



**Comissão Técnica de Vazão - CT-13  
Coordenação Geral de Acreditação - CGCRE**

**SUBCOMISSÃO TÉCNICA DO 2º PROGRAMA  
INTERLABORATORIAL EM VAZÃO DE GÁS DE MEDIDOR DO TIPO  
DIAFRAGMA PARA VAZÕES DE 40 l/h a 6000 l/h**

**Relatório final**

**03.10.2016**

**Conteúdo**

1.	INTRODUÇÃO .....	3
2.	COORDENAÇÃO.....	3
3.	LABORATÓRIOS E ENTIDADES PARTICIPANTES.....	3
4.	LABORATÓRIO DE REFERÊNCIA .....	4
5.	PADRÕES ITINERANTES E CIRCULAÇÃO .....	4
5.1.	Modalidade e número de padrões itinerantes .....	4
5.2.	Posicionamento dos padrões itinerantes nas bancadas .....	5
5.3.	Tipo de circulação .....	6
5.4.	Acondicionamento dos padrões itinerantes.....	7
5.5.	Transporte dos padrões itinerantes.....	10
5.6.	Logística de movimentação dos padrões itinerantes e emissão de notas fiscais.....	10
6.	PROCEDIMENTO DE APRESENTAÇÃO E ANALISE DOS RESULTADOS ..	10
6.1.	Sistema de codificação dos laboratórios .....	10
6.3.	Fluido de calibração .....	10
6.4.	Mensurando.....	10
6.5.	Envio dos resultados de calibração .....	10
7.	INCERTEZA E AVALIAÇÃO DA HOMOGENEIDADE E ESTABILIDADE .....	12
7.1.	Incerteza do valor de referência.....	12
7.2	Estabilidade dos padrões itinerantes.....	12
7.3	Outras análises .....	12
8.	RESULTADOS.....	13
8.1.	RESULTADOS DA ANALISE DA ESTABILIDADE.....	13
8.2.	ELENAGEM DOS PADRÕES.....	14
8.3.	RESULTADOS: ERROS DE INDICAÇÃO E ERROS NORMALIZADOS POR PADRÃO ITINENERANTE .....	14
9.	AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS.....	19
9.1.	AVALIAÇÃO DOS LABORATÓRIOS .....	19
9.1.1	LAB 1 .....	19
9.1.2	LAB 2 .....	19
9.1.3	LAB 3 .....	20
9.1.4	LAB 5 .....	20
9.1.5	LAB 6 .....	21
9.2.	QUADRO RESUMO .....	21
10.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	21
11.	INFORMAÇÕES ADICIONAIS .....	22
12.	BIBLIOGRAFIA.....	22

## 1. INTRODUÇÃO

Durante 6<sup>a</sup> reunião da Comissão Técnica de Vazão CT-13, realizada em 30.03.2010 em Xerém/Rio de Janeiro (INMETRO) foi constituída a subcomissão do programa de comparação interlaboratorial (PI) para medidores vazão de gás.

Estasubcomissão realizou 1º PI de Baixa vazão de gás, o qual teve a participação de três laboratórios acreditados pela CGCRE na área de vazão de gás (IPT, CEG e ITRON), e três laboratórios postulantes à acreditação (ELSTER, FGS/DAESUNG e LAO). Em Janeiro de 2015, foi concluído o relatório final deste programa o qual foi considerado como sendo piloto, nos moldes da NIE-CGCRES-045.

No dia 06.08.2014 foi decidido pelo grupo a realização de um 2º Programa Interlaboratorial em medidores de gás do tipo diafragma para vazões de 40 l/h a 6000 l/h, ocasião em que foi designado novamente o Eng. Jorge Venâncio (ABEGAS/IFSP) para a coordenação da subcomissão, agora denominada Subcomissão do 2º Programa interlaboratorial em vazão de gás de medidor do tipo diafragma no âmbito do CT-13 e que teve a participação de quatro laboratórios acreditados pela CGCRE na área de vazão de gás (IPT, CEG, ITRON e LAO), e por dois laboratórios postulantes a acreditação (COMGAS, FGS).

Para definir as regras e parâmetros do programa foi elaborado, discutido e assinado o PROTOCOLO DO 2º PROGRAMA INTERLABORATORIAL EM VAZÃO DE GÁS DE MEDIDOR DO TIPO DIAFRAGMA PARA VAZÕES DE 40 l/h a 6000 l/h em Julho de 2015, sendo que os ensaios foram concluídos em Julho de 2016.

Este documento apresenta os resultados finais, cálculos e análises deste programa.

## 2. COORDENAÇÃO

A coordenação deste programa foi conduzida pelo Sr. Jorge Venâncio de Freitas Monteiro, representante da ABEGAS, Professor titular do IFSP avaliador e membro de CT 13 do INMETRO.

## 3. LABORATÓRIOS E ENTIDADES PARTICIPANTES

Foram incluídos a este programa interlaboratorial seis laboratórios que são os laboratórios de vazão do Centro de Metrologia Mecânica, Elétrica e de Fluidos do IPT, da COMGAS, da CEG, da LAO INDÚSTRIA, da ITRON e a da FGS (vide Tabela 1).

**Tabela 1 – Relação dos laboratórios participantes**

<b>Nome do laboratório</b>	<b>Instituição / Empresa</b>	<b>Nº de Acreditação</b>
Centro de Metrologia de Fluidos– Laboratório de Vazão (coordenação)	Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT	CAL 0162
Laboratório de vazão, pressão, temperatura e analisadores portáteis	Companhia distribuidora de gás do Rio de Janeiro- CEG	CAL 0336/CRL 0509
Laboratório de vazão da LAO	LAO INDÚSTRIA	CRL 1041
Laboratório de vazão da FGS	FGS BRASIL	Postulante á acreditação
Laboratório Itron de calibrações e ensaios	ITRON Soluções para Energia e Água Ltda.	CAL 0532/CRL0618
Laboratório de vazão da COMGAS	Companhia de Gás do Estado de São Paulo	Postulante á acreditação

## 4. LABORATÓRIO DE REFERÊNCIA

Por decisão da subcomissão, o Centro de Metrologia Mecânica, Elétrica e de Fluidos do IPT foi indicado, para este programa, como o laboratório de referência. Dessa forma os resultados das medições realizadas pelos laboratórios participantes serão comparados aos resultados do laboratório do IPT.

