

**1º PROGRAMA DE COMPARAÇÃO  
INTERLABORATORIAL EM VAZÃO DE GASES A  
BAIXAS PRESSÕES**

**2009**

**RELATÓRIO FINAL**

Comissão Técnica de Vazão CT-13

DICLA – Divisão de Credenciamento de Laboratórios de Calibração

INMETRO

Elaborado por:

Mauricio Oliveira Costa – Coordenador e Participante  
TEX Equipamentos Eletrônicos Ltda. – CAL 409

Aprovado por:

Rui Gomez - Participante  
IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas de S.P. – CAL162

Maria Luiza Moraes dos Santos– Participante  
CETEC – Centro Tecnológico de M.G. - Postulante

# **1ª. Comparação Interlaboratorial de Gases a Baixas Pressões**

---

## **Conteúdo**

1.	Resumo .....	3
2.	Introdução .....	3
3.	Participantes.....	3
4.	Laboratório de Referência.....	4
5.	Padrão Itinerante.....	4
6.	Logística e Método .....	4
7.	Avaliação dos Resultados .....	5
8.	Resultados .....	5
8.1.	Desempenho – visão gráfica geral.....	7
8.2.	Análise dos Resultados – Erro Normalizado .....	8
9.	Conclusões.....	13
10.	Agradecimentos.....	13
11.	Referências Técnicas .....	14
12.	Anexos .....	15

## **Figuras:**

Figura 1: Resultado Geral das Calibrações do Programa.....	7
Figura 2: Erro Normalizado - Visão comparativa.....	8
Figura 3: Desempenho do padrão itinerante - Ponto 0,5L/min .....	9
Figura 4: Desempenho do padrão itinerante - Ponto 1,0L/min .....	9
Figura 5: Desempenho do padrão itinerante - Ponto 2,5L/min .....	10
Figura 6: Desempenho do padrão itinerante - Ponto 4,5L/min .....	10
Figura 7: Desempenho do padrão itinerante - Ponto 5,0L/min .....	11
Figura 8: Variação do erro do padrão itinerante - Média de 3 anos .....	11
Figura 9: Erro normalizado descontada a deriva do padrão itinerante .....	13

## **Tabelas:**

Tabela 1: Laboratórios Participantes do Programa .....	4
Tabela 2: Resultados do laboratório A .....	5
Tabela 3: Resultados do laboratório C – Referência .....	6
Tabela 4: Resultados do laboratório D .....	6
Tabela 5: Resultados do laboratório C – 2ª. calibração.....	7
Tabela 6: Cálculo do Erro Normalizado .....	8
Tabela 7: Erro normalizado considerando a deriva do padrão itinerante .....	12

# **1ª. Comparação Interlaboratorial de Gases a Baixas Pressões**

---

## **1. Resumo**

---

Na 1ª reunião da Comissão Técnica de Vazão (CT-13), realizada em Out/2008, foram estabelecidas subcomissões para coordenar os Programas de Comparação Interlaboratoriais de Vazão, para gases e líquidos. Este relatório apresenta os resultados encontrados para o **Programa Interlaboratorial de Vazão Gases a Baixas Pressões**, entre 2 laboratórios Acreditados (TEX e IPT) e um laboratório postulante (CETEC). O Programa foi executado durante 3 meses do ano de 2009. A conclusão deste programa é que estes laboratórios encontram-se em harmonia de seus resultados, mas também mostra que o padrão itinerante para esta faixa deve ter baixa deriva ao longo do tempo para que interfira o mínimo possível nos resultados, e esta variação deve ser considerada na avaliação de desempenho dos laboratórios.

## **2. Introdução**

---

As comparações interlaboratoriais são eficazes para a comprovação da competência técnica de laboratórios de calibração e ensaios (1).

As comparações utilizadas de forma corrente pelas organizações acreditadas avaliam e acompanham a capacidade de medição dos laboratórios de calibração e ensaios, sendo reconhecidas internacionalmente como um elemento importante para o estabelecimento da confiança mútua entre os laboratórios de calibração e ensaios de diferentes países e entre órgãos acreditadores.

Um programa de comparação interlaboratorial requer estrutura organizacional adequada e forte comprometimento dos participantes no cumprimento das condições estabelecidas (2).

## **3. Participantes**

---

Atendendo a solicitação da coordenação da subcomissão do 1º Programa Interlaboratorial em Vazão de Gás da CT-13, foram convidados e inclusos a este programa laboratórios postulantes a acreditação e não-acreditados, porém competentes, visando maior número de dados para avaliação, conforme descrito abaixo. A competência de observador deste programa ficará a cargo da Divisão de Dinâmica de Fluidos - INMETRO/DIMCI.

Foram convidados os seguintes laboratórios: Laboratório de vazão da TEX Equip. Eletrônicos, coordenador do programa, Centro de metrologia de fluidos do IPT-SP, Laboratório de Vazão de Gás do CETEC-MG e Laboratório de Vazão da APPLITECH-SP.

Entretanto, devido a dificuldades com o padrão de referência para calibração, um dos laboratórios convidados, a Applitech, pediu para retirar-se do programa durante sua execução.

