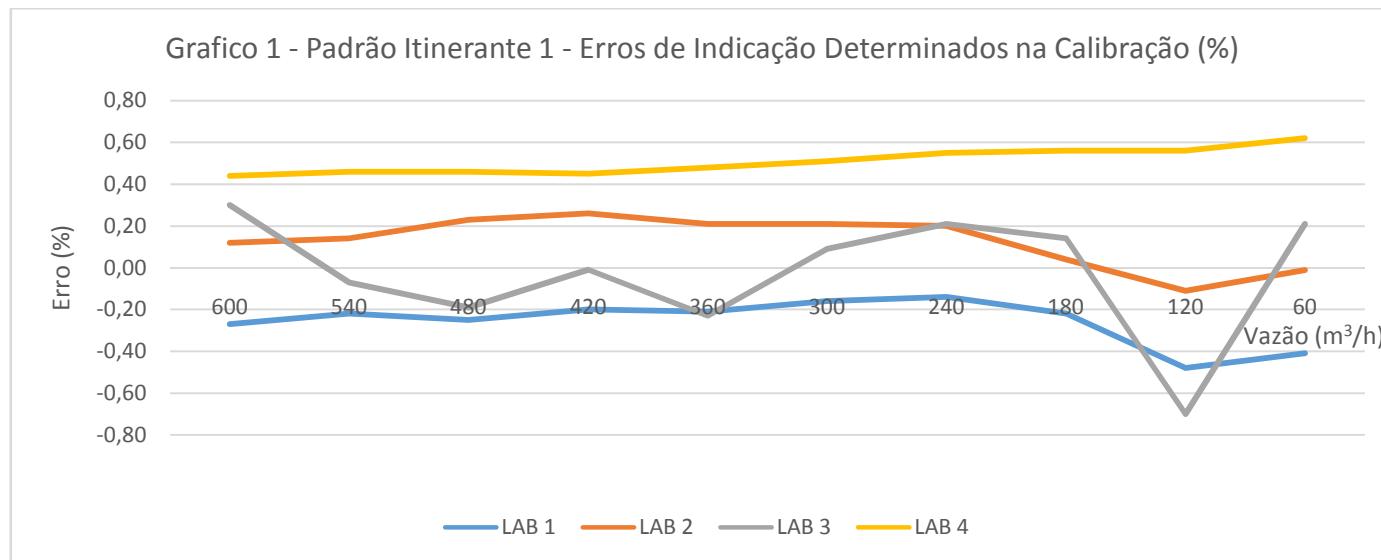
Cabe ainda registrar que o desempenho do laboratório da empresa Emerson foi avaliado tomando-se por base o resultado de uma das calibrações que realizou, valor este que foi utilizado para obter o valor de referência para avaliação de desempenho dos demais laboratórios.

.

### 8.3.1 Avaliação do desempenho da calibração do padrão itinerante 1

Tabela 5: Padrão Itinerante 1 - Valores obtidos nas calibrações

Vazão (m <sup>3</sup> /h)	LAB1			LAB2			LAB3			LAB4		
	Erro de indicação (%)	Incerteza Expandida (%)	Fator de Abrangência (k)									
600	-0,27	0,07	2,03	0,12	0,25	2,00	0,30	0,40	2,08	0,44	0,09	2,0
540	-0,22	0,07	2,00	0,14	0,22	2,00	-0,07	0,38	2,03	0,46	0,09	2,0
480	-0,25	0,07	2,02	0,23	0,20	2,00	-0,19	0,38	2,03	0,46	0,09	2,0
420	-0,20	0,077	2,23	0,26	0,20	2,00	-0,01	0,39	2,07	0,45	0,09	2,0
360	-0,21	0,07	2,15	0,21	0,20	2,00	-0,23	0,72	2,65	0,48	0,09	2,0
300	-0,16	0,07	2,00	0,21	0,20	2,00	0,09	0,38	2,06	0,51	0,09	2,0
240	-0,14	0,07	2,13	0,20	0,20	2,00	0,21	0,39	2,08	0,55	0,09	2,0
180	-0,22	0,07	2,16	0,04	0,20	2,00	0,14	0,38	2,03	0,56	0,09	2,0
120	-0,48	0,09	2,43	-0,11	0,20	2,00	-0,70	0,41	2,10	0,56	0,09	2,0
60	-0,41	0,083	2,32	-0,01	0,20	2,00	0,21	0,38	2,03	0,62	0,15	2,0

