



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

**SUBCOMISSÃO TÉCNICA DO 1º PROGRAMA  
INTERLABORATORIAL EM VAZÃO DE GÁS – MÉDIA VAZÃO**

**Relatório final**

**12.01.2015**

## 1. INTRODUÇÃO

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

No dia 10.06.2010 foi realizada 1<sup>a</sup> reunião da Subcomissão do CT 13 para o 1º PI em médias vazões de gás (medidores residenciais de gás do tipo diafragma), com a participação dos Srs Alexandre Spadaccini (LAO), Eduardo Rocco (FGS/DAESUNG) , Fábio Rozolen (ELSTER), Jorge Venâncio (COMGAS), Kazuto Kawakita (IPT), Luiz Koji Arimura (FGS), Nilson Massami Taira (IPT), Rui Gomez Teixeira (IPT), Vitor Luiz Souza Damasceno (CEG), e Willian Rafael Ribeiro (ITRON).

A subcomissão do 1º PI de Baixa vazão de gás teve a participação de três laboratórios acreditados pela Cgcre na área de vazão de gás (IPT, CEG e ITRON) , e por três laboratórios postulantes a acreditação (ELSTER, FGS/DAESUNG e LAO).

Para definir as regras e parâmetros do programa foi elaborado, discutido e assinado o “PROTOCOLO DO 1º PROGRAMA INTERLABORATORIAL EM MÉDIA VAZÃO DE GÁS em Agosto de 2010 e os ensaios foram concluídos em setembro de 2013.

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

## 2. COORDENAÇÃO

A coordenação deste programa foi conduzida pelo Sr Jorge Venancio de Freitas Monteiro, engenheiro da COMGAS e avaliador do INMETRO.

## 3. PADRÕES ITINERANTES

A subcomissão decidiu pela utilização de 4 modelos comerciais de medidores G4 do tipo diafragma, sendo que os mesmos de fabricação da ELSTER, DAESUNG, ITRON e LAO INDUSTRIA.

Para proceder a escolha dos medidores, cada fabricante enviou ao IPT duas amostras de medidores G4 que foram identificadas com etiquetas numeradas, como segue:

- 1A e 1B
- 2A e 2B;
- 3A e 3B;
- 4A e 4B

Por ocasião das primeiras calibrações o IPT escolheu para cada fabricante uma amostra , descartando a segunda.

Em cada medidor foram instaladas faixas reflexivas no último tambor do litorador de maneira a obter resolução de 2 litros por ocasião das calibrações.

#### 4. LABORATÓRIOS PARTICIPANTES E CIRCULAÇÃO

Seis laboratórios participaram deste programa interlaboratorial. O INMETRO atuou como observador neste programa, por meio da Comissão Técnica de Vazão - CT-13. A Tabela 1 relaciona os laboratórios participantes e suas informações.

**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 (referência)	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
Laboratório de vazão da LAO	LAO INDÚSTRIA	Postulante à acreditação
Laboratório de vazão da FGS	FGS BRASIL	Postulante à acreditação
Itron Medidores de Gás	Itron Soluções para Energia e Água Ltda	Cal 0532
Laboratório de vazão da ELSTER	Elster – Medição de Energia LTDA	Postulante à acreditação

#### 5. CARACTERIZAÇÃO DO PROGRAMA

Tendo em vista o caráter de pioneirismo deste plano no Brasil foi decidida a caracterização deste programa como sendo piloto, face as seguintes razões:

- Dificuldades em se encontrar padrões itinerantes que apresentem boa repetibilidade e reproduzibilidade nas vazões representativas das faixas em questão;
- Existência significativa de componentes estocásticos de incerteza.

Desta forma os resultados obtidos serão utilizados como aprendizagem e para a tomada de ações corretivas em caráter preventivo.

## 6. CIRCULAÇÃO E TRANSPORTE

### 6.1. CIRCULAÇÃO

A ordem de circulação em “roda” foi adotada para este programa. A ordem de circulação é apresentada no Fig. 1.

Os padrões itinerantes foram calibrados no início, no meio e no fim do processo pelo laboratório coordenador (IPT) para verificar a estabilidade.

Fig. 1 – Ordem de circulação dos padrões itinerantes



## 6.2. ACONDICIONAMENTO E TRANSPORTE

Foram usadas duas caixas metálicas (Figura 2) para acomodar os 4 padrões itinerantes. Em cada uma delas foram colocados lacres com indicação de verticalidade. Cada padrão itinerante foi acondicionado em plástico bolha (Figura 3).

Figura 2 – caixa metálica para acondicionamento de 2 padrões itinerantes



Figura 3 – Acondicionamento individual dos padrões itinerantes



A lacração dos padrões itinerantes foi feita pelos próprios fabricantes e foram colocados lacres adicionais pelo IPT.

Para a movimentação dos padrões itinerantes foi utilizado o transporte rodoviário, e cada laboratório participante se encarregou de retirar os padrões itinerantes no laboratório anterior (Figura 1), conforme cronograma previamente estabelecido.

## 7. CONDIÇÕES DAS CALIBRAÇÕES

### 7.1. VAZÕES E INFORMAÇÕES CORRELATAS

Cada padrão itinerante foi calibrado em 7 pontos da sua faixa de operação. As vazões utilizadas, bem como as demais informações correlatas, encontram-se discriminadas na Tabela 2. A mesma foi utilizada como padrão de envio de relato dos resultados em adição aos certificados de calibração.

Ficou estabelecido que os resultados enviados se referem às vazões nominais e não as vazões reais, visando a não identificação dos laboratórios.

**Tabela 2 – Apresentação dos resultados da calibração**

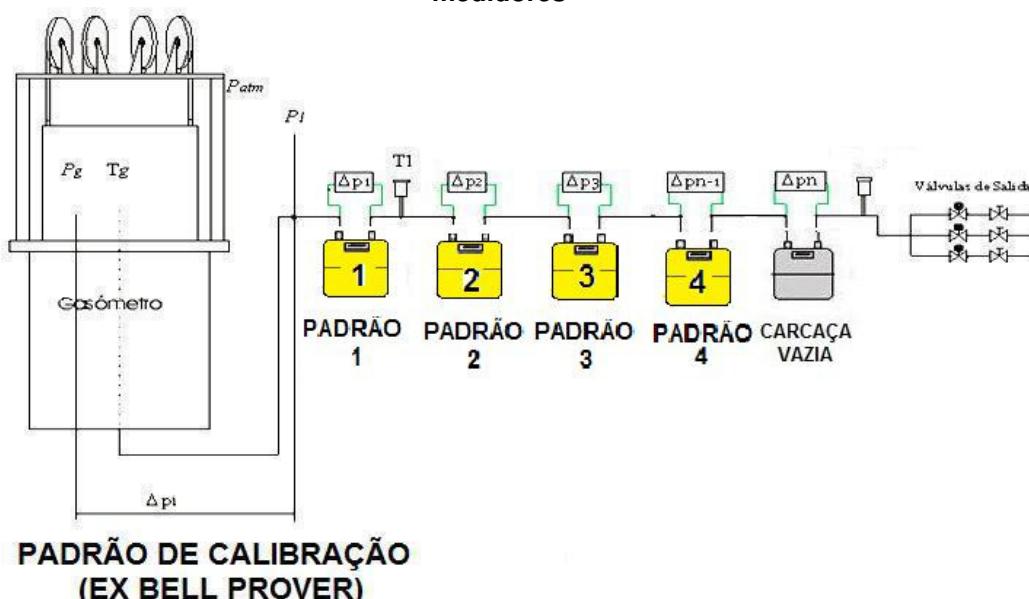
Vazão (litros/h)	Volume de ar utilizado na calibração (litros)	Erro (%)	Desvio padrão experimental da média (%)	Incerteza expandida (%)	Fator de abrangência (*) (-)
40	20				
250	50				
500	100				
1000	100				
2500	100				
4000	100				
6000	100				