## 5. PADRÕES ITINERANTES E CIRCULAÇÃO

### 5.1. Modalidade e número de padrões itinerantes

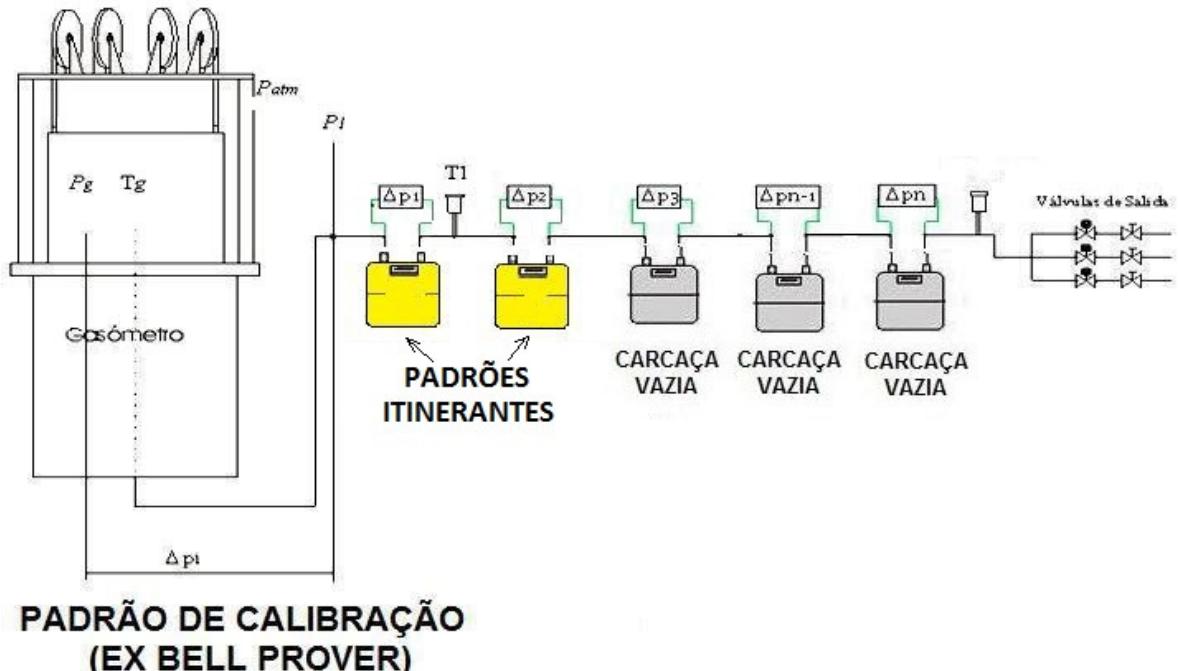
Foram utilizados, como padrões itinerantes quatro medidores, os quais foram calibrados em etapas separadas, conforme abaixo:

- a) Dois medidores comuns oriundos do 1º Plapós seleção dentre os 5 disponíveis adquiridos pela CEG, COMGAS, ITRON, DAESUNG e LAO INDÚSTRIA (em função da análise da estabilidade) e permuta de engrenagens. Os mesmos foram identificados como 3B e 1 B.
- b) Dois *drymeters* (em rodadas separadas) identificados pelos números de série 10445 e 10447 (selecionados dentre os seis disponíveis de propriedade da COMGAS, CEG, LAO INDÚSTRIA, ITRON, FGS E ELSTER).

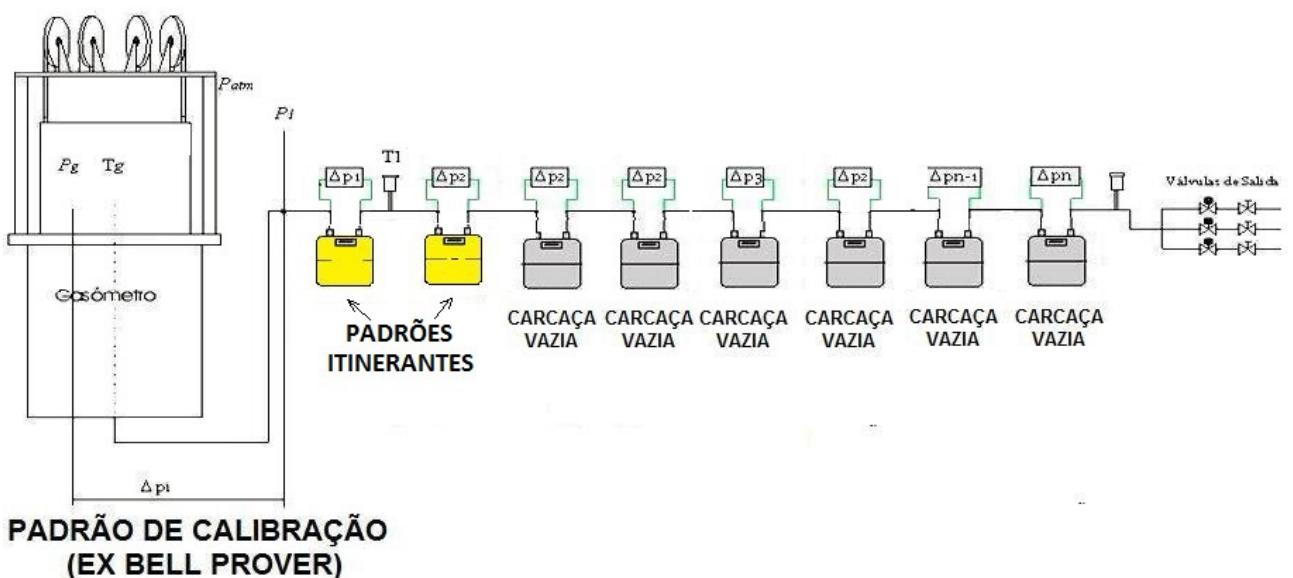
## 5.2. Posicionamento dos padrões itinerantes nas bancadas

O posicionamento dos padrões itinerantes nas bancadas foi feito dois a dois (medidores comuns e *drymeters*) em rodadas separadas nas duas primeiras posições das bancadas. As demais posições serão preenchidas por carcaças de medidores vazias. As Figuras 1,2e 3 ilustram as posições dos padrões itinerantes e carcaças para bancadas de 5, 8 e 10 medidores respectivamente.

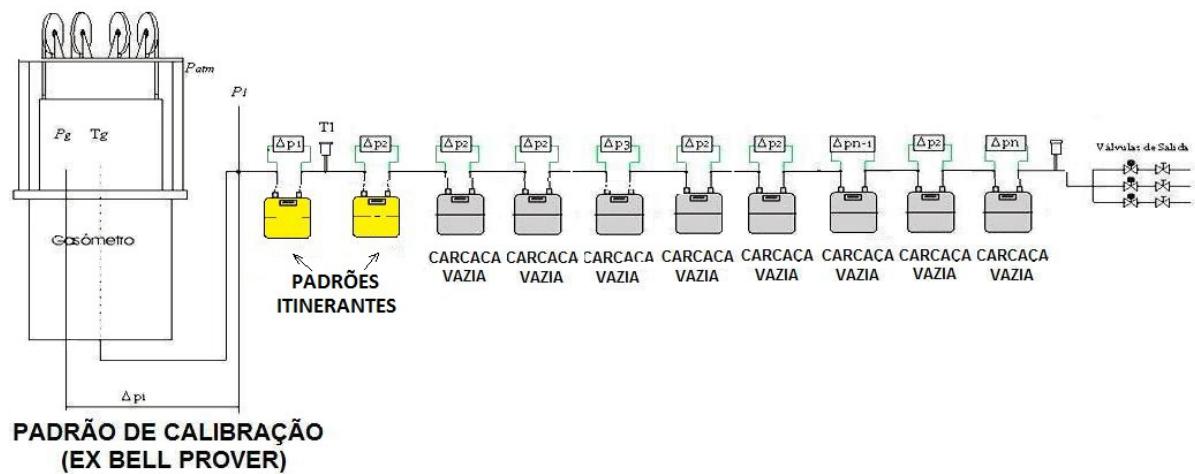
**Figura 1 – Posicionamento dos padrões itinerantes para bancadas de calibração com cinco medidores**