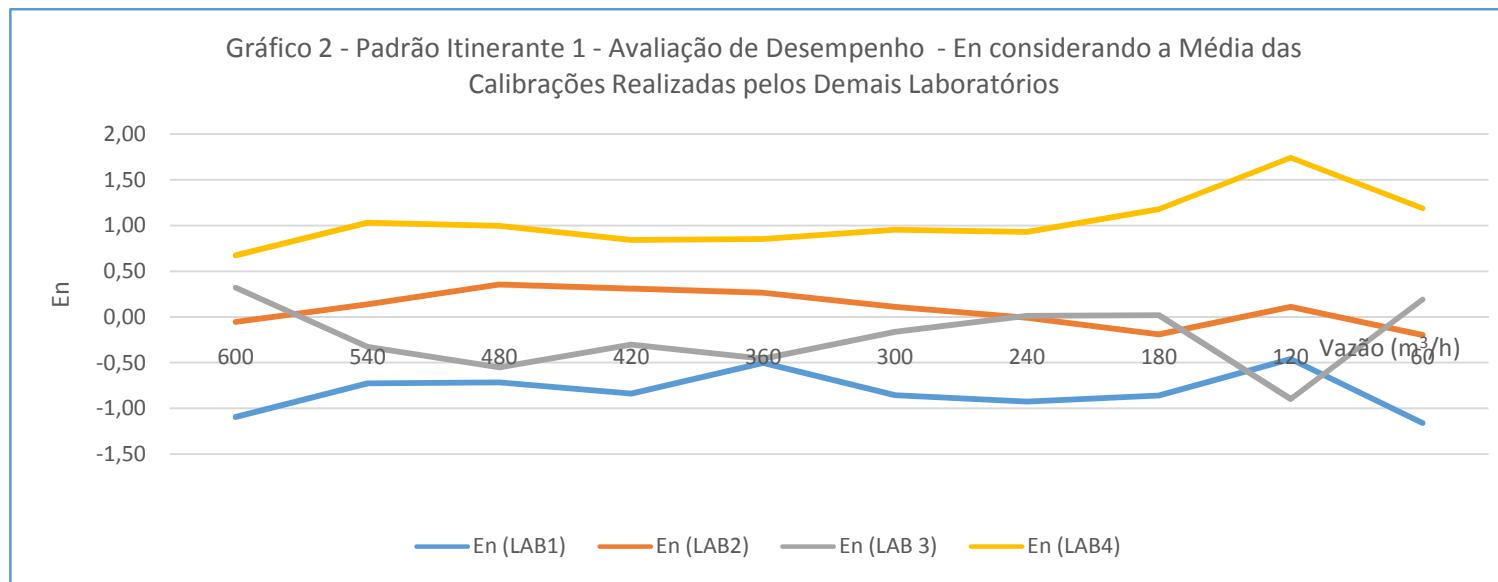


**Tabela 6: Padrão Itinerante 1 - Valor de referência considerando a média das calibrações dos demais laboratórios**

Vazão (m <sup>3</sup> /h)	Para Analise de LAB1		Para Analise de LAB2		Para Analise de LAB3		Para Analise de LAB4	
	Media (LABs 2,3,4)	U (LABs 2,3,4)	Media (LABs 1,3,4)	U (LABs 1,3,4)	Media (LABs 1,2,4)	U (LABs 1,2,4)	Media (LABs 1,2,3)	U (LABs 1,2,3)
600	0,29	0,50	0,16	0,59	0,10	0,49	0,05	0,57
540	0,18	0,54	0,06	0,57	0,13	0,46	-0,05	0,49
480	0,17	0,58	0,01	0,60	0,15	0,48	-0,07	0,53
420	0,23	0,51	0,08	0,55	0,17	0,45	0,02	0,51
360	0,15	0,72	0,01	0,72	0,16	0,46	-0,08	0,65
300	0,27	0,50	0,15	0,55	0,19	0,45	0,05	0,48
240	0,32	0,49	0,21	0,56	0,20	0,46	0,09	0,49
180	0,25	0,54	0,16	0,60	0,13	0,51	-0,01	0,48
120	-0,08	0,85	-0,21	0,88	-0,01	0,65	-0,43	0,56
60	0,27	0,58	0,14	0,73	0,07	0,65	-0,07	0,56