## 7.2. PROCEDIMENTO DE CALIBRAÇÃO

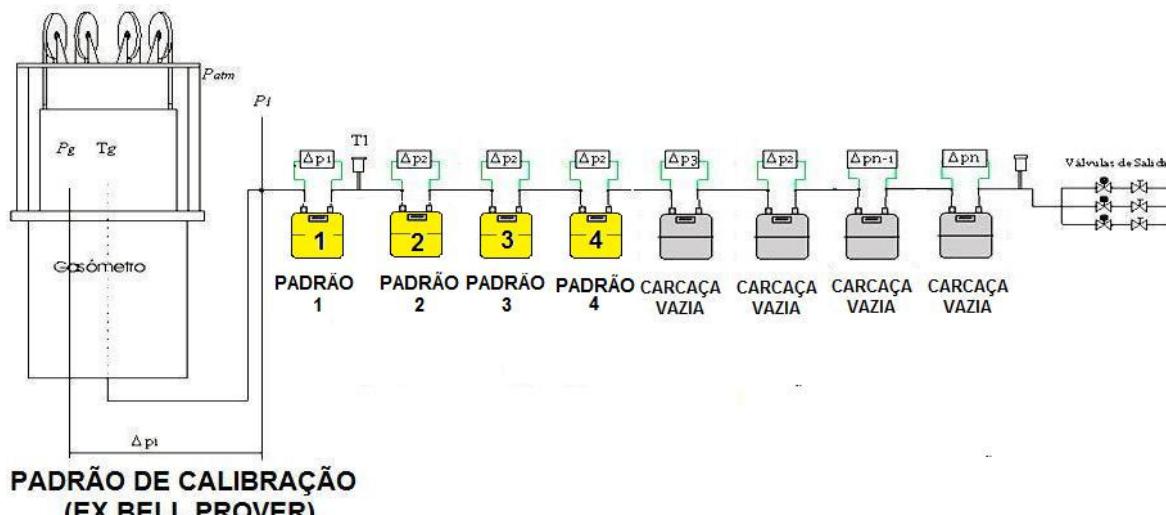
Nos parâmetros não especificamente definidos neste documento, cada laboratório utilizou o método proposto no seu procedimento de calibração que foi objeto desta comparação. O protocolo de comparação interlaboratorial, redigido no início das atividades, foi revisado por cada laboratório com cuidado antes de aceitá-lo de forma a evitar que algum parâmetro acordado pudesse ser incompatível com seus procedimentos de calibração.

Tendo em vista o fato de se utilizarem bancadas múltiplas de calibração com números variáveis de medidores ficou estabelecido que os quatro padrões itinerantes medidores fossem posicionados nas quatro primeiras posições das bancadas. As demais posições foram preenchidas por carcaças de medidores vazias. As figuras 4, 5, 6 e 7 ilustram as posições dos padrões itinerantes e carcaças para bancadas de 5, 8, 10 e 20 medidores respectivamente.

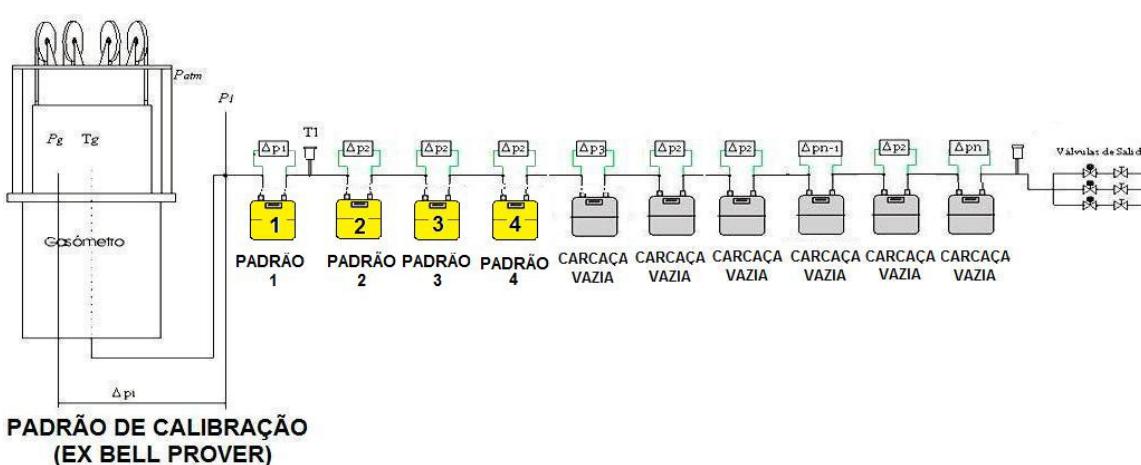
**Figura 4 – Posicionamento dos padrões itinerantes para bancadas de calibração com 5 medidores**



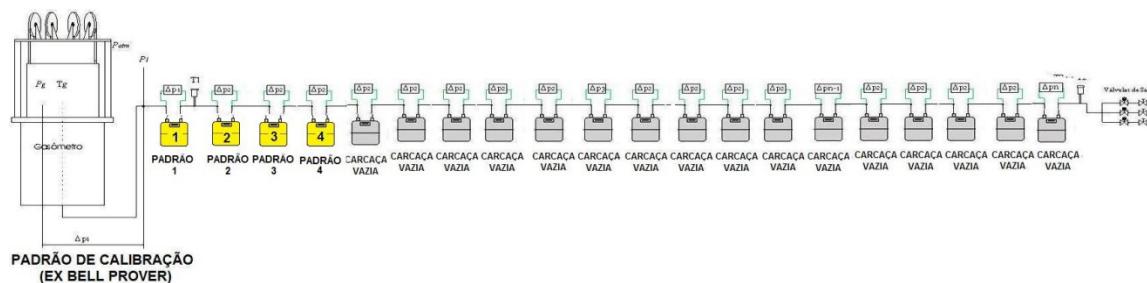
**Figura 5 – Posicionamento dos padrões itinerantes para bancadas de calibração com 8 medidores**



**Figura 6 – Posicionamento dos padrões itinerantes para bancadas de calibração com 10 medidores**



**Figura 7 – Posicionamento dos padrões itinerantes para bancadas de calibração com 20 medidores**



### 7.3. CONDICIONAMENTO

O tipo de medidor previsto não exige trechos de condicionamento. O laboratório ficou, portanto, livre para utilizá-los se seu procedimento assim o exigir.

## 7.4. FLUIDO DE CALIBRAÇÃO

Foi utilizado ar como fluido de calibração.

## 7.5. MENSURANDO

Fica acordado que o erro de medição em cada vazão de teste será 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 padrão itinerante

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

## 8. PROCEDIMENTO USADO PARA ANÁLISE DOS RESULTADOS

O principal parâmetro de análise que foi utilizado foi o erro normalizado  $E_n$  para cada laboratório e em cada vazão. Foi calculado pela equação 2:

$$E_{ni} = \frac{(E_i - VR)}{\sqrt{U_{Ei}^2 + U_{VR}^2}} \quad (2)$$

Onde :

- $E_i$  é o erro determinado pelo Laboratório  $i$  na calibração;
- $VR$  é o erro determinado pelo laboratório de referência;
- $U_{Ei}$  é a incerteza expandida declarada pelo laboratório  $i$ ;
- $U_{VR}$  é a incerteza expandida declarada pelo laboratório de referência e que já considera os parâmetros de reproduzibilidade e estabilidade do padrão.

Para esta comparação, foram considerados os seguintes critérios de avaliação para o erro normalizado: (SEREDYUK, D. ET AL, 2007).

- $|E_n| \leq 1$  são considerados adequados.
- $|E_n| > 1,2$  são considerados inadequados
- $1 < |E_n| \leq 1,2$  e são considerados em nível de alerta

Em alguns casos de comparação, quando é considerado que há predominância de componentes estocásticos de incerteza, níveis de alerta são

considerados como valores de  $|En|$  de até 1,5. Embora este pareça ser o caso deste programa, como foram considerados parâmetros de reproduzibilidade do padrão na composição de incertezas, foram adotados limites mais rígidos para os limites de alerta.