**Figura 2 – Posicionamento dos padrões itinerantes para bancadas de calibração com oito medidores**



**Figura 3 – Posicionamento dos padrões itinerantes para bancadas de calibração com 10 medidores**



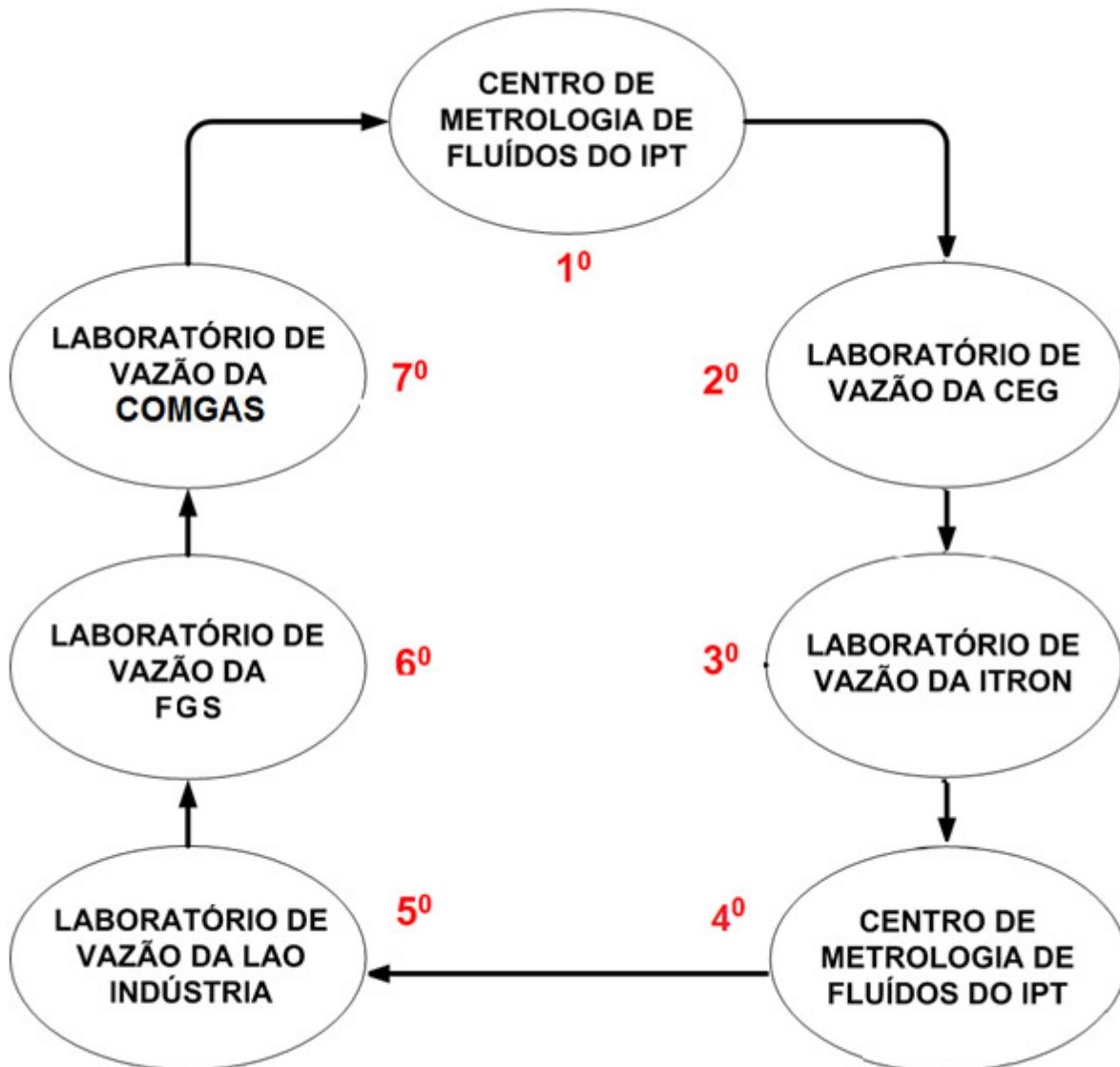
### 5.3. Tipo de circulação

A ordem de circulação foi em “roda” conforme figura 4.

Os padrões itinerantes foram calibrados no início, no meio e no fim do processo no laboratório de referência. Não ocorreram suspeitas de instabilidade ou defeitos em nenhum padrão.

Ficou estabelecido que os dois grupos de medidores (medidores tipo diafragma comunse drymeters) foram calibrados em etapas separadas e consecutivas (uma só circulação).

Figura 4 – Ordem de circulação dos padrões itinerantes



## 5.4. Acondicionamento dos padrões itinerantes

### 5.4.1 Medidores comuns como padrões itinerantes

Foi usada uma caixa metálica (Figura 5)para acomodar os dois padrões itinerantes (fornecido pelo IPT). A caixa foi lacrada, lacre com indicação de verticalidade(fornecido pela COMGAS). Cada padrão itinerante foi acondicionado em plástico bolha (Figura 6).

**Figura 5 – caixa metálica para acondicionamento de 2medidores comuns a serem usados como padrões itinerantes**



**Figura 6 – Acondicionamento individual dos medidores comuns a serem usados como padrões itinerantes**



#### **5.4.2 “Drymeters” comuns como padrões itinerantes**

Para conexão dos drymeters nas bancadas, foram utilizados módulos constituídos por trechos de tubos galvanizados e conexões de maneira que suas dimensões econexões de acoplamento às bancadas se equivalham a medidores comuns do tipo diafragma (conexão de  $1\frac{1}{4}$ ”), acoplados a mangueiras para interligação com os drymeters (Figura 7).

**Figura 7– Dispositivo H para conexão dos drymeters nas bancadas**



Para o transporte dos *drymeters* serão utilizadas duas caixas metálicas, conforme Figura 8.

**Figura 8 – caixas para acondicionamento dos drymeters a serem usados como padrões itinerantes**



Os Pls dos fabricantes foram lacrados pelo IPT com os lacres utilizando o mapa de selagem de cada medidor.

## 5.5. Transporte dos padrões itinerantes

Foi utilizado transporte rodoviário, e cada laboratório participante se encarregou de retirar os padrões itinerantes no IPT e reenviá-los de volta a esta instituição, conforme cronograma elaborado no protocolo.

## 5.6. Logística de movimentação dos padrões itinerantes e emissão de notas fiscais

Para efeito de logística de movimentação dos padrões itinerantes e emissão de notas fiscais, ficou acertado que o IPT seria o ponto focal, sendo que os mesmos foram retirados e reenviados a esta instituição com as respectivas emissões de notas fiscais. Foram emitidas Notas Fiscais de conserto, e cada empresa utilizou a sua metodologia fiscal para elaboração das mesmas.

# 6. PROCEDIMENTO DE APRESENTAÇÃO E ANALISE DOS RESULTADOS

## 6.1. Sistema de codificação dos laboratórios

Os Laboratórios foram codificados pelas siglas LAB 1, LAB2, LAB3, LAB5 e LAB 6. O laboratório de referência foi codificado como LAB 4.

