

Relatório Técnico 031/2011-UNPA

**Relatório Técnico do 1º Programa
de Comparação Interlaboratorial entre os
Laboratórios de Calibração de Medidores
de Vazão de Gás em média e alta vazões.**

OUTUBRO, 2011

www.ctgas.com.br

Centro de Tecnologias do Gás e Energias Renováveis
Av. Capitão-Mor Gouveia, 1480, Lagoa Nova
Natal/RN, Brasil – CEP 59067-620
Tel.: + 55 (84) 3204-8000 Fax: + 55 (84) 3204-8090
E-mail: ctgas@ctgas.com.br



Centro de Tecnologias do Gás e Energias Renováveis – CTGÁS-ER

Unidade de Negócios de Pesquisa Aplicada - UNPA

Projeto de Pesquisa: Comparação Interlaboratorial entre Laboratórios de
Calibração de Medidores de Vazão de Gás

Rede Temática de Metrologia

Convênio específico Nº 06 ao termo de cooperação Nº 0050.0022728.06.4 que
celebrado com PETRÓLEO BRASILEIRO S/A.

Relatório Técnico 031/2011-UNPA

Relatório Técnico do 1º Programa de Comparação Interlaboratorial entre
Laboratórios de Calibração de Medidores de Vazão de Gás em média e
alta vazões.

Relator

Ricardo Risuenho de Freitas – CTGÁS-ER/UNPA

www.ctgas.com.br

Centro de Tecnologias do Gás e Energias Renováveis
Av. Capitão-Mor Gouveia, 1480, Lagoa Nova
Natal/RN, Brasil – CEP 59067-620
Tel.: + 55 (84) 3204-8000 Fax: + 55 (84) 3204-8090
E-mail: ctgas@ctgas.com.br



SUMÁRIO

1 – INTRODUÇÃO.....	4
2 – OBJETIVO.....	6
3 – DESENVOLVIMENTO DO PROJETO.....	7
3.1 – Participantes do projeto.....	7
3.2 – Laboratório Coordenador.....	8
3.3 – Laboratórios Participantes.....	8
3.4 – Laboratório Referência.....	9
3.5 – Padrões Itinerantes.....	9
3.6 – Circulações dos Padrões Itinerantes.....	10
3.7 – Acessórios de Medição.....	11
3.8 – Método de Medição.....	11
4 – RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	15
5 - CONCLUSÃO.....	25
6 – REFERÊNCIAS.....	26



1 – INTRODUÇÃO

Com a crescente demanda das solicitações de serviços e conhecimentos no âmbito da metrologia, os ensaios de proficiência surgem como uma ferramenta fundamental para a avaliação da qualidade dos resultados, da capacidade e confiabilidade metrológica dos laboratórios brasileiros.

Os Laboratórios de Medição de Vazão de Gás do Centro de Tecnologias do Gás e Energias Renováveis – CTGÁS-ER, Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais - CETEC, Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT e Companhia Distribuidora de Gás do Rio de Janeiro – CEG possuem infra-estrutura e equipe qualificada acreditada e/ou rastreados ao INMETRO para realizar serviços de calibração de medidores de vazão de gás natural, do tipo rotativo e do tipo turbina utilizando ar como fluido de calibração.

A participação destes laboratórios em ensaios de proficiência é de fundamental importância para que se verifique a consistência das atividades desenvolvidas. Em um contexto geral, o ensaio de proficiência traz os seguintes benefícios:

- Avaliação do desempenho do laboratório e monitoração contínua;
- Evidência de obtenção de resultados confiáveis, identificação de problemas relacionados com a sistemática de calibrações;
- Possibilidade de tomada de ações corretivas e/ou preventivas;
- Determinação das características de desempenho e validação de métodos e tecnologias;
- Padronização das atividades frente ao mercado, e reconhecimento de resultados das calibrações, em nível nacional e internacional.

www.ctgas.com.br

Centro de Tecnologias do Gás e Energias Renováveis
Av. Capitão-Mor Gouveia, 1480, Lagoa Nova
Natal/RN, Brasil – CEP 59067-620
Tel.: + 55 (84) 3204-8000 Fax: + 55 (84) 3204-8090
E-mail: ctgas@ctgas.com.br



Os resultados deste projeto proverá o aumento da qualidade dos serviços prestados nos laboratórios, refletindo em maior confiabilidade, efetividade e segurança nos produtos a serem entregues aos clientes, demonstrando com isso, a competência técnica dos laboratórios envolvidos.

www.ctgas.com.br

Centro de Tecnologias do Gás e Energias Renováveis
Av. Capitão-Mor Gouveia, 1480, Lagoa Nova
Natal/RN, Brasil – CEP 59067-620
Tel.: + 55 (84) 3204-8000 Fax: + 55 (84) 3204-8090
E-mail: ctgas@ctgas.com.br



2 – OBJETIVO

O presente relatório tem o objetivo de relatar as etapas realizadas para a execução do projeto do 1º Programa Comparação Interlaboratorial entre Laboratórios de Calibração de Medidores de Vazão de Gás em média e alta vazões.

www.ctgas.com.br

Centro de Tecnologias do Gás e Energias Renováveis
Av. Capitão-Mor Gouveia, 1480, Lagoa Nova
Natal/RN, Brasil – CEP 59067-620
Tel.: + 55 (84) 3204-8000 Fax: + 55 (84) 3204-8090
E-mail: ctgas@ctgas.com.br



3 – DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

Este documento apresenta as discussões e deliberações do projeto “Comparação Interlaboratorial entre Laboratórios de Calibração de Medidores de Vazão de Gás” concomitante com o grupo de comparação interlaboratorial em médias e altas vazões do CT-13. Este segue as orientações para Organização de Comparações Interlaboratoriais pelas Comissões Técnicas da DICLA – DOQ-CGCRE-005, rev. 00, setembro 2002, INMETRO [1].