## 9. VALORES DE REFERÊNCIA E AVALIAÇÃO DA HOMOGENEIDADE E ESTABILIDADE

### 9.1. VALOR DE REFERÊNCIA E INCERTEZA

Acordou-se que o laboratório de referência seria o laboratório de vazão do IPT e assim como valor de referência (VR) foi adotada a média dos resultados obtidos por este laboratório nas três calibrações dos padrões itinerantes. (RORASTIERI, ET AL, 2006).

A incerteza de referência utilizada foi composta:

- pela incerteza obtida pelo laboratório de referência;
- por um parâmetro relativo à reproduzibilidade e estabilidade do padrão. Este parâmetro foi avaliado pelo laboratório de referência com base na diferença entre os resultados iniciais, intermediários e finais da calibração do padrão (Equação 3).

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

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

Onde:

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

$u_{rep}$  – É uma incerteza associada a reproduzibilidade e estabilidade do padrão itinerante e será discutido em 9.2.

### 9.2. ESTABILIDADE DOS PADRÓES 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.

É possível observar diversas diferenças com valores da ordem de grandeza próximas a 1 % e até acima deste valor (vide Tabela 3). Estes valores, embora altos para padrões de comparação, são bastante típicos 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 reproduzibilidade do padrão e que foi composto com a incerteza do laboratório de referência.

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. A

Tabela 3 apresenta o valor da diferença entre as 3 calibrações obtidas e, em destaque, o valor da máxima diferença.

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

Vazão (dm <sup>3</sup> /h)	DIFERENÇAS ENTRE CALIBRAÇÕES											
	PI N <sup>0</sup> 1			PI N <sup>0</sup> 2			PI N <sup>0</sup> 3			PI N <sup>0</sup> 4		
	Int. Inic.	Final- Int.	Final –Inic.	Int. Inic.	Final- Int.	Final –Inic.	Int. Inic.	Final- Int.	Final –Inic.	Int. Inic.	Final- Int.	Final –Inic.
40	0,57	-0,14	0,43	-0,04	0,30	0,26	0,53	-0,34	0,19	1,56	-0,59	0,97
250	-0,02	-0,06	-0,08	0,00	0,02	0,02	0,42	-0,03	0,39	1,18	-0,55	0,63
500	0,1	0,17	0,27	0,37	0,22	0,59	0,59	0,12	0,71	0,59	-0,27	0,32
1000	0,2	0,36	0,56	-0,02	0,37	0,35	0,23	0,15	0,38	-0,01	0,25	0,24
2500	0,15	0,51	0,66	0,16	0,51	0,67	-0,38	0,29	-0,09	-0,13	0,45	0,32
4000	0,04	0,37	0,41	0,04	0,24	0,28	0,35	-0,12	0,23	-0,95	0,40	-0,55
6000	-1,12	0,38	-0,74	-0,38	0,50	0,12	-0,20	-0,51	-0,71	-0,70	0,88	0,18

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

$$u_{rep} = \frac{\text{Máxima diferença}}{\sqrt{12}} \quad (4)$$

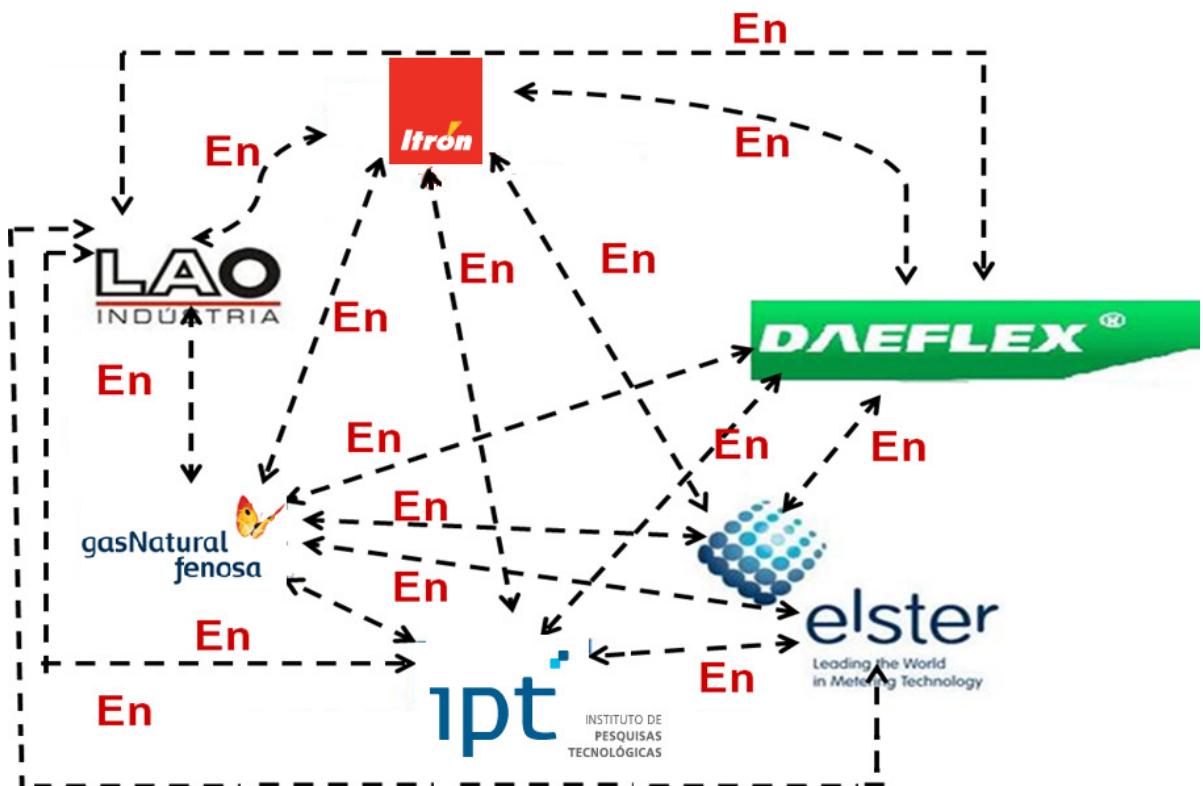
### 9.3. OUTRAS ANÁLISES

Foi realizada uma análise comparativa de desempenho dos padrões itinerantes visando um eventual descarte em função dos seus resultados. Esta decisão foi decorrente das seguintes características desta comparação:

- predominância de componentes estocásticos de incerteza;
- uso de quatro padrões itinerantes em bancadas múltiplas de calibração;
- baixa repetibilidade/reproduzibilidade dos padrões itinerantes.

Foi adotada, então, uma metodologia para elencar os padrões itinerantes, 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) e os padrões foram elencados em função da contagem dos erros normalizados obtidos superiores a 1 (Figura 8).

Figura 8 – Metodologia de estimativas de En (laboratório contra laboratório) para elencagem de padrões itinerantes



FONTE: CASCETTA ET ALL, 2012

A Tabela 4 apresenta os resultados obtidos por esta análise.

Tabela 4 – Resultados da metodologia de estimativas de En (laboratório contra laboratório) para elencar os padrões itinerantes

VAZAO (l/h)	PONTOS COM En >1			
	MED 1	MED 2	MED 3	MED 4
40	3,00	4,00	3,00	2,00
250	6,00	5,00	5,00	5,00
500	4,00	2,00	6,00	7,00
1000	4,00	3,00	3,00	2,00
2500	4,00	3,00	4,00	2,00
4000	4,00	3,00	5,00	2,00
6000	7,00	5,00	3,00	5,00
TOTAL	32,00	25,00	29,00	25,00

Diante dos resultados obtidos, não foi realizado descarte de nenhum padrão itinerante, tendo em vista que não foram encontradas diferenças significativas dos resultados obtidos entre os mesmos.

## **10. RESULTADOS**

### **10.1. APRESENTAÇÃO**

Cada laboratório participante emitiu os certificados de calibração e enviou os dados, conforme Tabela 1, para os Srs Alexandre Sobral e Michel Roque Fernandes (IPEM/SP) e a senhora Mila R. Avelino da Divisão de Fluidos e Físico-química da Diretoria de Metrologia Legal do INMETRO.