## 6.3. Fluido de calibração

Foi utilizado ar comprimido seco como fluido de calibração.

## 6.4. Mensurando

Ficou acordado que o erro de medição em cada vazão é o parâmetro de comparação conforme definido pela Equação (1):

$$E(\%) = \frac{V_{medidor} - V_{Lab}}{V_{Lab}} * 100 \quad (1)$$

Onde:

E = Erro (%)

$V_{MEDIDOR}$ = Volume indicado pelo medidor de intercomparação

$V_{Lab}$ =Volume de referência medido pelo laboratório

## 6.5. Envio dos resultados de calibração

Cada laboratório participante enviou para a CGCRE (Mauricio Soares) a tabela com os resultados obtidos para cada padrão itinerante, apresentando os dados do medidor e as grandezas indicadas na Tabela 2. Os resultados enviados foram referenciados às vazões nominais e não as vazões reais, visando a não identificação dos laboratórios.

**Tabela 2 – Sugestão da forma de apresentação dos resultados da calibração**

2º Programa de Comparação Interlaboratorial em medias vazões de gás							
Código do laboratório							
<b>Marque um X no padrão calibrado</b>	Padrão Itinerante						
	Fabricante	Modelo	Faixa de	Diâmetro	k-factor	Número de	
<b>Vazão nominal</b>	<b>Erro</b>	<b>s(x)</b>	<b>Número de leituras de calibração</b>	<b>Incerteza expandida (%)</b>	<b>Fator de abrang.</b>	<b>Temperatura (°C)</b>	<b>Pressão (kPa)</b>
(l/h)	(%)	(%)		(%)	(P, 55,452)		
40,00							
250,00							
500,00							
1200,00							
2500,00							
4000,00							
6000,00							
<b>s(x) Desvio padrão experimental da média.</b>							
<b>Nota : O erro (mensurando) deve ser declarado considerando o k-factor definido para cada medidor deste PI.</b>							
<b>Dificuldades ou anormalidades observada durante a calibração:</b>							
<b>Desvios do procedimentos estabelecido para a comparação e justificativas do</b>							

O relatório final foi elaborado pelo coordenador do Programa tomando como base cálculos efetuados pela equipe técnica do laboratório de referência. Para tal, foram utilizados como parâmetro de comparação os resultados de erro normalizado, dado pela Equação 2, abaixo:

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

Onde:

$E_n$  = Erro normalizado (pode ser positivo ou negativo)

$U_{lab}$  = Incerteza expandida da calibração do laboratório participante.

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

O grupo decidiu adotar a seguinte critério de análise de En:

En≤ 1 = resultados satisfatórios

**EN=1 – resultados satisfatórios**  
**1<En<1,2 – resultados em alerta (considerados ainda como satisfatórios)**

En≥1,2 = resultados insatisfatórios

Adotou-se esta abordagem devido ao fato ao tipo de medidor padrão utilizado nesta comparação possuir importantes componentes estocásticos de incerteza significativos.

## 7. INCERTEZA E AVALIAÇÃO DA HOMOGENEIDADE E ESTABILIDADE

### 7.1. Incerteza do valor de referência

O valor de referência (VR) foi adotada a média dos resultados obtidos por este laboratório nas três calibrações dos padrões itinerantes.

A incerteza de referência utilizada foi constituída pela incerteza obtida pelo laboratório de referência composta por um parâmetro relativo à reproduzibilidade e estabilidade do padrão avaliada pelo mesmo com base na diferença entre os resultados iniciais, intermediários e finais da calibração do padrão (Equação 2).

A incerteza relativa ao valor de referência VR ( $U_{VR}$ ) foi calculada como (Equação 3):

$$U_{VR} = 2 * u_{VR} \quad e \quad u_{VR} = \sqrt{u_c^2 + u_{rep}^2} \quad (3)$$

Onde:

$u_c$ = É a incerteza padronizada determinada na calibração do laboratório de referência.

$u_{repr}$  = É uma incerteza associada à reproduzibilidade e estabilidade do padrão itinerante.

### 7.2 Estabilidade dos padrões itinerantes

O laboratório de referência verificou a estabilidade dos padrões realizando calibrações no início, no meio e no final do ciclo de circulação pelos laboratórios e comparando os resultados.

A incerteza expandida relativa a esse parâmetro foi calculada admitindo-se uma distribuição retangular tendo como extremos a máxima diferença (em módulo) entre os resultados dos erros das três calibrações dos padrões itinerantes.

Assim, a incerteza padronizada relativa ao parâmetro de reproduzibilidade e estabilidade será calculada como sendo para cada ponto (Equação 4):

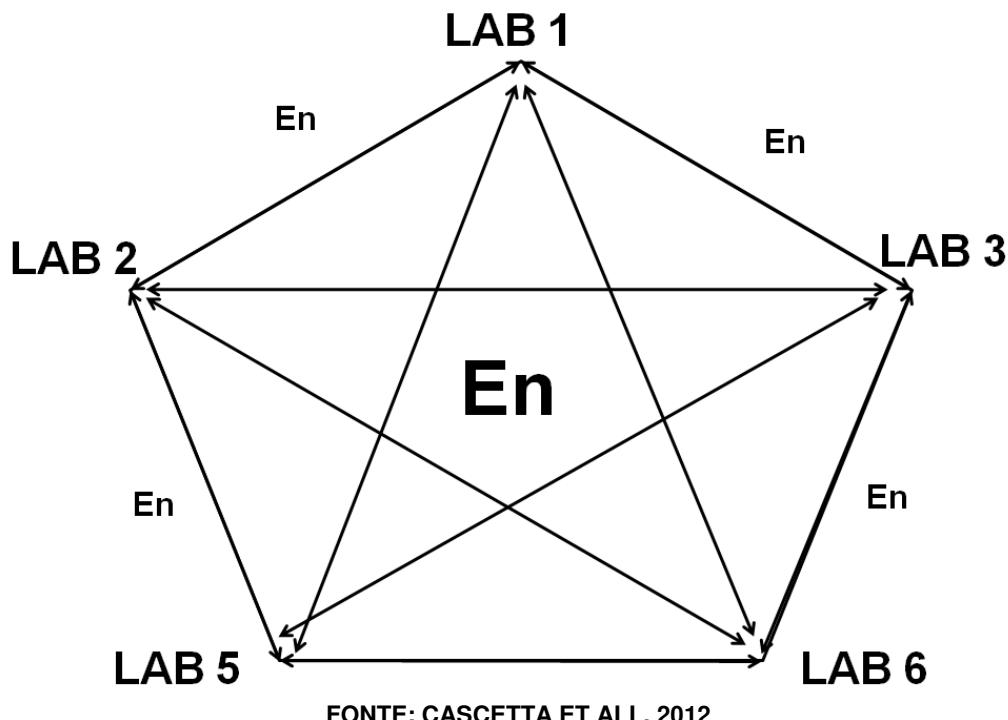
$$u_{rep} = 2 * \frac{\text{Máximadiferença}}{\sqrt{12}} \quad (4)$$

### 7.3 Outras análises

Tendo em vista às características desta intercomparação, na qual predominam componentes estocásticos de incerteza, utilização de quatro padrões itinerantes em bancadas múltiplas de calibração e a alta repetibilidade/reprodutibilidade dos mesmos, foi realizada uma análise comparativa de desempenho dos mesmos visando um eventual descarte em função das suas estabilidades e homogeneidades.