Os laboratórios participantes do programa apresentado neste relatório são:

# 1ª. Comparação Interlaboratorial de Gases a Baixas Pressões

---

Nº da Acreditação	Laboratório	Instituição ou empresa
CAL 409	Laboratório de Vazão - TEX	TEX Equipamentos Eletrônicos Ind. Com. Ltda.
CAL 162	Centro de Metrologia de Fluidos	Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT
Postulante	Setor de Testes Físicos – Lab. de Vazão de Gás	Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais – CETEC/MG
Observador	Divisão de Metrologia em Dinâmica dos Fluidos	INMETRO/DIMCI

Tabela 1: Laboratórios Participantes do Programa

## 4. Laboratório de Referência

---

Por decisão da subcomissão do Programa, o laboratório de vazão TEX foi escolhido como laboratório de referência, o qual executará a primeira calibração e a última, para fins de avaliar o desempenho do padrão itinerante durante as calibrações.

A Divisão de Acreditação de Laboratórios Acreditados (DICLA), do INMETRO, através do Sr. Rafael Teixeira, fez a coleta dos certificados de calibração, por meio digital (e-mail), atribuiu uma letra para cada laboratório, para fins de confidencialidade dos mesmos, elaborou uma planilha resumo de todos os resultados e suas respectivas fontes (anônimas) e enviou ao laboratório de referência (coordenador do programa), para avaliação dos resultados.

## 5. Padrão Itinerante

---

O padrão itinerante escolhido para a intercomparação foi fornecido pela TEX, descrito a seguir:

**Fluxômetro digital Alicat Scientific, modelo M-5 SPLM-D, faixa de medição 0~5L/min, resolução 0,001 L/min**

A escolha do padrão passou por uma discussão na subcomissão, que avaliou esta opção como a mais adequada e disponível para a faixa que se desejava calibrar.

## 6. Logística e Método

---

Foi estabelecido que cada laboratório utilizasse seus próprios procedimentos de medição, para fins de aproximar ao máximo à situação de normalidade do laboratório e obter resultados mais reais que o cliente final encontrará ao contratar os serviços destes laboratórios Acreditados.

O método de calibração, diagramas de montagem e logística de circulação do padrão, com cronograma de trabalhos foi apresentado à Comissão Técnica, e está fixada no Anexo 1 deste relatório.

# 1ª. Comparação Interlaboratorial de Gases a Baixas Pressões

## 7. Avaliação dos Resultados

Para avaliar o desempenho dos laboratórios participantes, foi calculado o Erro Normalizado tomando como referência o laboratório TEX.

O critério de aprovação dos resultados é de que o valor, em módulo, do Erro Normalizado seja menor ou igual à unidade ( $|En| \leq 1$ ).

O Erro Normalizado ( $En$ ) é definido no guia DOC-CGCRC-05 (3), como:

$$En = \frac{(e_{lab} - e_{ref})}{\sqrt{U_{lab}^2 + U_{ref}^2}}$$

Onde:

$e_{lab}$  = Erro medido pelo laboratório participante

$e_{ref}$  = Erro medido pelo laboratório de referência

$U_{lab}$  = Incerteza expandida do laboratório participante

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

## 8. Resultados

Os resultados medidos por cada laboratório são apresentados nas tabelas a seguir:

Laboratório A							
Valor Verdadeiro Convencional (L/min)	Valor Indicado no Instrumento (L/min)	Erro (L/min)	Desvio Padrão Experimental da Média (L/min)	Incerteza Expandida (L/min)	Fator de abrangência (K)	Erro (%)	Incerteza (%)
0,494	0,500	0,006	0,0026	0,010	2,16	1,21	2,02
0,990	1,000	0,010	0,0035	0,013	2,17	1,01	1,31
1,485	1,500	0,015	0,0018	0,018	2,00	1,01	1,21
1,983	2,000	0,017	0,0020	0,022	2,00	0,86	1,11
2,465	2,500	0,035	0,0013	0,024	2,00	1,42	0,97
2,968	3,000	0,032	0,0036	0,032	2,00	1,08	1,08
3,439	3,500	0,061	0,0040	0,032	2,01	1,77	0,93
3,977	4,000	0,023	0,0038	0,040	2,00	0,58	1,01
4,439	4,500	0,061	0,0039	0,044	2,00	1,37	0,99
4,966	5,000	0,034	0,0096	0,049	2,03	0,68	0,99

Tabela 2: Resultados do laboratório A

## 1ª. Comparação Interlaboratorial de Gases a Baixas Pressões

Laboratório C							
Valor Verdadeiro Convencional (L/min)	Valor Indicado no Instrumento (L/min)	Erro (L/min)	Desvio Padrão Experimental da Média (L/min)	Incerteza Expandida (L/min)	Fator de abrangência (K)	Erro (%)	Incerteza (%)
0,488	0,500	0,012	0,0017	0,005	2,06	2,46	1,02
0,990	1,004	0,014	0,00058	0,005	2,01	1,41	0,51
1,488	1,509	0,021	0,0012	0,006	2,00	1,41	0,40
1,970	2,004	0,034	0,0032	0,013	2,37	1,73	0,66
2,471	2,502	0,031	0,0036	0,011	2,12	1,25	0,45
2,965	3,008	0,043	0,00058	0,010	2,00	1,45	0,34
3,461	3,507	0,046	0,0036	0,012	2,02	1,33	0,35
3,971	4,001	0,030	0,0040	0,017	2,11	0,76	0,43
4,482	4,502	0,020	0,0010	0,015	2,02	0,45	0,33
4,968	4,997	0,029	0,0017	0,018	2,06	0,58	0,36