Para designar os padrões itinerantes, foram estabelecidas pela equipe do IPEM/SP as denominações de MEDIDOR 1, MEDIDOR 2, MEDIDOR 3 e MEDIDOR 4. Para designar os laboratórios de maneira a assegurar a confidencialidade dos resultados, foram usadas as denominações de Carbono, Gases Nobres, Rosa dos Ventos, Catrina, Sarin e Argônio.

### **10.2. ERROS DE INDICAÇÃO E ERROS NORMALIZADOS POR PADRÃO ITINERANTE**

Os resultados são apresentados nas Tabelas 5 a 8 e Figuras 9 a 12.

Tabela 5 – Resultados do erro normalizado e erro de indicação – Padrão Itinerante N<sup>o</sup> 1 (Medidor 1)

Vazão (litros/h)	LABORATÓRIO									
	GASES NOBRES		ROSA DOS VENTOS		CATRINA		SARIN		ARGÔNIO	
	En (%)	Erro (%)	En (%)	Erro (%)	En (%)	Erro (%)	En (%)	Erro (%)	En (%)	Erro (%)
40	<b>-0,04</b>	-1,7	<b>0,25</b>	-1,20	<b>0,02</b>	-1,55	<b>-0,25</b>	-1,88	<b>1,32</b>	0,28
250	<b>-0,12</b>	-0,3	<b>0,77</b>	0,73	<b>-0,58</b>	-0,49	<b>-1,81</b>	-1,67	0,62	0,52
500	<b>-0,34</b>	-0,1	<b>-0,32</b>	0,08	<b>-0,82</b>	-0,19	<b>-1,58</b>	-1,03	0,03	0,40
1000	<b>-0,04</b>	0,4	<b>-0,11</b>	0,36	<b>-0,77</b>	-0,08	<b>-1,54</b>	-0,93	0,16	0,62
2500	<b>0,04</b>	0,0	<b>-0,09</b>	-0,16	<b>-0,57</b>	-0,51	<b>-1,56</b>	-1,53	0,39	0,31
4000	-	-	<b>0,70</b>	-0,47	<b>-0,20</b>	-1,25	<b>-0,84</b>	-1,90	0,91	-0,18
6000	<b>1,51</b>	0,5	<b>0,91</b>	-1,07	<b>0,59</b>	-1,48	<b>-0,09</b>	-2,17	<b>1,50</b>	-0,27

Figura 9 – Gráficos: erro normalizado e erro de indicação – padrão itinerante N<sup>o</sup> 1 (Medidor 1)

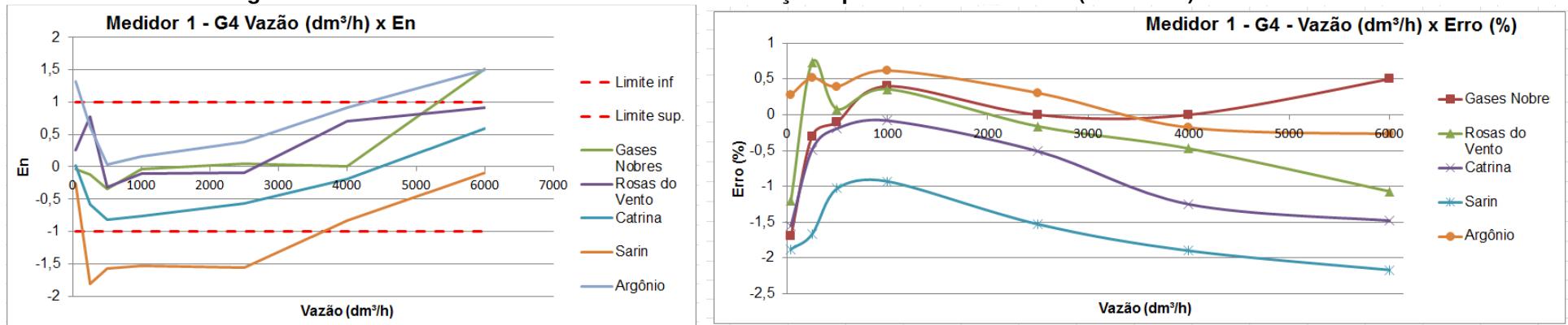


Tabela 6 – Resultados do erro normalizado e erro de indicação – padrão itinerante N<sup>º</sup> 2 (Medidor 2)

Vazão (litros/h)	LABORATÓRIO									
	GASES NOBRES		ROSA DOS VENTOS		CATRINA		SARIN		ARGÔNIO	
	En (%)	Erro (%)	En (%)	Erro (%)	En (%)	Erro (%)	En (%)	Erro (%)	En (%)	Erro (%)
40	<b>0,40</b>	1,7	<b>0,15</b>	0,93	<b>0,19</b>	0,89	<b>0,22</b>	1,00	<b>1,71</b>	3,07
250	<b>0,09</b>	1,8	<b>-0,09</b>	1,53	<b>-0,47</b>	1,29	<b>-1,52</b>	0,23	0,56	2,23
500	<b>-0,23</b>	1,5	<b>-0,57</b>	1,27	<b>-0,74</b>	1,25	<b>-1,28</b>	0,60	0,24	2,06
1000	<b>0,13</b>	1,6	<b>-0,29</b>	1,18	<b>-0,54</b>	1,07	<b>-1,05</b>	0,50	0,53	1,98
2500	<b>-0,04</b>	1,3	<b>-0,51</b>	0,91	<b>-0,41</b>	1,05	<b>-1,21</b>	0,23	0,07	1,42
4000	-	-	<b>-0,10</b>	0,82	<b>-0,23</b>	0,74	<b>-0,99</b>	0,00	0,33	1,23
6000	<b>-0,23</b>	0,1	<b>0,03</b>	0,48	<b>-0,14</b>	0,36	<b>-1,11</b>	-0,57	0,78	1,23

Figura 10 – Gráficos: erro normalizado e erro de indicação – padrão itinerante N<sup>º</sup> 2 (Medidor 2)

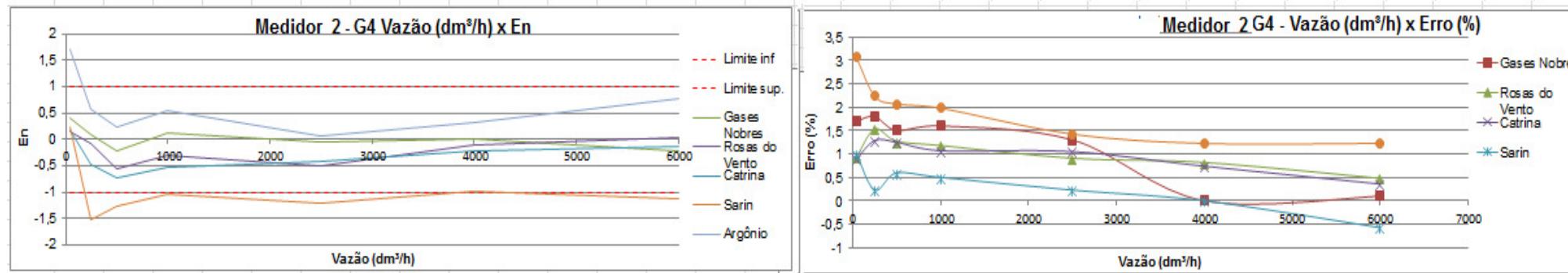


Tabela 7 – Resultados do erro normalizado e erro de indicação – Padrão itinerante N<sup>o</sup> 3 (medidor 3)