Para tal, foi adotada a metodologia de elencagem de padrões itinerantes proposta tomando como base a compatibilidade metrológica quantitativa, (CASCETTA ET ALL, 2012). Desta forma, foram estimados os erros normalizados entre todos os laboratórios (calculados de laboratório contra laboratório, um a um) e elencados em função da contagem dos erros normalizados obtidos superiores a 1,00. (Figura 9).

**Figura 9 – Metodologia de estimativas de En (laboratório contra laboratório) para elencagem de padrões itinerantes**



## 8. RESULTADOS

### 8.1. RESULTADOS DA ANALISE DA ESTABILIDADE

#### 9.1.1 Diferenças obtidas pelo laboratório de referência e estimativa da incerteza

Foi possível observar diferenças com valores compreendidos entre 0,16 % e 0,79. Estes valores, embora altos para padrões de intercomparação, são bastante típicas para este tipo de medidor.

De forma a levar em conta esta variabilidade foi estabelecido um parâmetro na forma de uma incerteza que foi atribuído a reprodutibilidade do padrão e que foi composto com a incerteza do laboratório de referência. As Tabelas 3 e 4 apresentam os resultados das diferenças obtidas entre valores de erros percentuais e reprodutibilidade dos padrões itinerantes, respectivamente.

**Tabela 3: Diferença dos resultados de calibração dos padrões itinerantes**

VAZÃO (l/h)	MÁXIMA DIFERENÇA ENTRE MEDIDAS (%)			
	DRYMETER10445	DRYMETER10447	MED 1B	MED 3B
40	0,28	0,47	0,79	0,58
250	0,16	0,27	0,36	0,23
500	0,33	0,26	0,11	0,25
1000	0,21	0,20	0,06	0,24
2500	0,08	0,33	0,07	0,38
4000	0,36	0,37	0,16	0,41
6000	0,30	1,00	0,21	0,22

**Tabela 4: Reprodutibilidade dos padrões itinerantes**

VAZÃO (l/h)	REPRODUTIBILIDADE (%)			
	DRYMETER10445	DRYMETER10447	MED 1B	MED 3B
40	0,16	0,27	0,46	0,33
250	0,09	0,15	0,21	0,13
500	0,19	0,15	0,06	0,15
1000	0,12	0,12	0,03	0,14
2500	0,05	0,19	0,04	0,22
4000	0,21	0,21	0,09	0,23
6000	0,18	0,58	0,12	0,13

## 8.2. ELENCAJEM DOS PADRÕES

A Tabela 5 apresenta os resultados obtidos por esta análise

**Tabela 5 – Resultados da metodologia de estimativas de En (laboratório contra laboratório) para elencagem de padrões itinerantes**

VAZÃO (l/h)	PONTOS COM En > 1			
	DRYMETER10445	DRYMETER10447	MED 1B	MED 3B
40	5,00	4,00	9,00	6,00
250	1,00	0,00	0,00	2,00
500	0,00	0,00	2,00	2,00
1000	0,00	0,00	0,00	1,00
2500	0,00	0,00	1,00	0,00
4000	0,00	2,00	0,00	3,00
6000	0,00	2,00	3,00	0,00
<b>TOTAL</b>	<b>6,00</b>	<b>8,00</b>	<b>15,00</b>	<b>14,00</b>

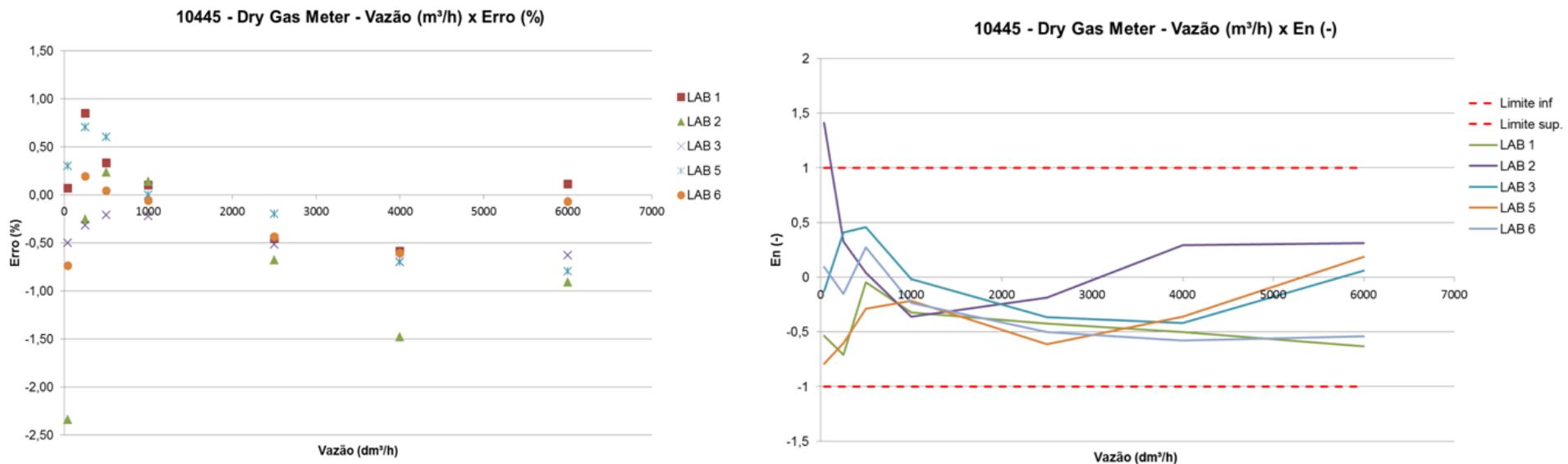
## 8.3. RESULTADOS: ERROS DE INDICAÇÃO E ERROS NORMALIZADOS POR PADRÃO ITINENERANTE

Os resultados são apresentados nas Tabelas 6 a 9 e Figuras 10 a 13.

**Tabela 6 – Resultados do erro normalizado e erro de indicação – Padrão itinerante DRYMETER10445**

Vazão (litros/h)	LABORATÓRIO									
	LAB 1		LAB 2		LAB 3		LAB 5		LAB 6	
	En (-)	Erro (%)	En (-)	Erro (%)	En (-)	Erro (%)	En (-)	Erro (%)	En (-)	Erro (%)
40	-0,54	0,07	1,41	-2,34	-0,13	-0,50	-0,79	0,30	0,09	-0,74
250	-0,71	0,85	0,32	-0,25	0,41	-0,32	-0,60	0,70	-0,15	0,19
500	-0,04	0,33	0,04	0,24	0,46	-0,21	-0,29	0,60	0,27	0,04
1000	-0,32	0,10	-0,36	0,14	-0,02	-0,22	-0,21	0,00	-0,23	-0,06
2500	-0,42	-0,46	-0,18	-0,68	-0,36	-0,52	-0,61	-0,20	-0,50	-0,44
4000	-0,50	-0,59	0,29	-1,48	-0,42	-0,70	-0,36	-0,70	-0,58	-0,61
6000	-0,63	0,11	0,31	-0,91	0,06	-0,63	0,19	-0,80	-0,54	-0,07