3.1 – Participantes do projeto

Conforme documento orientativo do INMETRO para organização de comparação Interlaboratorial, na subcomissão do 1º Programa Comparação Interlaboratorial em Vazão de Gás – médias e altas Vazões. Segue abaixo os colaboradores do projeto.

Nome	Titulação	Área de Especialização	Instituição
Ricardo Risuenho de Freitas	Engenheiro Computação e ênfase em Automação	Gestão e Engenharia de Petróleo e Gás.	CTGÁS-ER
Ronaldo Tavares e Silva	Engenheiro Eletricista	Tecnologias do Gás Natural	CTGÁS-ER
Eduardo Gertrudes	Engenheiro Químico	Inspeção em Sistema de Medição	CTGÁS-ER
Rafael Ichichara	Tecnólogo em Automação	-	CTGÁS-ER
Ramon Zeferino	Bacharel em Química e Mestrado em Engenharia Metalúrgica	Metrologia científica e industrial, com ênfase em medição, calibração e desenvolvimento de métodos e padrões de vazão de gás.	CETEC



Maria Luiza Moraes dos Santos	Engenharia Química e Doutorado em Engenharia Mecânica	Metrologia científica e industrial, com ênfase em mecânica e dinâmica dos gases, medição, calibração e desenvolvimento de métodos e padrões de vazão de gás.	CETEC
Ricardo Santos Teixeira	Engenheiro Mecânico Mestre em Engenharia de Estruturas	Metrologia científica e industrial, com ênfase em medição, calibração e desenvolvimento de métodos e padrões de grandezas mecânicas; estatística.	CETEC
Valter Aibe	Mestre em Ciência	Metrologia e Qualidade	INMETRO
Kazuto Kawakita	Doutor Eng. Mecânica	Metrologia de Fluidos	IPT
Rui Gomes de Almeida	Mestre Eng. Eletrônica	Metrologia de Fluidos	IPT
Nilson Massami Taira	Mestre Eng. Mecânica	Metrologia de Fluidos	IPT
Ovídio Bessa Leite Neto	Bacharel em Química	Tecnologia do Gás	CEG
Vitor Luiz Damasceno	-	-	CEG

3.2 – Laboratório Coordenador

O CTGÁS-ER foi o laboratório coordenador do projeto e coordenador da subcomissão do 1º Programa Comparação Interlaboratorial em Vazão de Gás em médias e alta vazões através do Engenheiro Ricardo Risuenho de Freitas.

3.3 – Laboratórios Participantes

- CEG;
- CTGAS-ER;
- CETEC;
- IPT.

www.ctgas.com.br

Centro de Tecnologias do Gás e Energias Renováveis
Av. Capitão-Mor Gouveia, 1480, Lagoa Nova
Natal/RN, Brasil – CEP 59067-620
Tel.: + 55 (84) 3204-8000 Fax: + 55 (84) 3204-8090
E-mail: ctgas@ctgas.com.br



3.4 – Laboratório Referência

Para os laboratórios participantes, o laboratório de referência foi *Physikalisch-Technische Bundesanstalt* – PTB na Alemanha. As calibrações destes padrões itinerantes foram realizadas em 10 vazões diferentes demonstrados abaixo, sendo 3 amostras por vazão, que serão obtidas em três ciclos de medição, sendo dois deles crescentes.

Para cada padrão itinerante, os pontos de vazão calibrados pelo o laboratório de referência foram:

Padrão itinerante	Pontos de calibração (m ³ /h)									
	Rotativo G25	4	8	12	16	20	24	28	32	36
Rotativo G250	40	80	120	160	200	240	280	320	360	400
Turbina G1600	250	500	750	1000	1250	1500	1750	2000	2250	2500

3.5 – Padrões Itinerantes

O projeto estabeleceu a aquisição de 3 medidores de vazão de gás para atuarem com padrões itinerantes, sendo 2 do tipo rotativo e 1 do tipo turbina. Todos os instrumentos são do fabricante Itron. Para fundamentar a especificação dos medidores a serem adquiridos, foi necessário explicitar a faixa de medição de cada um dos laboratórios participantes:

- CTGÁS-ER: 2 a 4000 m³/h;
- CEG RIO: 3 a 2500 m³/h ;

www.ctgas.com.br

Centro de Tecnologias do Gás e Energias Renováveis
Av. Capitão-Mor Gouveia, 1480, Lagoa Nova
Natal/RN, Brasil – CEP 59067-620
Tel.: + 55 (84) 3204-8000 Fax: + 55 (84) 3204-8090
E-mail: ctgas@ctgas.com.br



- CETEC: 1 a 2500 m³/h;
- IPT: 3 a 3200 m³/h.

Segue em abaixo as especificações dos padrões Itinerantes:

Tipo de medidor	Modelo	DN e tipo de conexão	Designação G (Qmax)	Saída de pulsos	Calibração
Rotativo	Delta S1-Flow	2"	G-25 (Qmax: 40 m ³ /h)	HF e LF	PTB / Alemanha
Rotativo	Delta S3-Flow	6"	G-250 (Qmax: 400 m ³ /h)	HF e LF	PTB / Alemanha
Turbina	TZ-200	8"	G-1600 (Qmax: 2500 m ³ /h)	HF e LF	PTB / Alemanha

3.6 – Circulações dos Padrões Itinerantes

A circulação utilizada durante o 1º programa de comparação interlaboratorial, foi do tipo clássico de circulação em roda. Esta circulação iniciou-se pelo CTGÁS-ER como laboratório coordenador, seguindo-se para os outros laboratórios participantes. Após a realização de calibração em todos os outros laboratórios, os padrões itinerantes retornaram ao CTGÁS-ER conforme demonstrado no diagrama apresentado (figura 1).