Tabela 3: Resultados do laboratório C – Referência

Laboratório D							
Valor Verdadeiro Convencional (L/min)	Valor Indicado no Instrumento (L/min)	Erro (L/min)	Desvio Padrão Experimental da Média (L/min)	Incerteza Expandida (L/min)	Fator de abrangência (K)	Erro (%)	Incerteza (%)
0,5214	0,512	-0,009	0,004	0,009	2,00	-1,80	1,73
1,0231	1,025	0,002	0,007	0,014	2,00	0,19	1,37
1,4924	1,523	0,031	0,003	0,007	2,00	2,05	0,47
1,9836	2,028	0,045	0,009	0,019	2,00	2,24	0,96
2,4934	2,527	0,034	0,009	0,018	2,00	1,35	0,72
2,9905	3,031	0,041	0,007	0,013	2,00	1,35	0,43
3,4936	3,544	0,051	0,015	0,029	2,00	1,44	0,83
4,0049	4,032	0,027	0,006	0,012	2,00	0,68	0,30
4,4682	4,516	0,047	0,010	0,020	2,00	1,07	0,45
5,0017	5,043	0,041	0,013	0,025	2,00	0,83	0,50

Tabela 4: Resultados do laboratório D

# 1ª. Comparação Interlaboratorial de Gases a Baixas Pressões

Laboratório C - Ref. - 2a. Calibração							
Valor Verdadeiro Convencional (L/min)	Valor Indicado no Instrumento (L/min)	Erro (L/min)	Desvio Padrão Experimental da Média (L/min)	Incerteza Expandida (L/min)	Fator de abrangência (K)	Erro (%)	Incerteza (%)
0,493	0,501	0,008	0,0000	0,005	2,13	1,62	1,01
0,993	1,000	0,007	0,00115	0,005	2,01	0,70	0,50
1,490	1,502	0,012	0,0012	0,010	2,37	0,81	0,67
1,971	2,001	0,030	0,0020	0,008	2,01	1,52	0,41
2,460	2,503	0,043	0,0015	0,012	2,23	1,75	0,49
2,967	3,003	0,036	0,00153	0,012	2,10	1,21	0,40
3,457	3,502	0,045	0,0026	0,014	2,10	1,30	0,40
3,970	4,001	0,031	0,0031	0,013	2,01	0,78	0,33
4,468	4,500	0,032	0,0015	0,014	2,00	0,72	0,31
4,959	5,002	0,043	0,0006	0,016	2,00	0,87	0,32

Tabela 5: Resultados do laboratório C – 2ª. calibração

## 8.1. Desempenho – visão gráfica geral

Os laboratórios, a partir dos respectivos resultados apresentados, apresentaram o resultado que pode ser observado no gráfico a seguir:

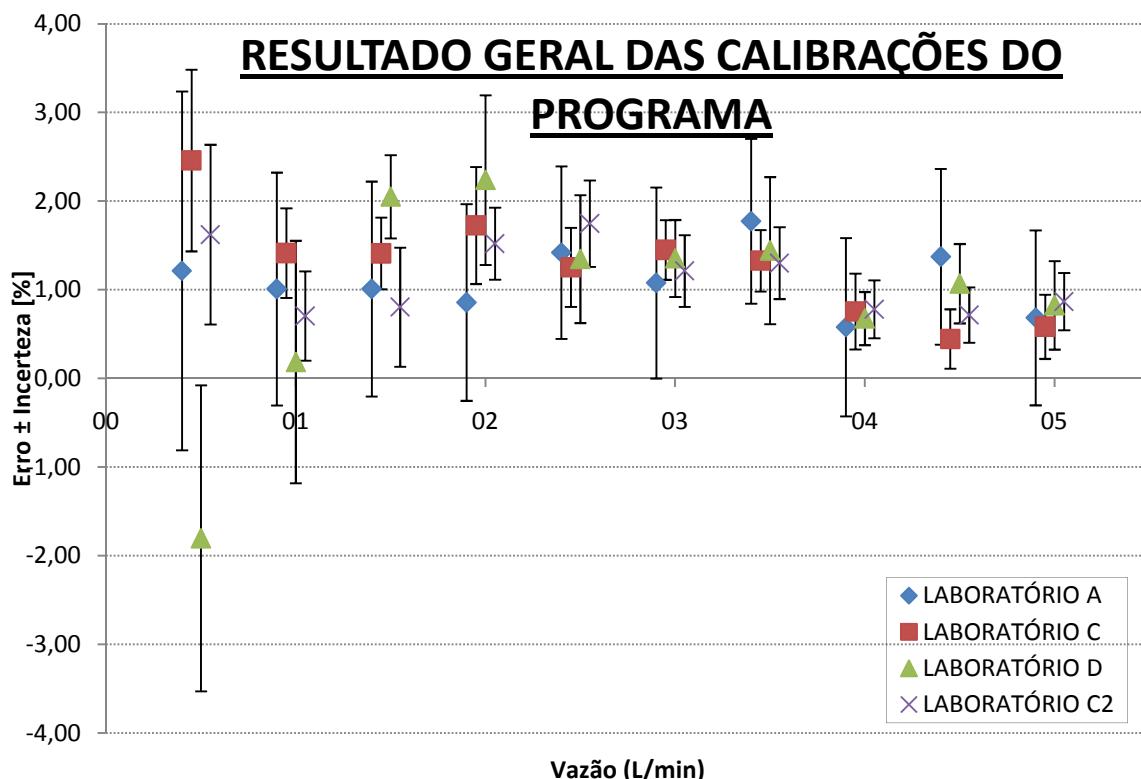


Figura 1: Resultado Geral das Calibrações do Programa

# 1ª. Comparação Interlaboratorial de Gases a Baixas Pressões

## 8.2. Análise dos Resultados – Erro Normalizado

Ponto	LAB. A		LAB. C-Ref		LAB. D		Cálculo do Erro normalizado			
	Erro	Incerteza	Erro	Incerteza	Erro	Incerteza	Lab. A	Resultado	Lab. D	Resultado
0,50	0,006	0,010	0,012	0,005	-0,009	0,009	0,54	APROVADO	2,04	REPROVADO
1,00	0,010	0,013	0,014	0,005	0,002	0,014	0,29	APROVADO	0,81	APROVADO
1,50	0,015	0,018	0,021	0,006	0,031	0,007	0,32	APROVADO	-1,08	REPROVADO
2,00	0,017	0,022	0,034	0,013	0,045	0,019	0,67	APROVADO	-0,48	APROVADO
2,50	0,035	0,024	0,031	0,011	0,034	0,018	-0,15	APROVADO	-0,14	APROVADO
3,00	0,032	0,032	0,043	0,010	0,041	0,013	0,33	APROVADO	0,12	APROVADO
3,50	0,061	0,032	0,046	0,012	0,051	0,029	-0,44	APROVADO	-0,16	APROVADO
4,00	0,023	0,040	0,030	0,017	0,027	0,012	0,16	APROVADO	0,14	APROVADO
4,50	0,061	0,044	0,020	0,015	0,047	0,020	-0,88	APROVADO	-1,08	REPROVADO
5,00	0,034	0,049	0,029	0,018	0,041	0,025	-0,10	APROVADO	-0,39	APROVADO

Tabela 6: Cálculo do Erro Normalizado

Obs: O resultado é considerado APROVADO quando o módulo do Erro Normalizado é menor ou igual à 1.

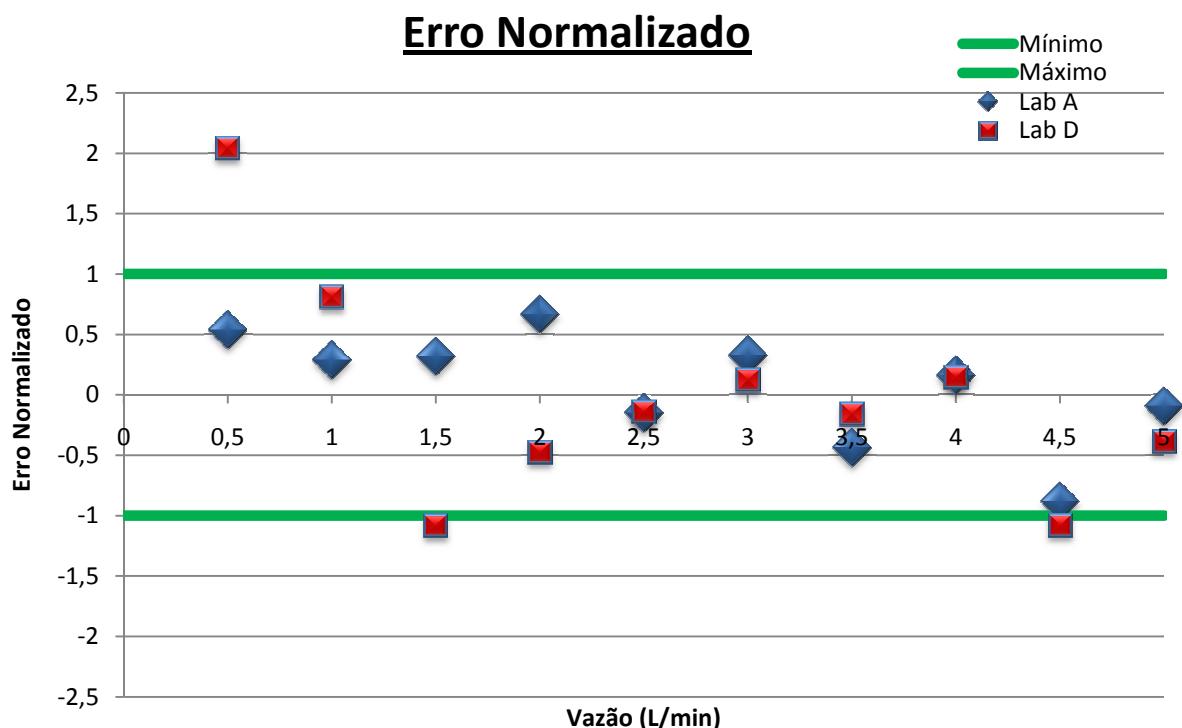


Figura 2: Erro Normalizado - Visão comparativa

## 1ª. Comparação Interlaboratorial de Gases a Baixas Pressões

Os resultados apresentados levaram o grupo a discutir os possíveis causadores das variações apresentadas ao longo do programa.