**Tabela 7: Padrão Itinerante 1 - Avaliação de Desempenho considerando a média das calibrações realizadas pelos demais laboratórios**

Vazão (m <sup>3</sup> /h)	En (LAB1)	En (LAB2)	En (LAB3)	En (LAB4)
600	-1,10	-0,06	0,32	0,67
540	-0,73	0,14	-0,33	1,03
480	-0,72	0,35	-0,55	0,99
420	-0,84	0,31	-0,30	0,84
360	-0,50	0,26	-0,46	0,85
300	-0,86	0,11	-0,16	0,95
240	-0,93	-0,01	0,01	0,93
180	-0,86	-0,19	0,02	1,17
120	-0,46	0,11	-0,90	1,74
60	-1,16	-0,20	0,19	1,18



## 9. Ações corretivas

Conforme requerido pela política de participação em atividades de ensaios de proficiência da estabelecida na norma NIT-DICLA-026, os laboratórios que obtiveram desempenho insatisfatório para as calibrações para as quais são acreditados devem evidenciar ao seu Gestor de Acreditação a implementação de ações corretivas em até 90 dias após o recebimento deste relatório, conforme estabelecido no Regulamento da Acreditação (NIT-DICLA-031).

## 10. Recomendações para futuros programas interlaboratoriais

A experiência adquirida neste programa interlaboratorial indica as seguintes oportunidades de melhoria para futuros programas organizados pela CT 13.

- a) Recomenda-se que sejam obtidas informações a respeito da estabilidade do padrão itinerante, preferencialmente antes de iniciar o programa. Caso essa informação não esteja disponível antes do início do programa, recomenda-se que ela de ser derivada dos dados originados durante a comparação. Recomenda-se que tal informação seja quantificada de forma que possa ser levada em conta na atribuição do valor designado (valor de referência) e de sua incerteza.
- b) Recomenda-se que a homogeneidade esperada do erro de indicação do padrão itinerante seja determinada ou ao menos estimada com base em manuais ou na experiência. Recomenda-se que esta informação seja a base para estabelecer o limite de variação permitido em torno do valor a ser calibrado. Caso não se tenha conhecimento a respeito da possível não homogeneidade do erro, recomenda-se que este limite de variação seja limitado ao menor valor praticável de modo a evitar que seja necessário incluir contribuições devido à não homogeneidade do erro de indicação na determinação do valor designado e de sua incerteza.
- c) Tendo em vista o número reduzido de laboratório participantes e à falta de um laboratório que possa prover as medições para determinação do valor designado e sua incerteza, recomenda-se considerar alternativas que possam aumentar nível de confiança do valor designado.
- d) Recomenda-se que os códigos dos participantes sejam estabelecidos antes do início da circulação do padrão itinerante de modo a permitir que os laboratórios o utilizem no relato dos resultados
- e) Recomenda-se estabelecer planilhas padronizadas para relato dos resultados que contenha todas as informações necessárias para a análise dos resultados, eliminando assim a necessidade de recorrer ao certificado de calibração. Recomenda-se que nesta planilha o laboratório seja identificado apenas por seu código.

## 11. Agradecimento

A subcomissão da CT 13 agradece às empresas Incontrol e Conaut por terem disponibilizados os padrões itinerantes deste 2º programa de comparação interlaboratorial.

---

Emitido por: Mauricio Araujo Soares  
Dicla/Cgcre/Inmetro  
Representante da Cgcre na CT 13

## ANEXO INFORMATIVO

Neste anexo constam, os valores obtidos pelos laboratórios, bem como a análise destes valores em comparação contra os valores obtidos por cada um dos demais laboratórios, as médias dos demais participantes e os valores determinados pelos Procedimentos A e B, propostos por Cox. É importante ressaltar que a avaliação de desempenho dos laboratórios neste programa foi feita utilizando a **média aritmética** dos demais laboratórios como valor de referência para o **Padrão Itinerante Nº 1**, conforme detalhado no item 8.3. As comparações feitas com outras técnicas para o **Padrão Itinerante Nº 1**, bem como todas as análises feitas para o **Padrão Itinerante Nº 2** constam neste anexo **apenas a título de informação**.