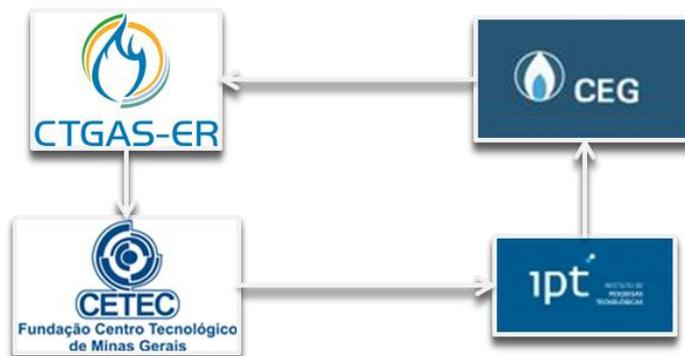


Figura 1: Esquema Sequencial de circulação dos padrões itinerantes.

3.7 – Acessórios de Medição

Ficou convencionado entre os participantes do programa, a não obrigatoriedade de utilização de condicionadores de fluxo no trecho reto a montante do padrão itinerante do tipo turbina, no processo de calibração. Quanto à influência do perfil do fluxo nos resultados das medições do medidor do tipo turbina e a necessidade de garantir um escoamento plenamente desenvolvido, foram estabelecidos comprimentos mínimos para os trechos retos de tubulações a serem instaladas a montante e a jusante do padrão itinerante do tipo turbina, no processo de calibração.

3.8 – Método de Medição

3.8.1 – Procedimento de Calibração

Os laboratórios participantes usarão seus próprios procedimentos para calibrações dos padrões itinerantes. Estes foram calibrados em 10 vazões diferentes para cada padrão itinerante conforme demonstrado abaixo, sendo no mínimo 3 amostras por vazão, que foram obtidas em três ciclos de medição.



Para cada padrão itinerante, os pontos de vazão calibrados pelos laboratórios participantes foram:

Padrão itinerante	Pontos de calibração (m ³ /h)									
	Rotativo G25	4	8	12	16	20	24	28	32	36
Rotativo G250	40	80	120	160	200	240	280	320	360	400
Turbina G1600	250	500	750	1000	1250	1500	1750	2000	2250	2500

Na apresentação dos resultados das calibrações dos padrões itinerantes, cada laboratório utilizou-se do modelo de certificado de acordo com suas calibrações rotineiras. No entanto, os certificados devem apresentar no mínimo as informações estabelecidas pela Norma NBR/ISO 17025:2005 [2]. Logo após a emissão dos certificados de calibração, foram encaminhados para o INMETRO que foi o responsável pelo cálculo do erro normalizado.

3.8.2 – Análise dos Resultados

O INMETRO-DINAM analisou os resultados para determinar o desempenho dos laboratórios e identificar os que apresentam medições inaceitáveis. Isto é feito comparando-se cada resultado de medição com o valor de referência. Se os resultados de um grande grupo de laboratórios participantes diferirem significativamente do valor de referência, de modo que indiquem claramente uma mesma tendência, podemos considerar que o valor de referência variou durante as medições. Um método conveniente para o julgamento da qualidade de um resultado de medição é através do cálculo do erro normalizado em relação à incerteza.



Quando vários laboratórios apresentarem incertezas similares, o método de análise deve ser aprimorado com a utilização de técnicas estatísticas. Para este caso, os laboratórios participantes possuem incertezas distintas, assim, estes laboratórios se enquadram no método de comparação através do erro normalizado conforme descrito no documento DOQ-CGCRE-005 do INMETRO.

O erro normalizado em cada ponto de medição será calculado usando a seguinte equação:

$$E_n = \frac{|X_i - X_{ref}|}{\sqrt{U_i^2 + U_{ref}^2}}$$

Onde,

X_i = valor medido pelo laboratório avaliado;

X_{ref} = valor medido pelo laboratório de referência;

U_i = incerteza expandida do laboratório avaliado;

U_{ref} = incerteza expandida do laboratório de referência;

A condição para a compatibilidade entre os resultados de medição é: $E_n < 1$.

Valores de E_n menores que a unidade indicam que a medição é aceitável, isto é, o erro está dentro da incerteza de medição do laboratório. Os resultados dos laboratórios são plotados em barras, indicando a incerteza total da medição, contendo o valor medido.

Os laboratórios participantes da comparação foram identificados pelas letras A, B, C e D, sendo seus verdadeiros nomes desconhecidos. Como o CTGAS-ER é um participante do processo de comparação interlaboratorial, o



item 10.2 do DOQ-CGCRE-005 do INMETRO impede que o mesmo tenha acesso aos resultados obtidos por outros laboratórios.

A comparação interlaboratorial adotou como valores de referência os resultados de calibrações feitas pelo *Physikalisch-Technische Bundesanstalt - PTB*. Portanto, como o valor de referência em cada ponto de medição já estava estabelecido, utilizou o Erro Normalizado para a análise dos resultados.



4 – RESULTADOS E DISCUSSÕES

O desempenho dos laboratórios foi avaliado em função dos erros normalizados obtidos para cada faixa ensaiada. Também foram avaliadas as possíveis diferenças entre as calibrações realizadas em sensores de baixa e alta frequência.