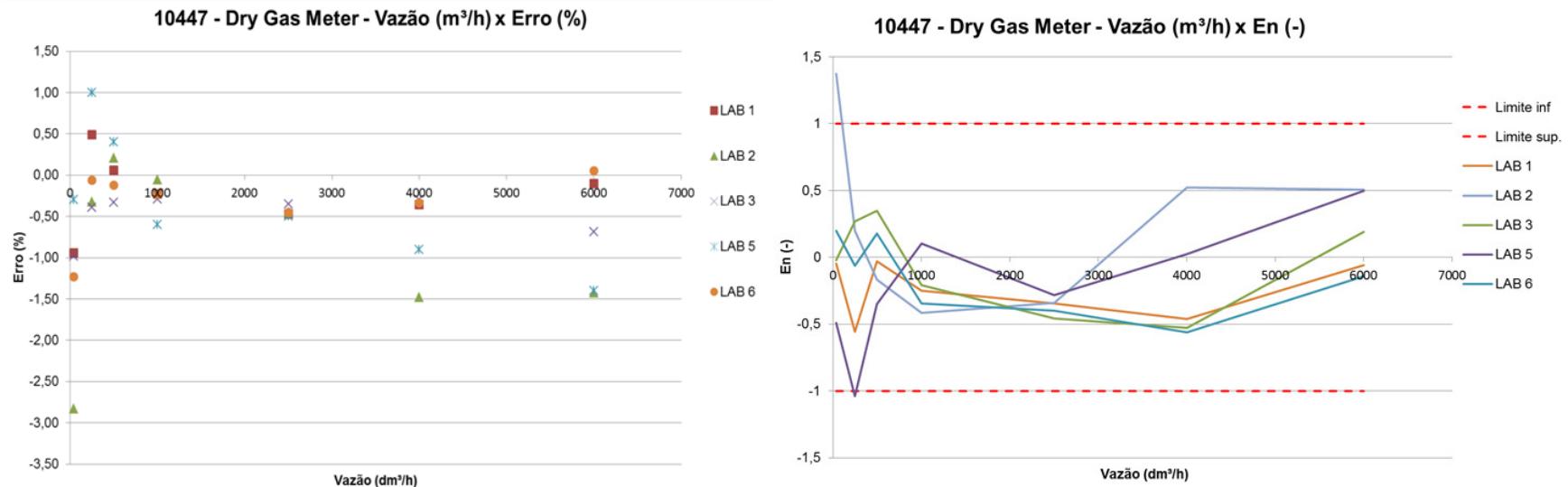
**Figura 10 – Gráficos: erro normalizado e erro de indicação – Padrão itinerante DRYMETER10445**



**Tabela 7 – Resultados do erro normalizado e erro de indicação – Padrão itinerante DYMETER10447**

Vazão (litros/h)	LABORATÓRIO									
	LAB 1		LAB 2		LAB 3		LAB 5		LAB 6	
	En (-)	Erro (%)	En (-)	Erro (%)	En (-)	Erro (%)	En (-)	Erro (%)	En (-)	Erro (%)
40	-0,05	-0,94	1,37	-2,83	-0,02	-0,98	-0,49	-0,30	0,20	-1,23
250	-0,56	0,49	0,20	-0,32	0,27	-0,39	-1,04	1,00	-0,06	-0,06
500	-0,03	0,06	-0,17	0,21	0,35	-0,33	-0,35	0,40	0,18	-0,12
1000	-0,25	-0,23	-0,42	-0,05	-0,21	-0,29	0,10	-0,60	-0,34	-0,23
2500	-0,34	-0,47	-0,34	-0,45	-0,46	-0,35	-0,28	-0,50	-0,40	-0,45
4000	-0,46	-0,36	0,52	-1,48	-0,53	-0,30	0,03	-0,90	-0,56	-0,34
6000	-0,06	-0,10	0,51	-1,43	0,19	-0,69	0,50	-1,40	-0,14	0,05

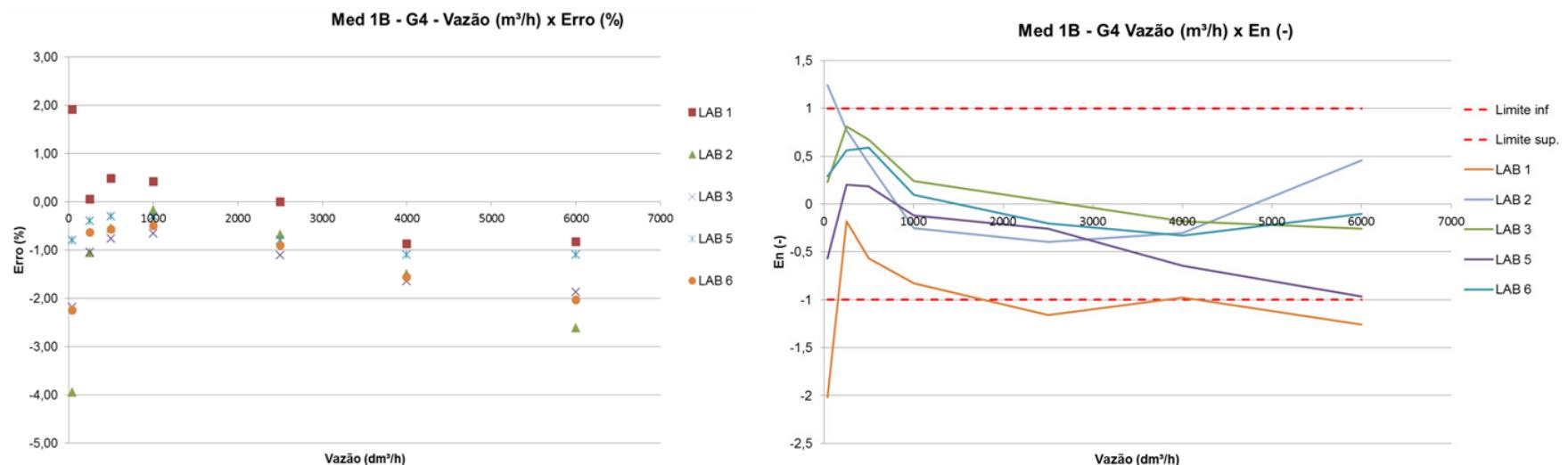
**Figura 11 – Gráficos: erro normalizado e erro de indicação – Padrão itinerante DRYMETER10447**



**Tabela 8 – Resultados do erro normalizado e erro de indicação – padrão itinerante MED 1B**

Vazão (litros/h)	LABORATÓRIO									
	LAB 1		LAB 2		LAB 3		LAB 5		LAB 6	
	En (-)	Erro (%)	En (-)	Erro (%)	En (-)	Erro (%)	En (-)	Erro (%)	En (-)	Erro (%)
40	-2,02	1,91	1,24	-3,95	0,23	-2,19	-0,57	-0,80	0,29	-2,25
250	-0,18	0,05	0,77	-1,06	0,81	-1,05	0,20	-0,40	0,56	-0,64
500	-0,57	0,48	0,42	-0,55	0,67	-0,77	0,18	-0,30	0,59	-0,57
1000	-0,83	0,42	-0,25	-0,17	0,24	-0,66	-0,12	-0,30	0,10	-0,50
2500	-1,16	0,00	-0,39	-0,68	0,03	-1,11	-0,26	-0,80	-0,20	-0,91
4000	-0,98	-0,87	-0,30	-1,50	-0,18	-1,65	-0,64	-1,10	-0,33	-1,56
6000	-1,26	-0,83	0,46	-2,62	-0,26	-1,87	-0,97	-1,10	-0,10	-2,04