### 1) Informações sobre o Padrão Itinerante 1

Padrão Itinerante 1 - Valores de referência determinados pelo Procedimento Cox A			
Vazão	Vref	Incerteza padrão	$\chi^2$ obs
(m <sup>3</sup> /h)	(%)	(%)	
600	0,00421	0,026483	Inconsistente
540	0,04020	0,026525	Inconsistente
480	0,02512	0,026215	Inconsistente
420	0,05490	0,026165	Inconsistente
360	0,03664	0,025394	Inconsistente
300	0,10065	0,026357	Inconsistente
240	0,10848	0,025415	Inconsistente
180	0,04767	0,025201	Inconsistente
120	-0,07616	0,027226	Inconsistente
60	-0,18859	0,030322	Inconsistente

Padrão Itinerante 1 – Valores de referência determinados pelo Procedimento Cox B		
Vazão	Vref	Incerteza padrão
(m <sup>3</sup> /h)	(%)	(%)
600	0,19606	0,099181
540	0,04648	0,094328
480	0,04448	0,081418
420	0,13181	0,094086
360	0,04941	0,090465
300	0,15328	0,097569
240	0,20482	0,101046
180	0,09079	0,102892
120	-0,28818	0,057387
60	0,09930	0,104532

Padrão Itinerante 1 - Avaliação de Desempenho do LAB1 com respeito aos demais laboratórios, à média aritmética e aos Procedimentos Cox A e Cox B									
Vazão (m <sup>3</sup> /h)	Erro de indicação (%)	Incerteza Expandida (%)	Fator de Abrangência (k)	En (LAB1 X LAB2)	En (LAB1 X LAB3)	En (LAB1 X LAB4)	En (LAB1 X Media LABs 2,3,4)	Grau de Equivalência Cox A	Grau de Equivalência Cox B
600	-0,27	0,07	2,03	-1,50	-1,40	-6,23	-1,10	6,21	2,22
540	-0,22	0,07	2,00	-1,56	-0,39	-5,96	-0,73	5,70	1,34
480	-0,25	0,07	2,02	-2,27	-0,16	-6,23	-0,72	6,07	1,71
420	-0,20	0,08	2,23	-2,15	-0,48	-5,49	-0,84	5,66	1,67
360	-0,21	0,07	2,15	-1,98	0,03	-6,05	-0,50	6,05	1,39
300	-0,16	0,07	2,00	-1,75	-0,65	-5,88	-0,86	5,66	1,52
240	-0,14	0,07	2,13	-1,60	-0,88	-6,05	-0,93	5,96	1,63
180	-0,22	0,07	2,16	-1,23	-0,93	-6,84	-0,86	6,57	1,44
120	-0,48	0,09	2,43	-1,69	0,52	-8,17	-0,46	8,04	1,63
60	-0,41	0,08	2,32	-1,85	-1,59	-6,01	-1,16	5,83	2,31

Padrão Itinerante 1 - Avaliação de Desempenho do LAB2 com respeito aos demais laboratórios, a media aritmética e aos Procedimentos Cox A e Cox B									
Vazão (m <sup>3</sup> /h)	Erro de indicação (%)	Incerteza Expandida (%)	Fator de Abrangência (k)	En (LAB2 X LAB1)	En (LAB2 X LAB3)	En (LAB4 X LAB2)	En (LAB2 X Media LABs 1,2,3)	Grau de Equivalência Cox A	Grau de Equivalência Cox B
600	0,12	0,25	2,00	1,50	-0,38	-1,20	-0,06	0,47	0,38
540	0,14	0,22	2,00	1,56	0,48	-1,35	0,14	0,47	0,49
480	0,23	0,20	2,00	2,27	0,98	-1,05	0,35	1,06	1,12
420	0,26	0,20	2,00	2,15	0,62	-0,87	0,31	1,06	0,67
360	0,21	0,20	2,00	1,98	0,59	-1,23	0,26	0,90	0,88
300	0,21	0,20	2,00	1,75	0,28	-1,37	0,11	0,57	0,29
240	0,20	0,20	2,00	1,60	-0,02	-1,60	-0,01	0,47	0,02
180	0,04	0,20	2,00	1,23	-0,23	-2,37	-0,19	0,04	0,25
120	-0,11	0,20	2,00	1,69	1,29	-3,05	0,11	0,18	1,55
60	-0,01	0,20	2,00	1,85	-0,51	-2,52	-0,20	0,94	0,52