Vazão (litros/h)	LABORATÓRIO									
	GASES NOBRES		ROSA DOS VENTOS		CATRINA		SARIN		ARGÔNIO	
	En (%)	Erro (%)	En (%)	Erro (%)	En (%)	Erro (%)	En (%)	Erro (%)	En (%)	Erro (%)
40	0,18	0,6	-0,37	-0,58	-0,44	-0,51	-0,54	-0,72	0,82	1,23
250	-0,23	0,2	0,14	0,75	-0,94	-0,13	-1,77	-1,10	0,22	0,83
500	-0,19	0,5	-0,67	0,11	-1,14	-0,12	-1,62	-0,80	0,08	0,84
1000	0,05	0,6	-0,17	0,39	-0,95	-0,10	-1,37	-0,67	0,13	0,67
2500	0,49	1,2	0,20	0,65	-0,24	0,32	-1,00	-0,40	-0,34	0,15
4000	-	-	0,62	0,79	-0,63	-0,16	-1,47	-1,03	-0,75	-0,45
6000	0,13	-0,7	0,22	-0,68	-0,12	-1,03	-1,03	-2,03	-0,33	-1,29

Figura 11 – Gráficos: erro normalizado e erro de indicação – Padrão itinerante N<sup>o</sup> 3 (Medidor 3)

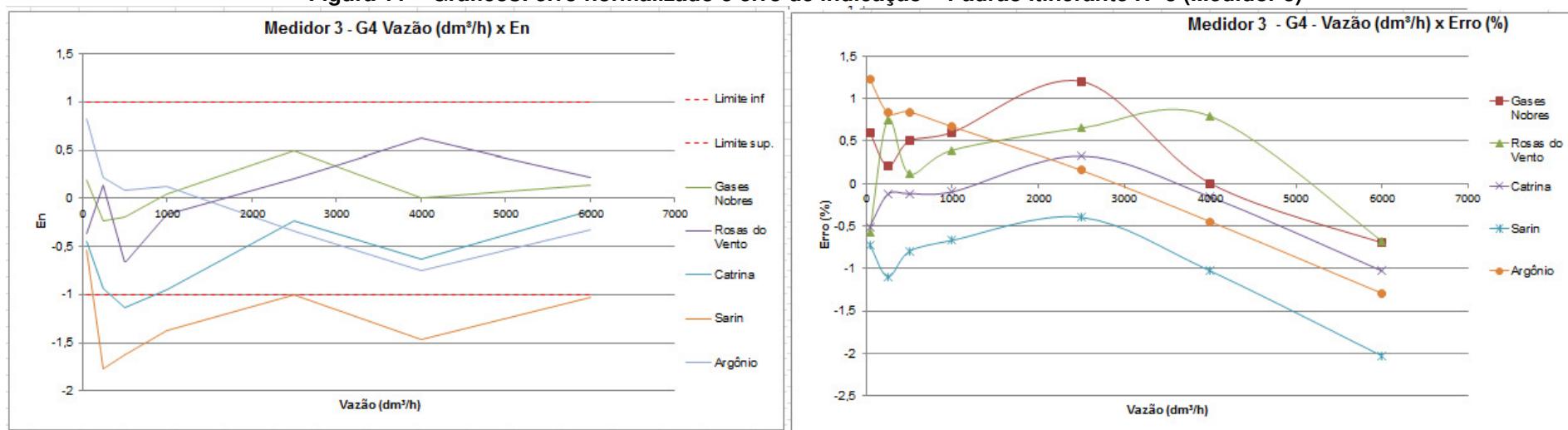
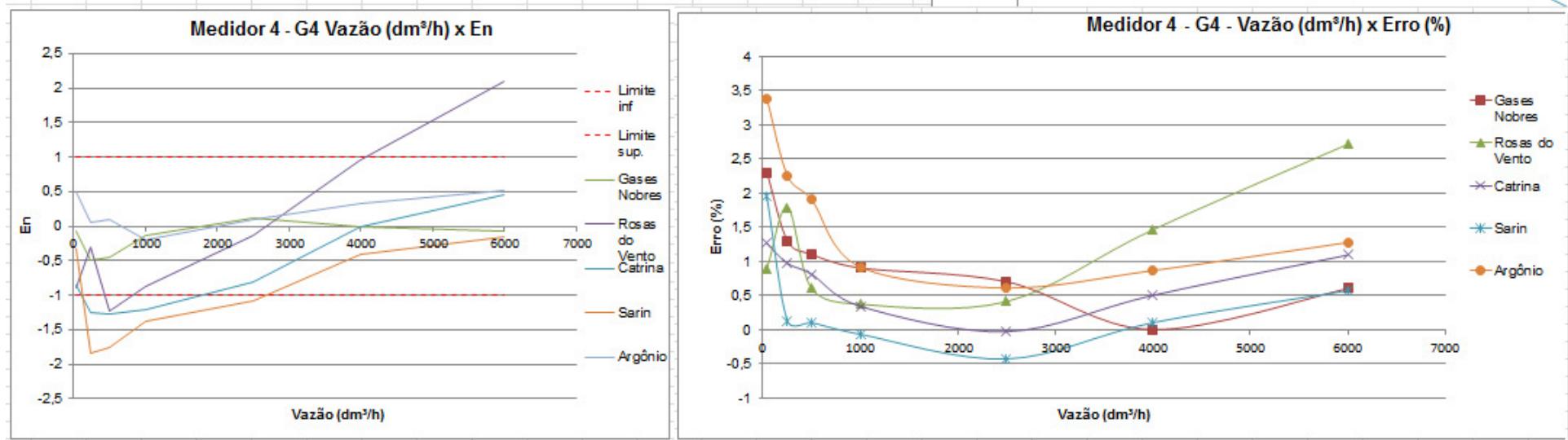


Tabela 8 – Resultados do erro normalizado e erro de indicação – Padrão itinerante N<sup>o</sup> 4 (medidor 4)

Vazão (litros/h)	LABORATÓRIO									
	GASES NOBRES		ROSA DOS VENTOS		CATRINA		SARIN		ARGÔNIO	
	En (%)	Erro (%)	En (%)	Erro (%)	En (%)	Erro (%)	En (%)	Erro (%)	En (%)	Erro (%)
40	<b>-0,07</b>	2,3	<b>-0,89</b>	0,89	<b>-0,85</b>	1,26	<b>-0,33</b>	1,94	<b>0,50</b>	3,38
250	<b>-0,50</b>	1,3	<b>-0,30</b>	1,79	<b>-1,26</b>	0,97	<b>-1,84</b>	0,13	<b>0,05</b>	2,25
500	<b>-0,46</b>	1,1	<b>-1,23</b>	0,60	<b>-1,27</b>	0,81	<b>-1,77</b>	0,10	<b>0,10</b>	1,90
1000	<b>-0,14</b>	0,9	<b>-0,88</b>	0,37	<b>-1,21</b>	0,34	<b>-1,39</b>	-0,07	<b>-0,20</b>	0,91
2500	<b>0,11</b>	0,7	<b>-0,14</b>	0,41	<b>-0,80</b>	-0,03	<b>-1,08</b>	-0,43	<b>0,09</b>	0,61
4000	-	-	<b>0,96</b>	1,46	<b>-0,01</b>	0,50	<b>-0,40</b>	0,10	<b>0,32</b>	0,86
6000	<b>-0,08</b>	0,6	<b>2,09</b>	2,71	<b>0,45</b>	1,09	<b>-0,15</b>	0,57	<b>0,52</b>	1,27

Figura12 – Gráficos: erro normalizado e erro de indicação – Padrão itinerante N<sup>o</sup> 4 (medidor 4)