Decidiu-se avaliar então o desempenho do padrão itinerante, comparando resultados encontrados e suas flutuações, para os pontos iniciais, central e finais, das quatro calibrações efetuadas:

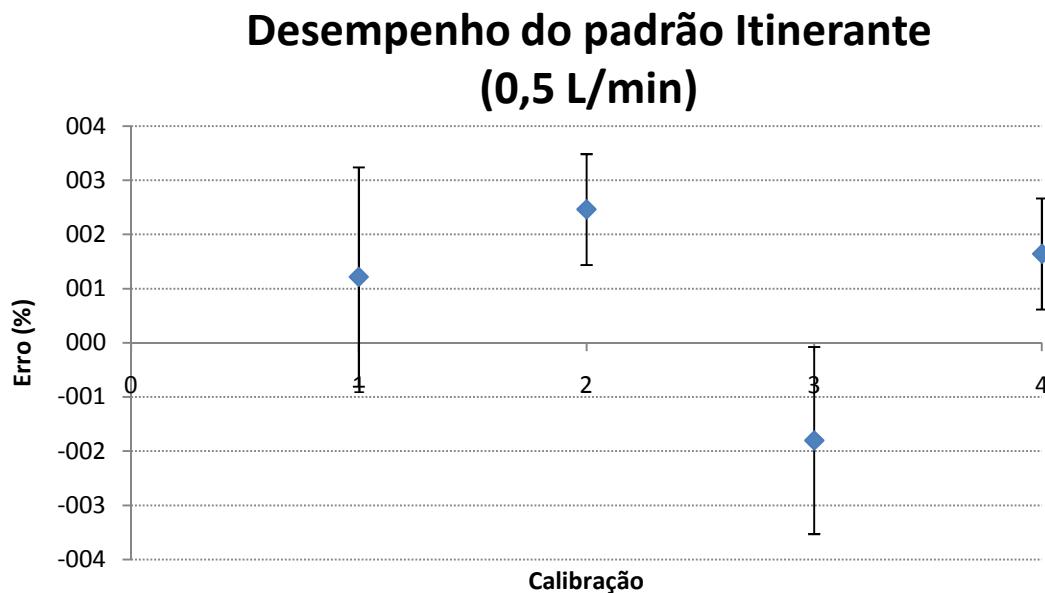


Figura 3: Desempenho do padrão itinerante - Ponto 0,5L/min

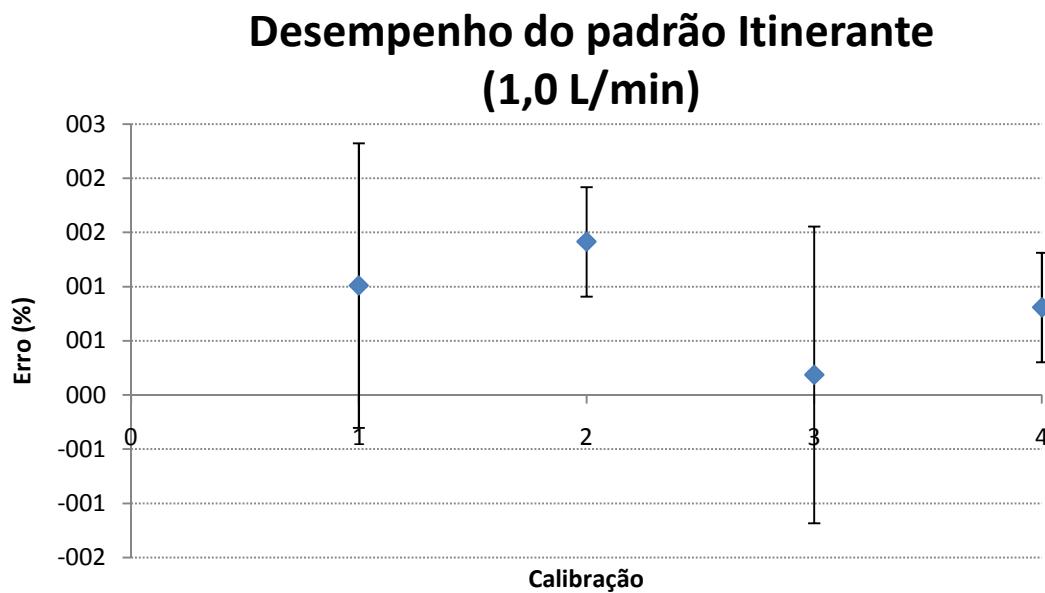


Figura 4: Desempenho do padrão itinerante - Ponto 1,0L/min

## 1ª. Comparação Interlaboratorial de Gases a Baixas Pressões

---

### Desempenho do padrão Itinerante (2,5 L/min)

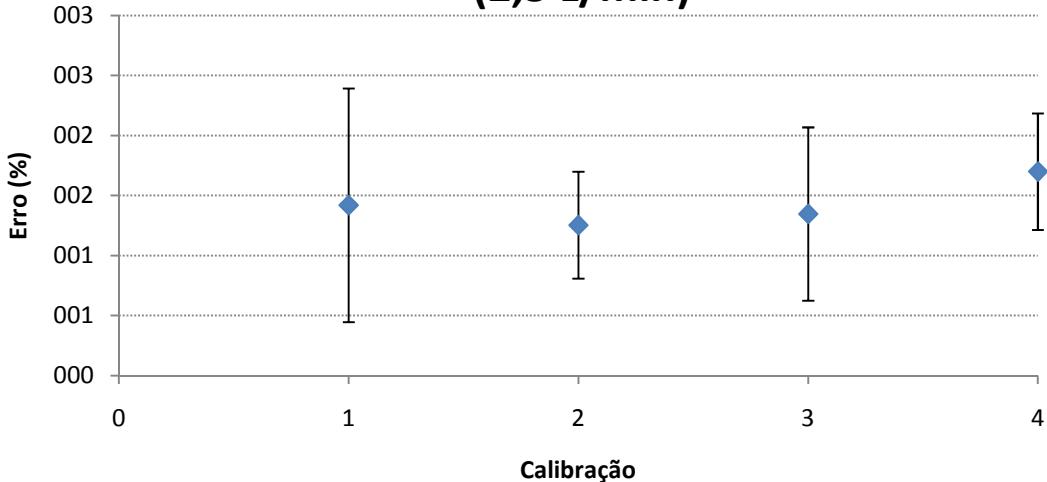


Figura 5: Desempenho do padrão itinerante - Ponto 2,5L/min