Abaixo as tabelas e gráficos dos resultados dos erros normalizados em módulo dos laboratórios A, B, C e D. As tabelas apresentam um gradiente de cores para o erro normalizado em que os valores variam do verde (erro normalizado próximo de 0) para o vermelho (erro normalizado próximo de 1).

Tabela 1: Medidor Rotativo G25 (BF e AF)

Deslocamento positivo rotativo G25 ITRON Delta S1-Flow n.s. 3400340300								
Vazão m ³ /h	Laboratório A		Laboratório B		Laboratório C		Laboratório D	
	BF	AF	BF	AF	BF	AF	BF	AF
4	0,621	0,605	0,031	0,231	0,740	0,712	0,432	0,297
8	0,817	0,801	0,270	0,270	0,142	0,085	0,399	0,277
12	0,752	0,703	0,102	0,039	0,342	0,285	0,142	0,085
16	0,523	0,539	0,037	0,077	1,082	0,940	0,166	0,081
20	0,605	0,605	0,041	0,133	0,598	0,655	0,171	0,144
24	0,114	0,180	0,043	0,000	0,940	1,054	0,199	0,171
28	0,294	0,327	0,133	0,133	0,828	0,669	0,370	0,351
32	0,294	0,261	0,222	0,220	0,669	0,542	0,497	0,484
36	0,245	0,327	0,300	0,356	0,510	0,478	0,399	0,370
40	0,098	0,016	0,165	0,267	1,498	0,860	0,263	0,277



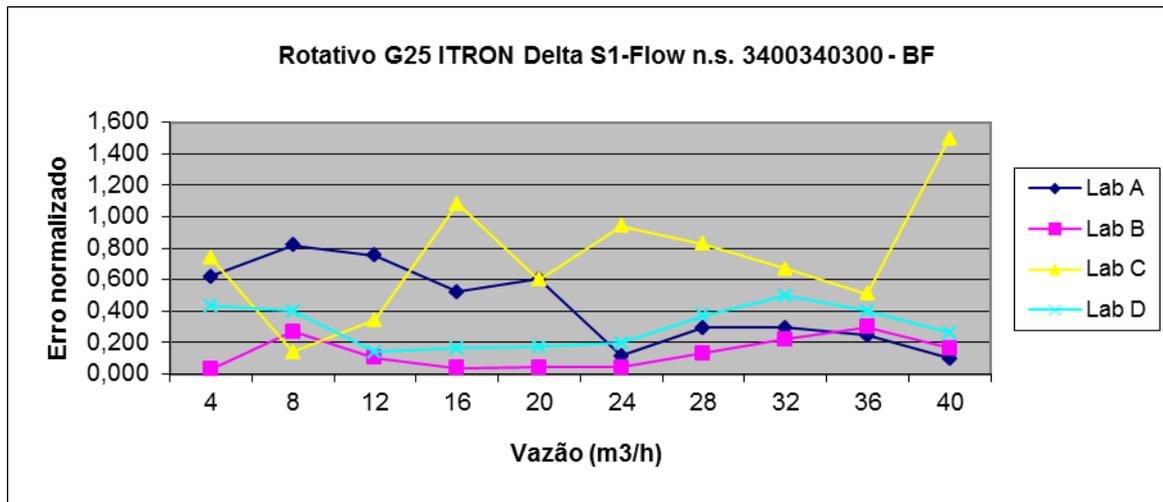


Gráfico 2: Erro normalizado do medidor rotativo G25 Baixa Frequência.

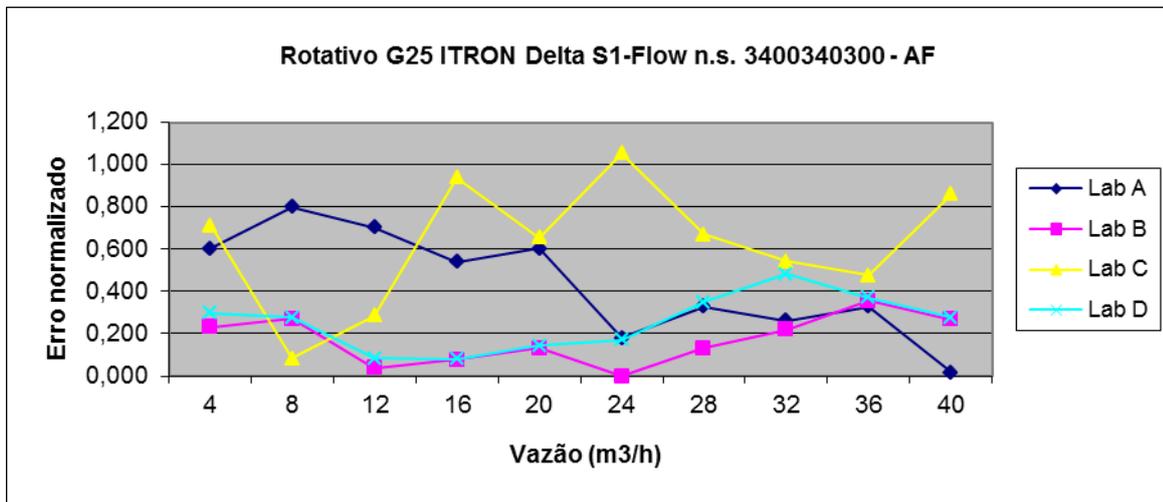


Gráfico 3: Erro normalizado do medidor rotativo G25 Alta Frequência.