Padrão Itinerante 1 - Avaliação de Desempenho do LAB3 com respeito aos demais laboratórios, à média aritmética e aos Procedimentos Cox A e Cox B									
Vazão (m <sup>3</sup> /h)	Erro de indicação (%)	Incerteza Expandida (%)	Fator de Abrangência (k)	En (LAB3 X LAB1)	En (LAB3 X LAB2)	En (LAB3 X LAB4)	En (LAB3 X Media LABs 1,2,4)	Grau de Equivalência Cox A	Grau de Equivalência Cox B
600	0,30	0,40	2,08	1,40	0,38	-0,34	0,32	0,78	0,38
540	-0,07	0,38	2,03	0,39	-0,48	-1,36	-0,33	0,30	0,45
480	-0,19	0,38	2,03	0,16	-0,98	-1,66	-0,55	0,58	0,83
420	-0,01	0,39	2,07	0,48	-0,62	-1,15	-0,30	0,17	0,58
360	-0,23	0,72	2,65	-0,03	-0,59	-0,98	-0,46	0,49	0,64
300	0,09	0,38	2,06	0,65	-0,28	-1,08	-0,16	0,03	0,28
240	0,21	0,39	2,08	0,88	0,02	-0,85	0,01	0,27	0,02
180	0,14	0,38	2,03	0,93	0,23	-1,08	0,02	0,25	0,23
120	-0,70	0,41	2,10	-0,52	-1,29	-3,00	-0,90	1,61	1,08
60	0,21	0,38	2,03	1,59	0,51	-1,00	0,19	1,08	0,51

Padrão Itinerante 1 - Avaliação de Desempenho do LAB4 com respeito aos demais laboratórios, à média aritmética e aos Procedimentos Cox A e Cox B									
Vazão (m <sup>3</sup> /h)	Erro de indicação (%)	Incerteza Expandida (%)	Fator de Abrangência (k)	En (LAB4 X LAB1)	En (LAB4 X LAB2)	En (LAB4 X LAB3)	En (LAB4 X Media LABs 1,2,3)	Grau de Equivalência Cox A	Grau de Equivalência Cox B
600	0,44	0,09	2,00	6,23	1,20	0,34	0,67	5,99	1,14
540	0,46	0,09	2,00	5,96	1,35	1,36	1,03	5,77	1,98
480	0,46	0,09	2,00	6,23	1,05	1,66	0,99	5,94	2,24
420	0,45	0,09	2,00	5,49	0,87	1,15	0,84	5,40	1,53
360	0,48	0,09	2,00	6,05	1,23	0,98	0,85	5,97	2,13
300	0,51	0,09	2,00	5,88	1,37	1,08	0,95	5,61	1,66
240	0,55	0,09	2,00	6,05	1,60	0,85	0,93	5,94	1,56
180	0,56	0,09	2,00	6,84	2,37	1,08	1,17	6,87	2,09
120	0,56	0,09	2,00	8,17	3,05	3,00	1,74	8,88	5,81
60	0,62	0,15	2,00	6,01	2,52	1,00	1,18	5,89	2,03

## 2) Informações sobre o Padrão Itinerante 2

Padrão Itinerante 2- Valores de referência determinados pelo Procedimento Cox A			
Vazão	Vref	Incerteza padrão	$\chi^2$ obs
(m <sup>3</sup> /h)	(%)	(%)	
600	-0,56527	0,025375	Inconsistente
540	-0,59756	0,021761	Inconsistente
480	-0,55583	0,025268	Inconsistente
420	-0,55045	0,024557	Inconsistente
360	-0,50440	0,025325	Inconsistente
300	-0,53399	0,025297	Inconsistente
240	-0,56049	0,025195	Inconsistente
180	-0,61267	0,024872	Inconsistente
120	-0,64250	0,024191	Inconsistente
60	-0,88934	0,027215	Inconsistente