### Desempenho do padrão Itinerante (4,5 L/min)

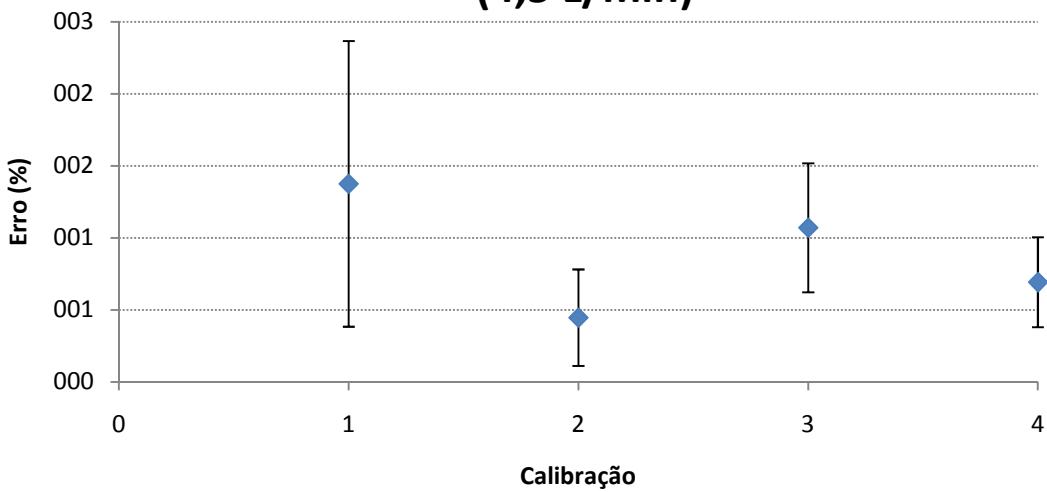


Figura 6: Desempenho do padrão itinerante - Ponto 4,5L/min

## 1ª. Comparação Interlaboratorial de Gases a Baixas Pressões

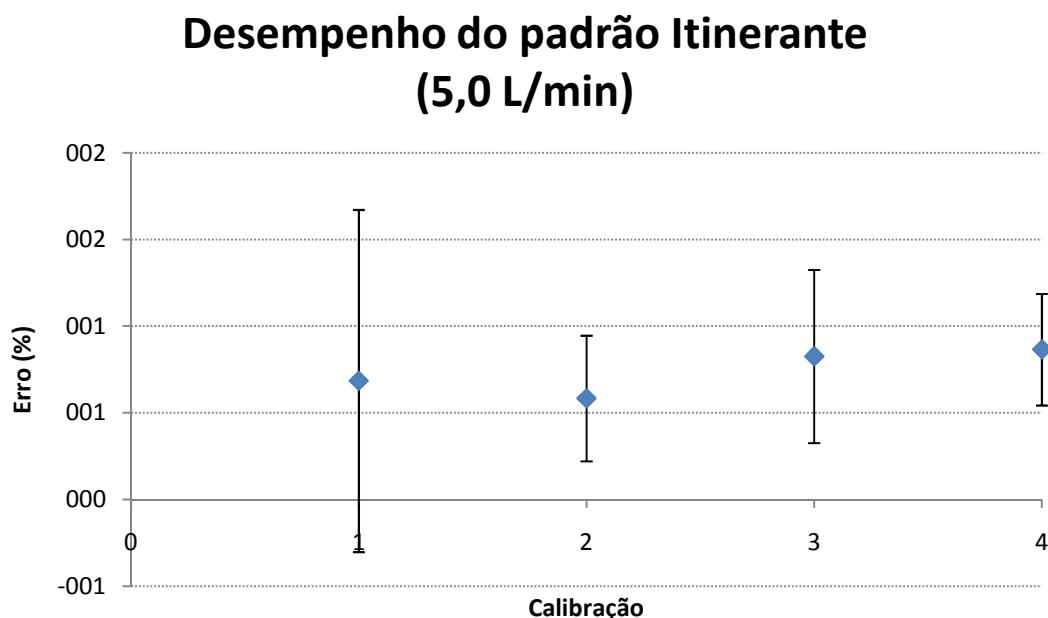


Figura 7: Desempenho do padrão itinerante - Ponto 5,0L/min

Com base nos resultados apresentados, o padrão apresentou maior variação no primeiro ponto. Coletada uma análise histórica de seu comportamento, junto ao laboratório proprietário deste padrão, confirma-se a variação observada durante o programa:



Figura 8: Variação do erro do padrão itinerante - Média de 3 anos

## 1ª. Comparação Interlaboratorial de Gases a Baixas Pressões

Após a análise dos dados de deriva do padrão itinerante entre a primeira e a segunda calibração do laboratório de referência, apresentados acima, os participantes decidiram levar em consideração esta deriva no cálculo do erro normalizado, uma vez que o objetivo do programa é avaliar exclusivamente a qualidade da calibração dos laboratórios.

Neste sentido, duas ações foram tomadas e um novo resultado proposto:

- O erro do padrão itinerante no laboratório de referência ( $E_{ref}$ ) passou a ser considerado com o erro médio entre a calibração inicial e a final, valor este usado para a comparação com os outros laboratórios;
- Considerou-se também a incerteza combinada entre as calibrações inicial e final do laboratório de referência para a comparação com os outros laboratórios ( $U_{ref}$ ).

$$E_{ref} = \frac{E_{ref1} + E_{ref2}}{2}$$

$$U_{ref} = \sqrt{U_{ref1}^2 + U_{ref2}^2}$$

Recalculando os resultados para o erro normalizado do programa, temos:

Ponto	LAB. A		LAB. C		LAB. D		Erro normalizado considerando a variação do padrão			
	Erro	Incerteza	Erro médio	Incerteza média	Erro	Incerteza	A	Resultado	D	Resultado
0,50	0,006	0,010	0,010	0,007	-0,009	0,009	0,3	APROVADO	1,7	REPROVADO
1,00	0,010	0,013	0,011	0,007	0,002	0,014	0,1	APROVADO	0,6	APROVADO
1,50	0,015	0,018	0,017	0,012	0,031	0,007	0,1	APROVADO	-1,0	APROVADO
2,00	0,017	0,022	0,032	0,015	0,045	0,019	0,6	APROVADO	-0,5	APROVADO
2,50	0,035	0,024	0,037	0,016	0,034	0,018	0,1	APROVADO	0,1	APROVADO
3,00	0,032	0,032	0,040	0,016	0,041	0,013	0,2	APROVADO	-0,1	APROVADO
3,50	0,061	0,032	0,046	0,018	0,051	0,029	-0,4	APROVADO	-0,2	APROVADO
4,00	0,023	0,040	0,031	0,021	0,027	0,012	0,2	APROVADO	0,1	APROVADO
4,50	0,061	0,044	0,026	0,021	0,047	0,020	-0,7	APROVADO	-0,8	APROVADO
5,00	0,034	0,049	0,036	0,024	0,041	0,025	0,0	APROVADO	-0,1	APROVADO