Para os sensores de baixa frequência, apenas o laboratório C apresentou um valor de erro normalizado acima da unidade na vazão de 16 m³/h, o que representa um percentual de 10% dos pontos do laboratório e 2,5% dos valores totais avaliados entre todos os pontos em baixa frequência para a faixa de 0 a 40 m³/h.



Para os sensores de alta frequência, o laboratório C também, apresentou um valor acima da unidade na vazão de 24 m³/h, o que também representa um percentual de 10% dos pontos do laboratório e 2,5% dos valores totais avaliados entre todos os pontos em alta frequência para a faixa de 0 a 40 m³/h.

Assim pode-se dizer que para a faixa de vazão de 0 a 40 m³/h, apenas 2,5% de todos os pontos ficaram fora do critério estabelecido (acima da unidade), nos quais estes foram do laboratório C.

Tabela 2: Medidor Rotativo G250 (BF e AF)

Deslocamento positivo rotativo G250 ITRON Delta S3-Flow n.s. 3400317019								
Vazão m ³ /h	Laboratório A		Laboratório B		Laboratório C		Laboratório D	
	BF	AF	BF	AF	BF	AF	BF	AF
40	0,229	0,327	0,489	0,489	0,382	0,223	0,228	0,222
80	0,033	0,131	0,214	0,267	0,127	0,287	0,176	0,205
120	0,098	0,098	0,343	0,400	0,605	0,191	0,293	0,322
160	0,065	0,049	0,489	0,462	0,765	0,414	0,088	0,088
200	0,163	0,114	0,311	0,277	0,574	0,191	0,146	0,146
240	0,098	0,147	0,288	0,288	0,542	0,159	0,029	0,059
280	0,180	0,147	0,288	0,288	0,860	1,109	0,029	0,029
320	0,082	0,180	0,336	0,336	0,693	0,915	0,000	0,029
360	0,376	0,392	0,462	0,433	0,582	0,777	0,146	0,146
400	0,049	0,131	0,324	0,288	0,416	0,555	0,029	0,029



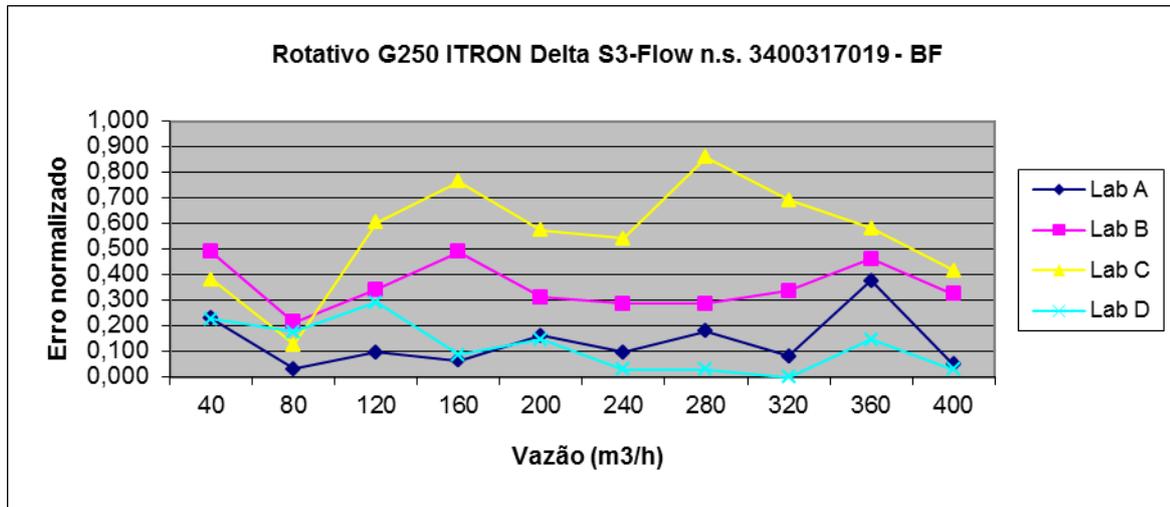


Gráfico 4: Erro normalizado do medidor rotativo G250 Baixa Frequência

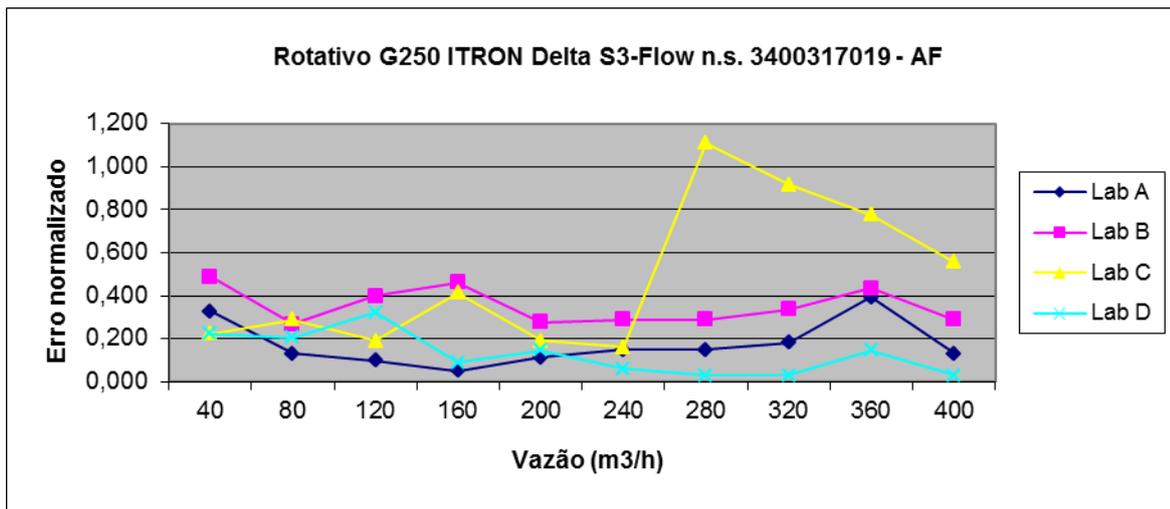


Gráfico 5: Erro normalizado do medidor rotativo G250 Alta Frequência

Para os sensores de baixa frequência, apenas o laboratório C apresentou um valor de erro normalizado acima da unidade na vazão de 40 m³/h, o que representa um percentual de 10% dos pontos do laboratório e 2,5% dos valores totais avaliados entre todos os pontos em baixa frequência para a faixa de 40 a 400 m³/h.