## **11. AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS**

### **11.1. AVALIAÇÃO DOS LABORATÓRIOS**

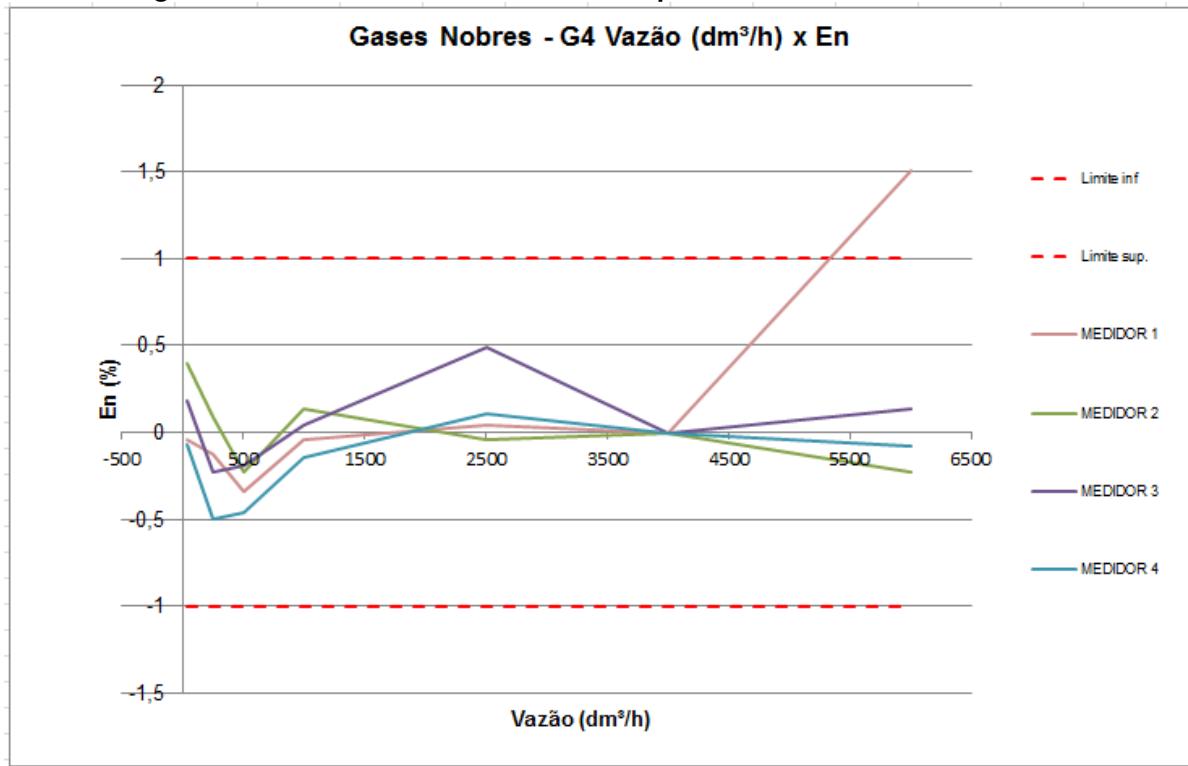
A seguir são apresentados os resultados do erro normalizado ( $E_n$ ) e a avaliação, conforme descrito na seção 8 (tabelas 8 a 12 e figuras 12 a 16):

### 10.2.1 LABORATÓRIO GASES NOBRES

**Tabela 9 – Resultados do erro normalizado para o laboratório Gases Nobres**

Vazão (litros/h)	Gases nobres							
					Situação			
	medidor 1	medidor 2	medidor 3	medidor 4	medidor 1	medidor 2	medidor 3	medidor 4
40	-0,04	0,40	0,18	-0,07	Satisfatório	Satisfatório	Satisfatório	Satisfatório
250	-0,12	0,09	-0,23	-0,50	Satisfatório	Satisfatório	Satisfatório	Satisfatório
500	-0,34	-0,23	-0,19	-0,46	Satisfatório	Satisfatório	Satisfatório	Satisfatório
1000	-0,04	0,13	0,05	-0,14	Satisfatório	Satisfatório	Satisfatório	Satisfatório
2500	0,04	-0,04	0,49	0,11	Satisfatório	Satisfatório	Satisfatório	Satisfatório
4000	-	-	-	-	Insatisfatório	Insatisfatório	Insatisfatório	Insatisfatório
6000	1,51	-0,23	0,13	-0,08	Insatisfatório	Satisfatório	Satisfatório	Satisfatório

**Figura 13 – Gráficos do erro normalizado para o laboratório Gases Nobres**

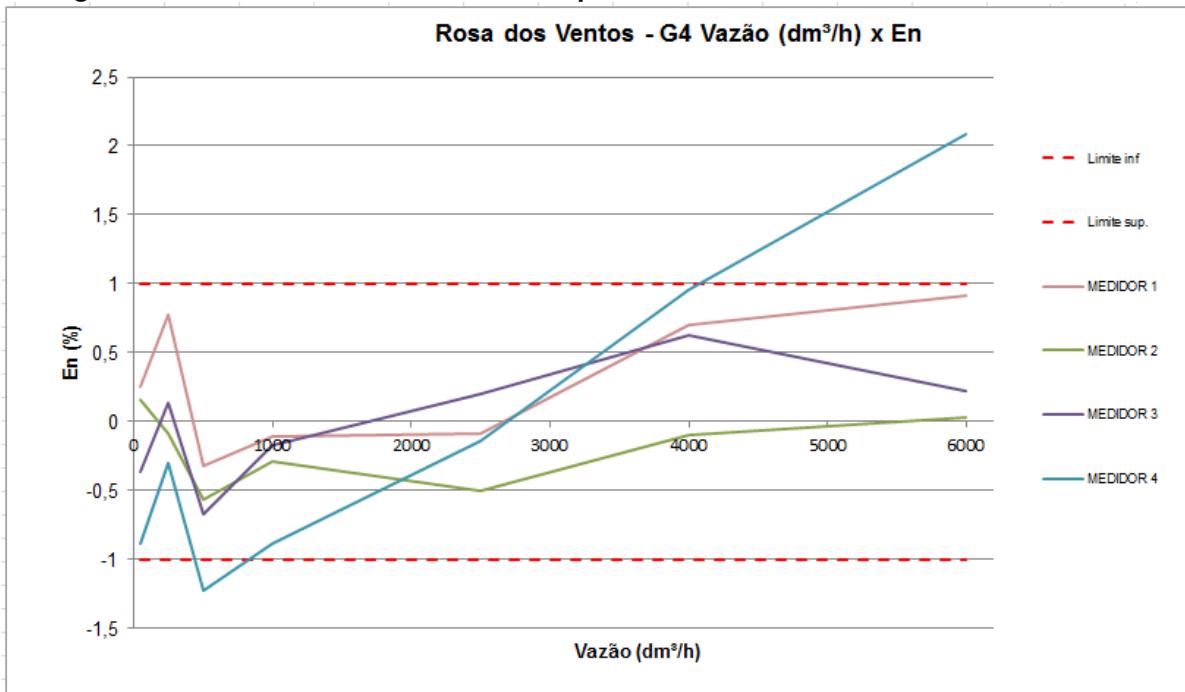


## 10.2.2 LABORATÓRIO ROSA DOS VENTOS

**Tabela 10 – Resultados do erro normalizado para o laboratório Rosa dos Ventos**

Vazão (litros/h)	Rosa dos ventos				Situação			
	medidor 1	medidor 2	medidor 3	medidor 4	medidor 1	medidor 2	medidor 3	medidor 4
	En (-)	En (-)	En (-)	En (-)	medidor 1	medidor 2	medidor 3	medidor 4
40	0,25	0,15	-0,37	-0,89	Satisfatório	Satisfatório	Satisfatório	Satisfatório
250	0,77	-0,09	0,14	-0,30	Satisfatório	Satisfatório	Satisfatório	Satisfatório
500	-0,32	-0,57	-0,67	-1,23	Satisfatório	Satisfatório	Satisfatório	Insatisfatório
1000	-0,11	-0,29	-0,17	-0,88	Satisfatório	Satisfatório	Satisfatório	Satisfatório
2500	-0,09	-0,51	0,20	-0,14	Satisfatório	Satisfatório	Satisfatório	Satisfatório
4000	0,70	-0,10	0,62	0,95	Satisfatório	Satisfatório	Satisfatório	Satisfatório
6000	0,91	0,03	0,22	2,09	Satisfatório	Satisfatório	Satisfatório	Insatisfatório