Padrão Itinerante 2 - Valores de referência determinados pelo Procedimento Cox B		
Vazão	Vref	Incerteza padrão
(m <sup>3</sup> /h)	(%)	(%)
600	-0,33563	0,055853
540	-0,35408	0,064049
480	-0,38084	0,066126
420	-0,40859	0,074778
360	-0,51757	0,093177
300	-0,47612	0,091344
240	-0,77513	0,055878
180	-0,83621	0,048629
120	-0,82038	0,070089
60	-0,87929	0,091158

**Tabela 9: Padrão Itinerante 2 - Valor de referência considerando a média das calibrações dos demais laboratórios**

Vazão (m <sup>3</sup> /h)	Para Analise de LAB1		Para Analise de LAB2		Para Analise de LAB3		Para Analise de LAB4	
	Media (LABs 2,3,4)	U (LABs 2,3,4)	Media (LABs 1,3,4)	U (LABs 1,3,4)	Media (LABs 1,2,4)	U (LABs 1,2,4)	Media (LABs 1,2,3)	U (LABs 1,2,3)
600	-0,20	0,56	-0,30	0,69	-0,50	0,49	-0,46	0,67
540	-0,23	0,54	-0,30	0,62	-0,48	0,46	-0,47	0,61
480	-0,25	0,56	-0,32	0,65	-0,51	0,50	-0,51	0,62
420	-0,27	0,57	-0,32	0,63	-0,50	0,49	-0,52	0,60
360	-0,36	0,54	-0,39	0,56	-0,48	0,47	-0,59	0,46
300	-0,33	0,70	-0,32	0,68	-0,53	0,51	-0,57	0,67
240	-0,59	0,67	-0,57	0,65	-0,55	0,53	-0,83	0,41
180	-0,63	0,70	-0,63	0,70	-0,59	0,56	-0,90	0,41
120	-0,58	0,67	-0,60	0,68	-0,60	0,58	-0,87	0,40
60	-0,62	0,74	-0,60	0,71	-0,71	0,70	-0,95	0,44

**Padrão Itinerante 2 - Avaliação de Desempenho do LAB1 com respeito aos demais laboratórios, à média aritmética e aos Procedimentos Cox A e Cox B**

Vazão (m <sup>3</sup> /h)	Erro de indicação (%)	Incerteza Expandida (%)	Fator de Abrangência (k)	En (LAB1 X LAB2)	En (LAB1 X LAB3)	En (LAB1 X LAB4)	En (LAB1 X Media LABs 2,3,4)	Grau de Equivalência Cox A	Grau de Equivalência Cox B
600	-0,86	0,07	2,07	-1,72	-2,33	-6,84	-1,18	6,59	4,02
540	-0,79	0,07	2,65	-1,26	-1,94	-6,23	-1,03	6,43	3,15
480	-0,84	0,07	2,06	-1,27	-2,04	-6,84	-1,04	6,25	3,09
420	-0,80	0,07	2,14	-0,96	-1,70	-6,49	-0,92	5,77	2,40
360	-0,74	0,07	2,02	-0,51	-0,93	-6,05	-0,69	4,98	1,13
300	-0,76	0,07	2,00	0,20	-1,18	-6,23	-0,61	4,67	1,52
240	-0,78	0,07	2,00	0,34	0,26	-6,40	-0,29	4,52	0,04
180	-0,85	0,07	2,00	0,07	0,34	-6,93	-0,31	4,82	0,14
120	-0,90	0,07	2,11	-0,36	-0,13	-7,54	-0,47	5,67	0,54
60	-1,01	0,07	2,06	0,43	-0,65	-5,86	-0,52	2,97	0,71

**Padrão Itinerante 2 - Avaliação de Desempenho do LAB2 com respeito aos demais laboratórios, à média aritmética e aos Procedimentos Cox A e Cox B**