**Figura 12 – Gráficos: erro normalizado e erro de indicação – padrão itinerante MED 1B**

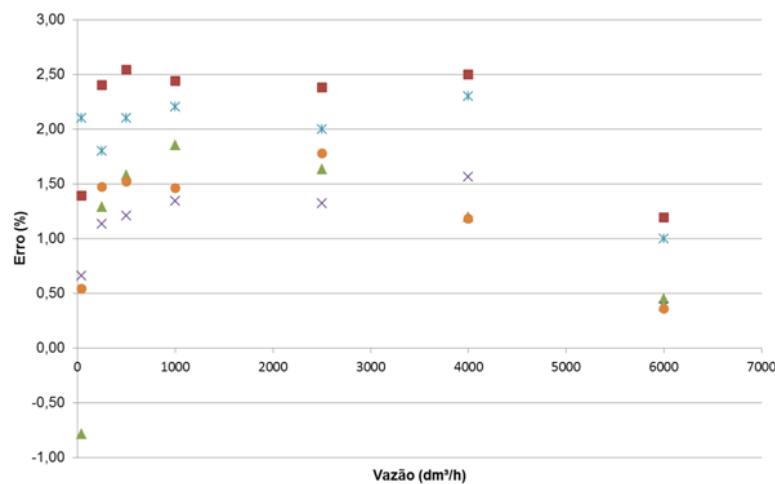


**Tabela 9 – Resultados do erro normalizado e erro de indicação – Padrão Itinerante MED 3B**

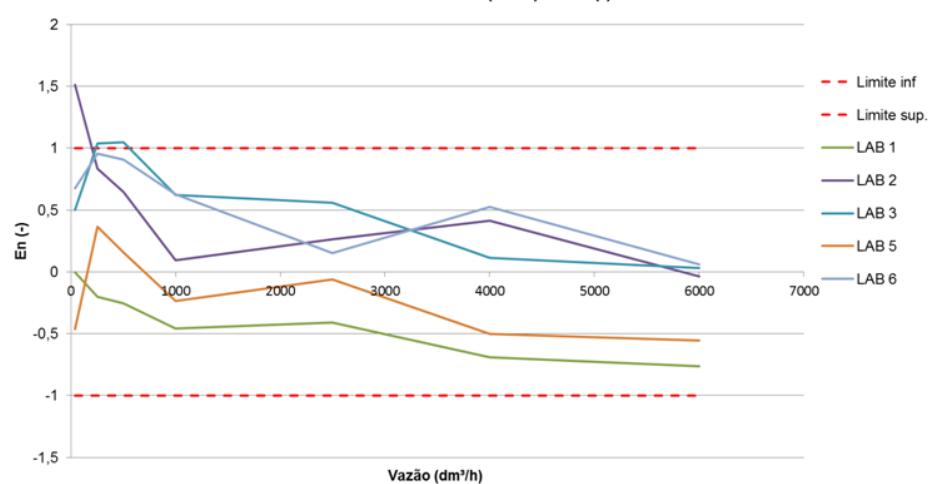
Vazão (litros/h)	LABORATÓRIO									
	LAB 1		LAB 2		LAB 3		LAB 5		LAB 6	
	En (-)	Erro (%)	En (-)	Erro (%)	En (-)	Erro (%)	En (-)	Erro (%)	En (-)	Erro (%)
40	0,00	1,39	1,51	-0,79	0,50	0,66	-0,46	2,10	0,67	0,54
250	-0,20	2,40	0,83	1,29	1,04	1,13	0,36	1,80	0,95	1,47
500	-0,25	2,54	0,65	1,58	1,05	1,21	0,16	2,10	0,91	1,52
1000	-0,46	2,44	0,10	1,85	0,62	1,34	-0,23	2,20	0,62	1,46
2500	-0,41	2,38	0,26	1,63	0,56	1,32	-0,06	2,00	0,15	1,78
4000	-0,69	2,50	0,41	1,20	0,11	1,56	-0,50	2,30	0,53	1,18
6000	-0,77	1,19	-0,03	0,45	0,03	0,38	-0,55	1,00	0,06	0,36

**Figura 13 – Gráficos: erro normalizado e erro de indicação – padrão itinerante MED 3B**

Med 3B - G4 - Vazão (m<sup>3</sup>/h) x Erro (%)



Med 3B - G4 Vazão (m<sup>3</sup>/h) x En (-)



## 9. AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS

Nas subseções 9.1 e 9.2 são apresentados respectivamente, os resultados do erro normalizado por laboratório (tabelas 10 a 14) e uma quadro resumo (Tabela 15).

### 9.1. AVALIAÇÃO DOS LABORATÓRIOS

A seguir são apresentados os resultados do erro normalizado ( $E_n$ ) apresentados dos participantes em todos os pontos de vazão ensaiados (tabelas 10 a 14):

#### 9.1.1 LAB 1

Tabela 10 – Resultados do erro normalizado para o LAB1

Vazão (litros/h)	PADRÃO ITINERANTE (MEDIDOR)				DESEMPENHO
	DRY 10445	DRY 10447	MED 1B	MED 3B	
	En	En	En	En	
40	-0,54	-0,05	-2,02	0,00	Insatisfatório
250	-0,71	-0,56	-0,18	-0,20	Satisfatório
500	-0,04	-0,03	-0,57	-0,25	Satisfatório
1000	-0,32	-0,25	-0,83	-0,46	Satisfatório
2500	-0,42	-0,34	-1,16	-0,41	Alerta
4000	-0,50	-0,46	-0,98	-0,69	Satisfatório
6000	-0,63	-0,06	-1,26	-0,77	Insatisfatório

#### 9.1.2 LAB 2

Tabela 11 – Resultados do erro normalizado para o LAB 2

Vazão (litros/h)	PADRÃO ITINERANTE (MEDIDOR)				DESEMPENHO
	DRY 10445	DRY 10447	MED 1B	MED 3B	
	En	En	En	En	
40	1,41	1,37	1,24	1,51	Insatisfatório
250	0,32	0,20	0,77	0,83	Satisfatório
500	0,04	-0,17	0,42	0,65	Satisfatório
1000	-0,36	-0,42	-0,25	0,10	Satisfatório
2500	-0,18	-0,34	-0,39	0,26	Satisfatório
4000	0,29	0,52	-0,30	0,41	Satisfatório
6000	0,31	0,51	0,46	-0,03	Satisfatório