**Figura 14 – Gráficos do erro normalizado para o laboratório Rosa dos ventos**

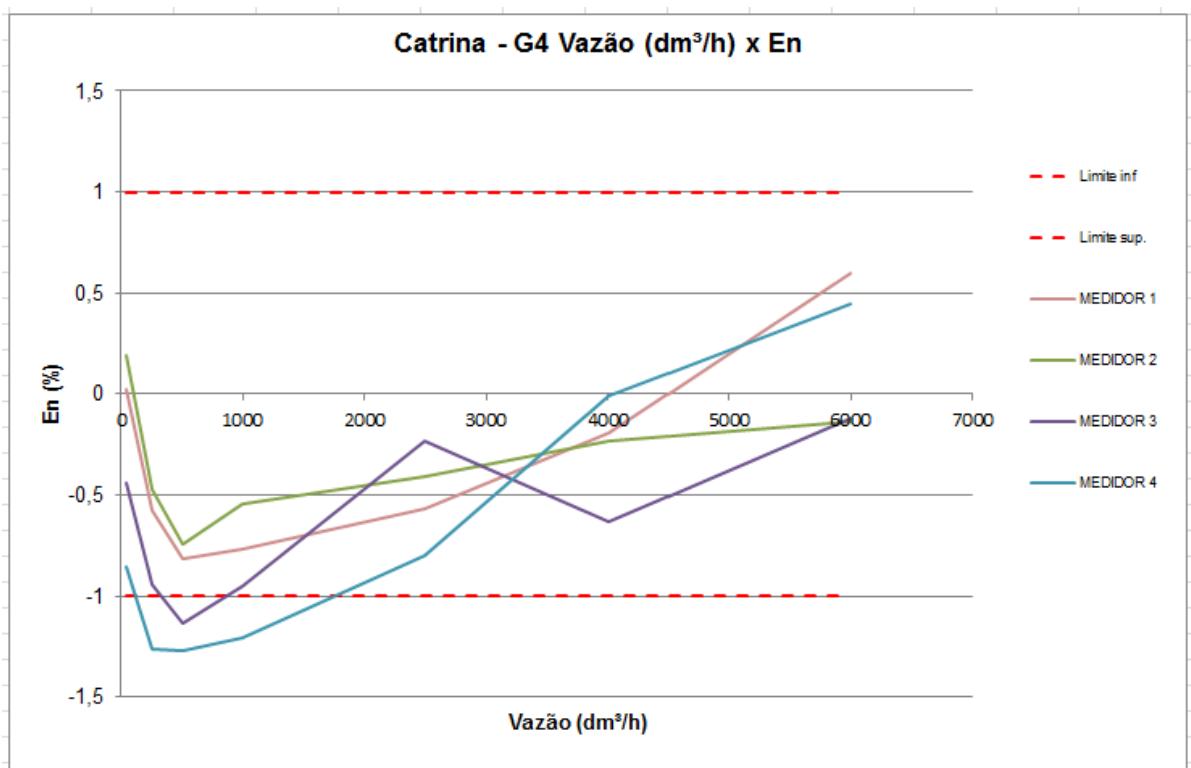


### 10.2.3 LABORATÓRIO CATRINA

**Tabela 11 – Resultados do erro normalizado para o laboratório Catrina**

Vazão (litros/h)	Catrina							
					Situação			
	medidor 1	medidor 2	medidor 3	medidor 4	medidor 1	medidor 2	medidor 3	medidor 4
40	0,02	0,19	-0,44	-0,85	Satisfatório	Satisfatório	Satisfatório	Satisfatório
250	-0,58	-0,47	-0,94	<b>-1,26</b>	Satisfatório	Satisfatório	Satisfatório	<b>Insatisfatório</b>
500	-0,82	-0,74	<b>-1,14</b>	<b>-1,27</b>	Satisfatório	Satisfatório	<b>Alerta</b>	<b>Insatisfatório</b>
1000	-0,77	-0,54	-0,95	<b>-1,21</b>	Satisfatório	Satisfatório	Satisfatório	<b>Insatisfatório</b>
2500	-0,57	-0,41	-0,24	-0,80	Satisfatório	Satisfatório	Satisfatório	Satisfatório
4000	-0,20	-0,23	-0,63	-0,01	Satisfatório	Satisfatório	Satisfatório	Satisfatório
6000	0,60	-0,14	-0,12	0,45	Satisfatório	Satisfatório	Satisfatório	Satisfatório

**Figura 15 – Gráficos do erro normalizado para o laboratório Catrina**

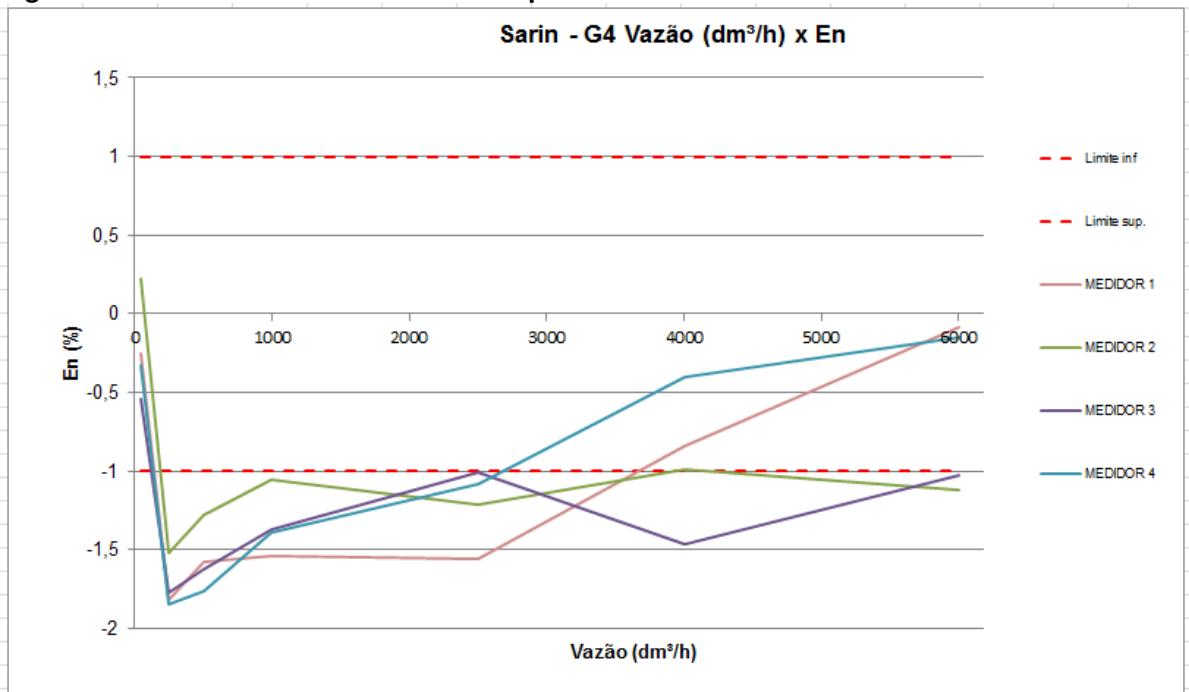


#### 10.2.4 LABORATÓRIO SARIN

**Tabela 12 – Resultados do erro normalizado para o laboratório Sarin**

Vazão (litros/h)	Sarin							
					Situação			
	medidor 1	medidor 2	medidor 3	medidor 4	medidor 1	medidor 2	medidor 3	medidor 4
40	-0,25	0,22	-0,54	-0,33	Satisfatório	Satisfatório	Satisfatório	Satisfatório
250	<b>-1,81</b>	<b>-1,52</b>	<b>-1,77</b>	<b>-1,84</b>	Insatisfatório	Insatisfatório	Insatisfatório	Insatisfatório
500	<b>-1,58</b>	<b>-1,28</b>	<b>-1,62</b>	<b>-1,76</b>	Insatisfatório	Insatisfatório	Insatisfatório	Insatisfatório
1000	<b>-1,54</b>	<b>-1,06</b>	<b>-1,37</b>	<b>-1,38</b>	Insatisfatório	Alerta	Insatisfatório	Insatisfatório
2500	<b>-1,56</b>	<b>-1,21</b>	-1,00	-1,08	Insatisfatório	Insatisfatório	Alerta	Alerta
4000	-0,84	-0,99	<b>-1,47</b>	-0,40	Satisfatório	Satisfatório	<b>Insatisfatório</b>	Satisfatório
6000	-0,09	-1,11	-1,03	-0,15	Satisfatório	Alerta	Alerta	Satisfatório