Para os sensores de alta frequência, o laboratório C também, apresentou um valor acima da unidade na vazão de 280 m³/h, o que também representa um percentual de 10% dos pontos do laboratório e 2,5% dos valores totais avaliados entre todos os pontos em alta frequência para a faixa de 40 a 400 m³/h.

Assim pode-se dizer que para a faixa de vazão de 40 a 400 m³/h, apenas 2,5% de todos os pontos ficaram fora do critério estabelecido (acima da unidade), nos quais estes foram do laboratório C.

Tabela 3: Medidor Turbina G1600 (BF e AF)

Turbina G1600 ITRON TZ200 n.s. 3400317020								
Vazão m ³ /h	Laboratório A		Laboratório B		Laboratório C		Laboratório D	
	BF	AF	BF	AF	BF	AF	BF	AF
250	0,196	0,229	0,433	0,277	1,026	0,971	0,290	0,301
500	0,245	0,180	0,178	0,240	0,444	0,333	0,132	0,054
750	0,098	0,163	0,267	0,240	0,250	0,028	0,081	0,051
1000	0,065	0,098	0,992	1,009	0,055	0,305	0,351	0,395
1250	0,196	0,147	0,971	1,057	0,782	0,211	0,432	0,422
1500	0,049	0,114	0,868	0,943	0,632	0,090	0,432	0,514
1750	0,033	0,000	0,786	0,772	0,692	0,180	0,432	0,351
2000	0,065	0,000	0,732	0,686	0,572	0,180	0,135	0,216
2250	0,261	0,180	0,655	0,643	0,451	0,090	0,276	0,297
2500	0,033	0,049	0,703	0,772	0,391	0,300	0,162	0,162