### 9.1.3 LAB 3

Tabela 12 – Resultados do erro normalizado para LAB 3

Vazão (litros/h)	<b>PADRÃO ITINERANTE (MEDIDOR)</b>				<b>DESEMPENHO</b>
	<b>DRY 10445</b>	<b>DRY 10447</b>	<b>MED 1B</b>	<b>MED 3B</b>	
	<b>En</b>	<b>En</b>	<b>En</b>	<b>En</b>	
40	-0,13	-0,02	0,23	0,50	Satisfatório
250	0,41	0,27	0,81	1,04	Alerta
500	0,46	0,35	0,67	1,05	Alerta
1000	-0,02	-0,21	0,24	0,62	Satisfatório
2500	-0,36	-0,46	0,03	0,56	Satisfatório
4000	-0,42	-0,53	-0,18	0,11	Satisfatório
6000	0,06	0,19	-0,26	0,03	Satisfatório

### 9.1.4 LAB 5

Tabela 13 – Resultados do erro normalizado para o LAB 5

Vazão (litros/h)	<b>PADRÃO ITINERANTE (MEDIDOR)</b>				<b>DESEMPENHO</b>
	<b>DRY 10445</b>	<b>DRY 10447</b>	<b>MED 1B</b>	<b>MED 3B</b>	
	<b>En</b>	<b>En</b>	<b>En</b>	<b>En</b>	
40	-0,79	-0,49	-0,57	-0,46	Satisfatório
250	-0,60	-1,04	0,20	0,36	Alerta
500	-0,29	-0,35	0,18	0,16	Satisfatório
1000	-0,21	0,10	-0,12	-0,23	Satisfatório
2500	-0,61	-0,28	-0,26	-0,06	Satisfatório
4000	-0,36	0,03	-0,64	-0,50	Satisfatório
6000	0,19	0,50	-0,97	-0,55	Satisfatório

### 9.1.5 LAB 6

**Tabela 14 – Resultados do erro normalizado para o LAB 6**

Vazão (litros/h)	<b>PADRÃO ITINERANTE (MEDIDOR)</b>				<b>DESEMPENHO</b>
	<b>DRY 10445</b>	<b>DRY 10447</b>	<b>MED 1B</b>	<b>MED 3B</b>	
	<b>En</b>	<b>En</b>	<b>En</b>	<b>En</b>	
40	0,09	0,20	0,29	0,67	Satisfatório
250	-0,15	-0,06	0,56	0,95	Satisfatório
500	0,27	0,18	0,59	0,91	Satisfatório
1000	-0,23	-0,34	0,10	0,62	Satisfatório
2500	-0,50	-0,40	-0,20	0,15	Satisfatório
4000	-0,58	-0,56	-0,33	0,53	Satisfatório
6000	-0,54	-0,14	-0,10	0,06	Satisfatório

### 9.2. QUADRO RESUMO

A Tabela 15 apresenta um quadro resumo dos resultados do erro normalizado ( $E_n$ ) dos participantes em todos os pontos de vazão ensaiados:

**Tabela 15 – Desempenho dos laboratórios por ponto (vazão nominal)**

Vazão (litros/h)	<b>LABORATÓRIO</b>				
	<b>LAB 1</b>	<b>LAB 2</b>	<b>LAB 3</b>	<b>LAB 5</b>	<b>LAB 6</b>
40	Insatisfatório em um PI	Insatisfatório em 4 PI	Satisfatório	Satisfatório	Satisfatório
250	Satisfatório	Satisfatório	Alerta em um PI	Satisfatório	Satisfatório
500	Satisfatório	Satisfatório	Alerta em um PI	Alerta em um PI	Satisfatório
1000	Satisfatório	Satisfatório	Satisfatório	Satisfatório	Satisfatório
2500	Alerta em um PI	Satisfatório	Satisfatório	Satisfatório	Satisfatório
4000	Satisfatório	Satisfatório	Satisfatório	Satisfatório	Satisfatório
6000	Insatisfatório em um PI	Satisfatório	Satisfatório	Satisfatório	Satisfatório

**LEGENDA:** PI = Padrão itinerante

## 10. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os padrões itinerantes foram calibrados no IPT em Julho de 2015 re-calibrados em Dezembro/2015 e Junho de 2016.

Apesar de ter sido sinalizada uma diferença de desempenho na elencagem dos padrões itinerantes dos medidores tipo diafragma tipo drymeter e comuns, com vantagem para os drymeters na vazão de 40 l/h, não foi feito descarte de nenhum padrão devido às razões abaixo:

- Foi levada em consideração no cálculo da incerteza expandida final nos resultados do Laboratório de referência a componente da reproduzibilidade

na vazão mínima (que foi maior nos medidores comuns), o que, portanto, foi também levado em conta no cálculo de Erro Normalizado.

- b) Não houve diferenças significativas nas reproduzibilidades nos padrões itinerantes de uma maneira geral.

Não houve relato de problemas na calibração dos padrões ou na interpretação do procedimento descrito o protocolo.

Foi verificada uma notória evolução nos resultados de uma maneira geral em relação ao 1º Programa interlaboratorial o que vem a comprovar o sucesso da iniciativa do CT 13 na realização destes programas.

Os Laboratórios LAB 3, LAB 5 e LAB 6 tiveram seus resultados aprovados em todas as vazões e padrões itinerantes. Os laboratórios LAB 1 e LAB 2 obtiveram alguns poucos resultados de Erro Normalizado superiores a expectativa.

Gostaríamos de ressaltar o bom nível de comprometimento dos laboratórios na execução do PI e agradecer a todos o esforço empenhado.

## 11. INFORMAÇÕES ADICIONAIS

**“Conforme requerido pela política de participação em atividades de ensaios de proficiência da Dicla, os laboratórios que obtiveram resultados insatisfatórios para as calibrações para as quais são acreditados devem evidenciar ao seu Gestor de Acreditação a implementação de ações corretivas de acordo com o estabelecido no Regulamento de Acreditação da Dicla”.**

## 12. BIBLIOGRAFIA

- INMETRO -INSTITUTO NACIONAL DA METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA NORMA Nº NIE-CGCRE-045 Operação dos Comitês Técnicos de Assessoramento a CGCRE na Acreditação de Organismos e Avaliação da Conformidade. Disponível em <http://www.inmetro.gov.br/>. Acesso em 10/12/2015.
- INTERCOMPARISON MEASUREMENTS IN THE FIELD OF GAS FLOW AND VOLUME - COOMET PROJECT Nº 412/UA/07
- CASCETTA ET ALL. An Experimental intercomparison of gas meter calibrations. Revista Measurement Volume 45, Issue8, October 2012, Pages 1951–1959. Editora Elsevier. Londres, Reino Unido e escritórios regionais. 2012.
- RORASTIERI, Juan LUPO, Sergio. Trabajo de intercomparación en gas natural em Argentina. Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI). 5 p. Buenos Aires. Argentina. 2006.

**São Paulo, 17 de agosto de 2016**

**Coordenador do Ensaio de Proficiência:**

Jorge Venâncio de Freitas Monteiro (IFSP/ABEGAS)

**Relatório aprovado por:**

Helena Manosso / Rui Gomez - Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT (SP)  
Jean Wesley Alesi - COMGAS Companhia de gás de São Paulo - (SP)  
Vitor Damasceno - Companhia distribuidora de gás do Rio de Janeiro- CEG (RJ)  
Henrique Mello / Marcelo Orsi - Laboratório Itron de Calibrações e Ensaios (SP)  
Alexandre Spadaccini – Laboratório de vazão da LAO INDÚSTRIA – LAO (SP)  
Eduardo Rocco - Laboratório de vazão da FGS – FGS (SP)