**Figura 16 – Gráficos do erro normalizado para o laboratório Sarin**

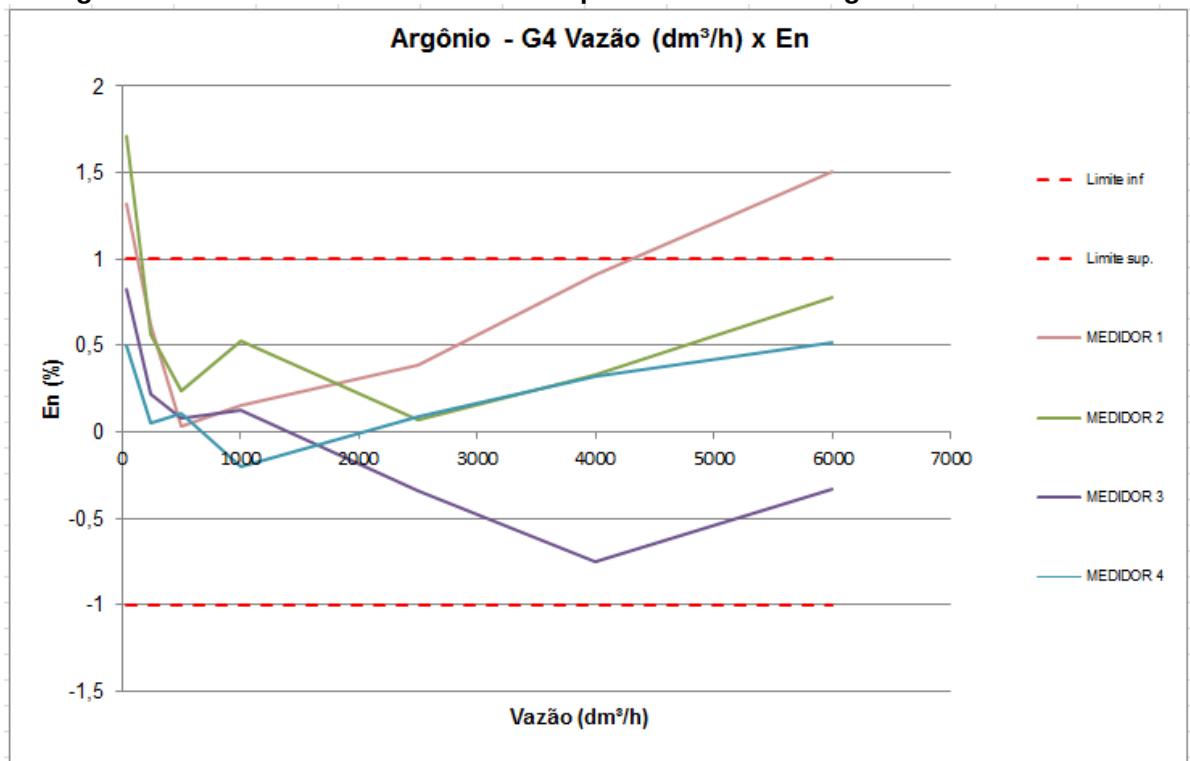


## 10.2.5 LABORATÓRIO ARGÔNIO

**Tabela 13 – Resultados do erro normalizado para o laboratório Argônio**

Vazão (litros/h)	Argônio				Situação			
	medidor 1	medidor 2	medidor 3	medidor 4	medidor 1	medidor 2	medidor 3	medidor 4
	En (-)	En (-)	En (-)	En (-)	medidor 1	medidor 2	medidor 3	medidor 4
40	1,32	1,71	0,82	0,50	Insatisfatório	Insatisfatório	Satisfatório	Satisfatório
250	0,62	0,56	0,22	0,05	Satisfatório	Satisfatório	Satisfatório	Satisfatório
500	0,03	0,24	0,08	0,10	Satisfatório	Satisfatório	Satisfatório	Satisfatório
1000	0,16	0,53	0,13	-0,20	Satisfatório	Satisfatório	Satisfatório	Satisfatório
2500	0,39	0,07	-0,34	0,09	Satisfatório	Satisfatório	Satisfatório	Satisfatório
4000	0,91	0,33	-0,75	0,32	Satisfatório	Satisfatório	Satisfatório	Satisfatório
6000	1,50	0,78	-0,33	0,52	Insatisfatório	Satisfatório	Satisfatório	Satisfatório

**Figura 17 – Gráficos do erro normalizado para o laboratório Argônio**



## 12. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Não houve relato de problemas na calibração dos padrões ou na interpretação do procedimento descrito no protocolo. Apesar do laboratório C não ter apresentado os desvios padrões, conforme sugerido, este fato não afetou a análise dos dados.

Todos os laboratórios obtiveram, em maior ou menor número, resultados de Erro Normalizado  $> 1$  em alguns pontos de operação. Os mesmos devem avaliar seus procedimentos de calibração e de estimativas das incertezas.

Foi também decidido a execução de um 2º Programa interlaboratorial em vazão de gás – Média Vazão, o qual não será mais piloto e possibilitará a verificação da eficácia das ações realizadas pelos laboratórios.

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

## 13. INFORMAÇÕES ADICIONAIS

Solicitaremos aos representantes do IPEM/SP, responsáveis por definir os códigos dos laboratórios do programa, informar diretamente ao representante da Dicla na Comissão Técnica os códigos atribuídos a cada laboratório.

**“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”.**

## 14. BIBLIOGRAFIA

- CASCETTA ET ALL. **An Experimental intercomparison of gas meter calibrations.** Revista Measurement Volume 45, Issue 8, October 2012, Pages 1951–1959. Editora Elsevier. Londres, Reino Unido, 2012.
- INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial Documento Nº NIE-CGCRC-045 - Operação dos Comitês técnicos de assessoramento a CGCRE na acreditação de organismos de avaliação da conformidade. Disponível em [www.inmetro.org.br](http://www.inmetro.org.br). Acesso em 09.01.2015. Rio de Janeiro. Brasil. 2011. 14 p.
- SEREDYUK, D. ET AL. EUROASIAN COOPERATION OF NATIONAL METROLOGICAL INSTITUTIONS. **Intercomparison measurements in the field of gas flow and volume - COOMET PROJECT Nº 412/UA/07.** Ukraine. 2007
- RORASTIERI, Juan y LUPO, Sergio. **Trabajo de intercomparación em gas natural em Argentina.** Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI). 5 p. Buenos Aires. Argentina. 2006.

**São Paulo, de Janeiro de 2015**

Jorge Venancio F. Monteiro COMGAS – CIA DE GAS DE SP Coordenador do Programa	Rui Gomez T de Almeida IPT – CTMetro – Laboratório de vazão de Referência
Helena Manosso IPT – CTMetro – Laboratório de vazão de Referência	Henrique da Silva Mello Itron Soluções para Energia e Água Ltda
Michel Roque Fernandes IPEM/SP	Alexandre Sobral IPEM/SP
Mila Avelino Divisão de Fluidos e Físico-química da Diretoria de Metrologia Legal do INMETRO.	Vitor Damasceno Companhia distribuidora de gás do Rio de Janeiro- CEG
Wiliam Ribeiro Itron Soluções para Energia e Água Ltda	Marcelo Orsi Itron Soluções para Energia e Água Ltda
Fábio Rozolen Laboratório de Vazão da ELSTER	Fábio Martins Laboratório de Vazão da ELSTER
Alexandre Spadaccini Laboratório de vazão da LAO INDUSTRIA	Eduardo Rocco Laboratório de vazão da FGS (DAESUNG)