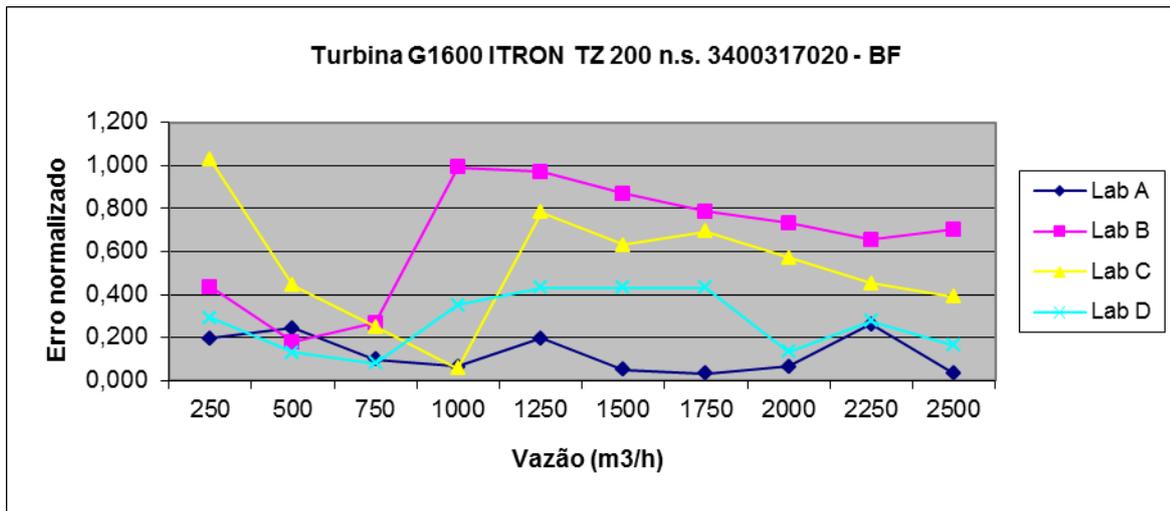


Gráfico 6: Erro normalizado do medidor turbina G1600 Baixa Frequência

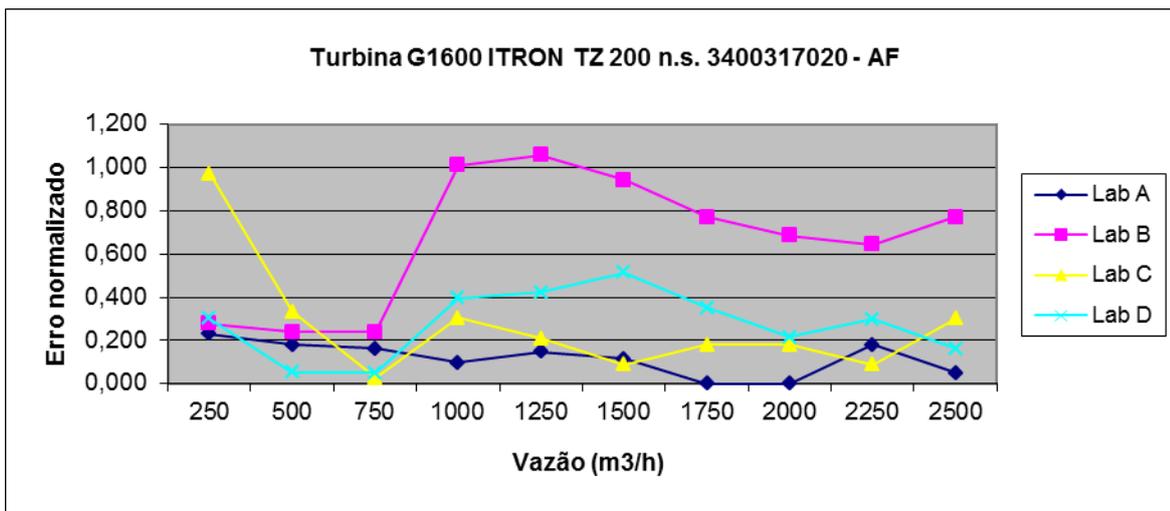


Gráfico 7: Erro normalizado do medidor turbina G1600 Alta Frequência.

Para os sensores de baixa frequência, o laboratório C apresentou um valor de erro normalizado acima da unidade na vazão de 250 m³/h, o que representa um percentual de 10% dos pontos do laboratório e 2,5% dos valores totais avaliados entre todos os pontos em baixa frequência para a faixa de 250 a 2500 m³/h.



Para os sensores de alta frequência, o laboratório B, apresentou dois valores acima da unidade nas vazões de 1000 e 1250 m³/h, o que também representa um percentual de 20% dos pontos do laboratório e 5% dos valores totais avaliados entre todos os pontos em alta frequência para a faixa de 250 a 2500 m³/h.

Assim pode-se dizer que para a faixa de vazão de 250 a 2500 m³/h, apenas 3,8% de todos os pontos ficaram fora do critério estabelecido (acima da unidade), nos quais estes foram dos laboratórios B e C.

No âmbito geral, um total de 3,8% dos ensaios em baixa frequência e 5,0% dos ensaios em alta frequência ficaram fora do critério $E_n > 1$, assim, um percentual de 2,9% de todos os pontos do programa de comparação interlaboratorial ficaram acima da unidade.

Também foram avaliadas as frequências de ocorrência dos erros normalizados com o intuito de se avaliar em quais faixas de erros normalizados foram mais frequentes. Abaixo, os gráficos plotados para as três faixas da comparação interlaboratorial:

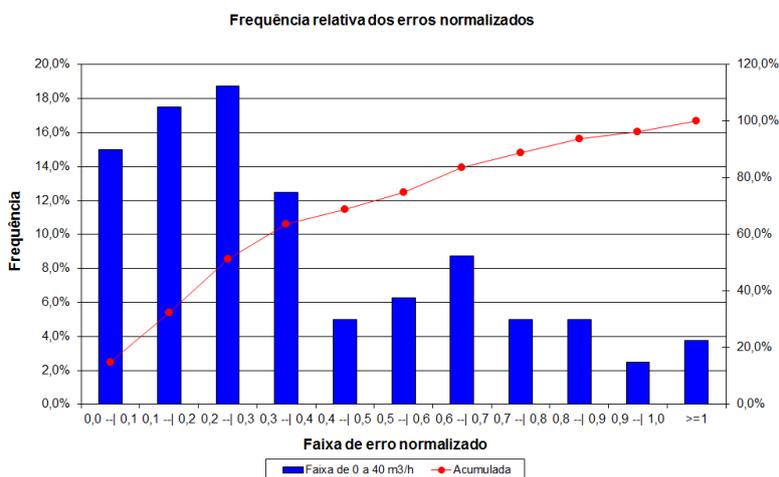


Gráfico 8: Distribuição de frequência para variável erro normalizado na faixa de 0 a 40 m³/h.



Pode se verificar através da análise do **gráfico 8** que a faixa de erros normalizados mais frequente, 19% dos dados, ficaram entre 0,2 e 0,3 e que aproximadamente 89% de todos erros normalizados estão abaixo da faixa de 0,7 a 0,8 para as vazões de 0 a 40 m³/h.

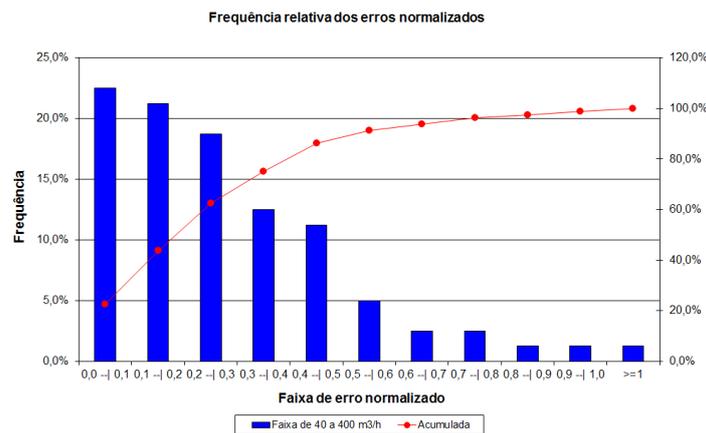


Gráfico 9: Distribuição de frequência para variável erro normalizado na faixa de 40 a 400 m³/h.

Pode se verificar através da análise do **gráfico 9** que a faixa de erros normalizados mais frequente. 22,5% dos dados, ficaram entre 0,0 e 0,1 e que aproximadamente 96% de todos os erros normalizados estão abaixo da faixa de 0,7 a 0,8 para as vazões de 40 a 400m³/h.