Vazão (m <sup>3</sup> /h)	Erro de indicação (%)	Incerteza Expandida (%)	Fator de Abrangência (k)	En (LAB2 X LAB1)	En (LAB2 X LAB3)	En (LAB2 X LAB4)	En (LAB2 X Media LABs 1,2,3)	Grau de Equivalência Cox A	Grau de Equivalência Cox B
600	-0,56	0,16	2,00	1,72	-1,46	-2,61	-0,37	0,03	2,01
540	-0,57	0,16	2,00	1,26	-1,29	-2,67	-0,41	0,18	1,68
480	-0,63	0,15	2,00	1,27	-1,42	-3,26	-0,47	0,53	1,88
420	-0,65	0,14	2,00	0,96	-1,27	-3,54	-0,51	0,76	1,60
360	-0,66	0,14	2,00	0,51	-0,69	-3,67	-0,47	1,19	0,73
300	-0,79	0,13	2,00	-0,20	-1,22	-4,68	-0,68	2,14	1,49
240	-0,83	0,13	2,00	-0,34	0,12	-4,93	-0,39	2,25	0,41
180	-0,86	0,12	2,00	-0,07	0,30	-5,33	-0,33	2,26	0,22
120	-0,85	0,12	2,00	0,36	0,00	-5,40	-0,37	1,89	0,20
60	-1,07	0,12	2,00	-0,43	-0,78	-5,36	-0,65	1,69	0,91

Padrão Itinerante 2 - Avaliação de Desempenho do LAB3 com respeito aos demais laboratórios, à média aritmética e aos Procedimentos Cox A e Cox B									
Vazão (m <sup>3</sup> /h)	Erro de indicação (%)	Incerteza Expandida (%)	Fator de Abrangência (k)	En (LAB3 X LAB1)	En (LAB3 X LAB2)	En (LAB3 X LAB4)	En (LAB3 X Media LABs 1,2,4)	Grau de Equivalência Cox A	Grau de Equivalência Cox B
600	0,04	0,38	2,03	2,33	1,46	0,31	0,87	1,63	1,11
540	-0,04	0,38	2,03	1,94	1,29	0,10	0,74	1,50	1,00
480	-0,05	0,38	2,03	2,04	1,42	0,03	0,73	1,36	1,10
420	-0,11	0,40	2,03	1,70	1,27	-0,12	0,63	1,13	1,02
360	-0,38	0,38	2,03	0,93	0,69	-0,85	0,17	0,34	0,65
300	-0,15	0,51	2,03	1,18	1,22	-0,19	0,53	0,77	0,93
240	-0,88	0,38	2,03	-0,26	-0,12	-2,13	-0,50	0,86	0,34
180	-0,98	0,38	2,03	-0,34	-0,30	-2,36	-0,58	0,99	0,44
120	-0,85	0,38	2,03	0,13	0,00	-2,07	-0,36	0,56	0,11
60	-0,76	0,38	2,03	0,65	0,78	-1,76	-0,07	0,35	0,59

Padrão Itinerante 2 - Avaliação de Desempenho do LAB4 com respeito aos demais laboratórios, à média aritmética e aos Procedimentos Cox A e Cox B									
Vazão (m <sup>3</sup> /h)	Erro de indicação (%)	Incerteza Expandida (%)	Fator de Abrangência (k)	En (LAB4 X LAB1)	En (LAB4 X LAB2)	En (LAB4 X LAB3)	En (LAB4 X Media LABs 1,2,3)	Grau de Equivalência Cox A	Grau de Equivalência Cox B
600	-0,08	0,09	2,00	6,84	2,61	-0,31	0,56	6,53	2,11
540	-0,08	0,09	2,00	6,23	2,67	-0,10	0,63	6,57	1,95
480	-0,06	0,09	2,00	6,84	3,26	-0,03	0,71	6,66	2,19
420	-0,06	0,09	2,00	6,49	3,54	0,12	0,76	6,50	2,11
360	-0,05	0,09	2,00	6,05	3,67	0,85	1,16	6,11	2,27
300	-0,05	0,09	2,00	6,23	4,68	0,19	0,76	6,50	2,17
240	-0,05	0,09	2,00	6,40	4,93	2,13	1,87	6,85	5,05
180	-0,06	0,09	2,00	6,93	5,33	2,36	2,00	7,37	5,86
120	-0,04	0,09	2,00	7,54	5,40	2,07	2,02	7,94	4,69
60	-0,04	0,15	2,00	5,86	5,36	1,76	1,94	6,08	3,56