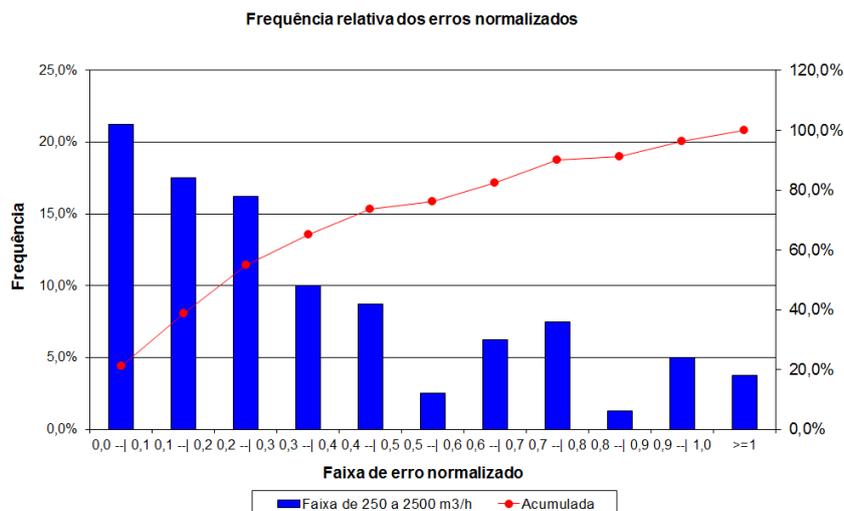


Gráfico 10: Distribuição de frequência para variável erro normalizado na faixa de 250 a 2500 m³/h.

Como pode ser visto no **gráfico 10**, a faixa de erros normalizados mais frequente, 21% dos dados, ficaram entre 0,0 e 0,1 e que aproximadamente 90% de todos os erros normalizados estão abaixo da faixa de 0,7 a 0,8 para as vazões de 250 a 2500 m³/h.

Avaliando as três faixas do estudo, pode-se concluir de uma forma global que a melhor faixa da comparação interlaboratorial foi a faixa intermediária de 40 a 400 m³/h. Nesta faixa, a frequência de ocorrência dos erros (22,5% dos erros) foi mais alta na faixa de 0,1 a 0,2, enquanto para as outras faixas estes valores foram de 15 e 21% para as faixas de 0 a 40 m³/h e 250 a 2500m³/h respectivamente. Pode-se reforçar também esta conclusão avaliando-se as frequências acumuladas de erros, na faixa de 40 a 400 m³/h, 91% de todos os erros estão abaixo 0,7 enquanto nas faixas de 0 a 40m³/h e 250 a 2500m³/h aproximadamente 90% de todos os erros ficaram abaixo do erro normalizado igual a 0,8.

De forma geral, conforme exposto acima, pode se avaliar que apesar de alguns pontos ficaram fora do critério do erro normalizado, percentual de 2,9%, de uma



forma geral pode-se concluir que os resultados foram satisfatórios para o 1º programa de comparação interlaboratorial da área de medição de vazão, mostrando assim a boa capacidade instalada dos laboratórios hoje atuantes na área de metrologia de fluidos no Brasil.

www.ctgas.com.br

Centro de Tecnologias do Gás e Energias Renováveis
Av. Capitão-Mor Gouveia, 1480, Lagoa Nova
Natal/RN, Brasil – CEP 59067-620
Tel.: + 55 (84) 3204-8000 Fax: + 55 (84) 3204-8090
E-mail: ctgas@ctgas.com.br



5 - CONCLUSÃO

O ensaio de proficiência é uma ferramenta fundamental para a avaliação da qualidade dos resultados, da capacidade e confiabilidade metrológica dos laboratórios brasileiros.

Os Laboratórios de Medição de Vazão de Gás do Centro de Tecnologias do Gás e Energias Renováveis – CTGÁS-ER, Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais - CETEC, Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT e Companhia Distribuidora de Gás do Rio de Janeiro – CEG demonstraram que possuem uma boa infraestrutura e equipe qualificada para realizar serviços de calibração de medidores de vazão de gás natural, do tipo rotativo e do tipo turbina utilizando ar como fluido de trabalho, como demonstrado nos resultados acima.

Pode se concluir que apesar de alguns pontos ficaram fora do critério do erro normalizado, percentual este igual a 2,9% dos dados obtidos, de uma forma geral pode-se verificar que os resultados foram satisfatórios para o 1º programa de comparação interlaboratorial da área de medição de vazão, mostrando assim a boa capacidade instalada dos laboratórios hoje atuantes na área de metrologia de fluidos no Brasil. Também conclui se que hoje no Brasil, as calibrações nas faixas de 40 a 400 m³/h possuem maior exatidão e conseqüentemente um maior grau de confiabilidade, pois seus valores de erros normalizados estão mais próximos aos valores convencionais (PTB).

O resultado deste projeto proverá o aumento da qualidade dos serviços prestados nos laboratórios, refletindo em maior confiabilidade, efetividade e segurança nos produtos a serem entregues aos clientes, demonstrando, com isso, a competência técnica dos laboratórios envolvidos.



6 – REFERÊNCIAS

1. DOQ-CGCRE-005 - Orientações para Organização de Comparações Interlaboratoriais pelas Comissões Técnicas da DICLA –, rev. 00, setembro 2002, INMETRO.
2. NBR ISO/IEC 17025:2005 Requisitos gerais para competência de laboratórios de ensaio e calibração;
3. Norma NIT-DICLA-001, Rev. 10, Auditoria de Medição e Comparações Interlaboratoriais Internacionais Para Acordos de Reconhecimento.