Tabela 7: Erro normalizado considerando a deriva do padrão itinerante

## 1ª. Comparação Interlaboratorial de Gases a Baixas Pressões

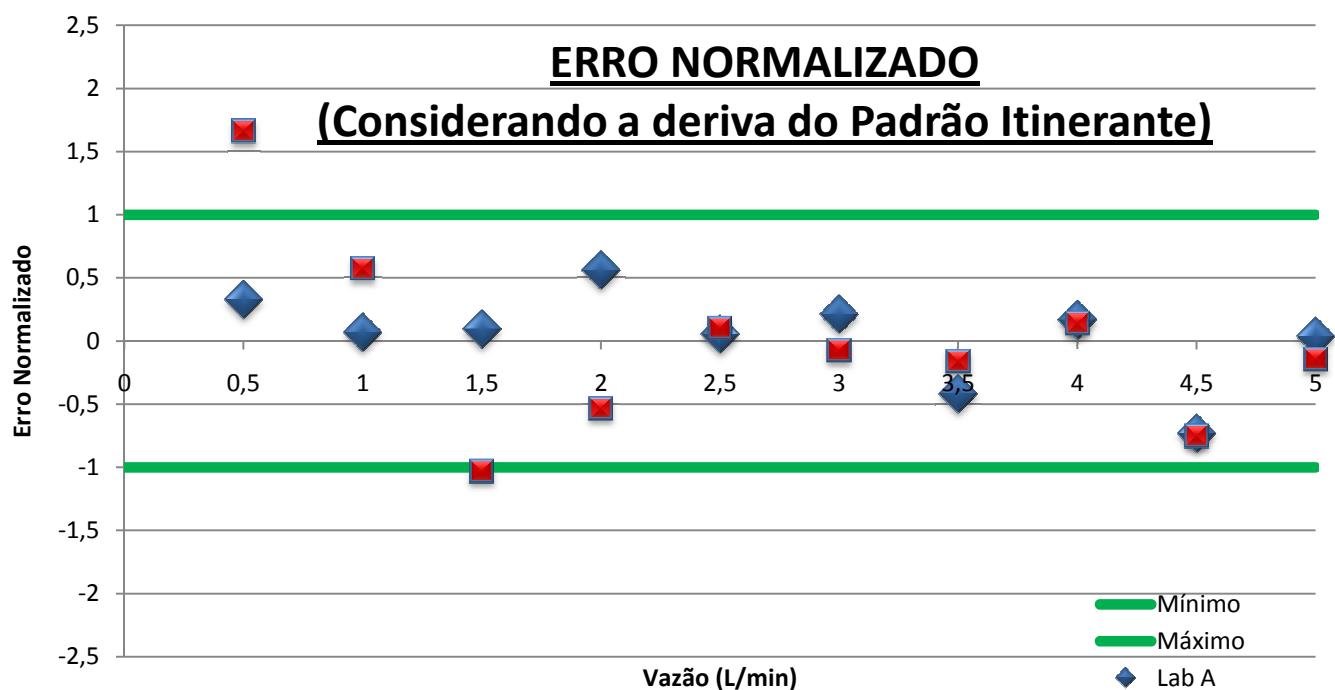


Figura 9: Erro normalizado descontada a deriva do padrão itinerante

## 9. Conclusões

A partir dos resultados encontrados, pode ser verificado que os laboratórios participantes do programa encontram-se em harmonia de resultados, dentro do que se espera de uma rede metrológica com boas práticas de laboratórios e rigorosamente auditados pelo INMETRO, na figura da DICLA.

Também concluímos que a escolha do padrão itinerante para esta faixa de vazão deve ser muito criteriosa, pois pequenas variações temporais (mesmo que normais para o laboratório que utiliza este padrão como instrumento de trabalho) podem influenciar muito o resultado numa comparação entre laboratórios. A deriva histórica do padrão de transferência deve ser mínima e, ainda assim, medida ao longo do programa para que seja considerada no cálculo do erro normalizado.

## 10. Agradecimentos

Agradecemos ao apoio de todos os laboratórios que participaram do programa, em especial à Applitech, que nos honrou com sua iniciativa em querer participar, mas infelizmente não conseguiu estabilizar seu padrão a tempo para execução do programa.

Agradecemos também ao Sr. Rafael Teixeira, pela colaboração em receber, organizar e tabular os dados dos laboratórios.

### **11. Referências Técnicas**

---

1. **INMETRO.** NIT-DICLA-026. *Requisitos sobre a participação dos laboratórios de ensaio e de calibração em atividades de ensaio de proficiência.* Rev.06, Jan-2010.
2. **ABNT.** NBR ISO/IEC 17025. *Requisitos gerais para a competência de Laboratórios de ensaio e calibração.* 2005.
3. **INMETRO.** DOC-CGCRE-05. *Orientações para Organização de Comparações Interlaboratoriais pelas Comissões Técnicas da DICLA.* Rev.00, Set-2002.

### **12. Anexos**

---

1. Protocolo e Orientações para Realização da Comparação Interlaboratorial 2009

**Protocolo**

**e**

**Orientações para Realização**

**da**

**Comparação Interlaboratorial**

**Comissão Técnica de Vazão CT – 13**

**DICLA – Divisão de Credenciamento de Laboratórios de Calibração**

**INMETRO**

*Subcomissão Técnica do 1º Programa Interlaboratorial*

*em*

*Vazão de Gás a Baixas Pressões*

*2009*

# Sumário

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>3</b>
<b>2.</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>3</b>
<b>3.</b>	<b>PARTICIPANTES.....</b>	<b>3</b>
<b>4.</b>	<b>LABORATÓRIO DE REFERÊNCIA .....</b>	<b>3</b>
<b>5.</b>	<b>PADRÕES E MATERIAIS.....</b>	<b>4</b>
5.1	Tipo do padrão de itinerante .....	4
5.2	Descrição do padrão de itinerante.....	4
5.3	Relação de materiais .....	4
5.4	Skid de medição para fluxo laminar. ....	4
<b>6.</b>	<b>LOGÍSTICA.....</b>	<b>5</b>
6.1	Circulação do padrão. ....	5
6.2	Fluxograma da circulação do padrão e resultados das calibrações. ....	5
<b>7.</b>	<b>EXECUÇÃO.....</b>	<b>6</b>
7.1	Ordem de execução das calibrações entre os participantes .....	6
7.2	Métodos .....	6
<b>8.</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>6</b>
8.1	Cálculo do Erro e Relatórios.....	7
<b>9.</b>	<b>CUSTOS.....</b>	<b>7</b>
<b>10.</b>	<b>ASSINATURAS.....</b>	<b>7</b>

## 1. Introdução

As comparações interlaboratoriais são eficazes para a comprovação da competência técnica de laboratórios de calibração e ensaios.

As comparações utilizadas de forma corrente pelas organizações acreditadas avaliam e acompanham a capacidade de medição dos laboratórios de calibração e ensaios, sendo reconhecidas internacionalmente como um elemento importante para o estabelecimento da confiança mútua entre os laboratórios de calibração e ensaios de diferentes países e entre órgãos acreditadores.

Um programa de comparação interlaboratorial requer estrutura organizacional adequada e forte comprometimento dos participantes no cumprimento das condições estabelecidas.

## 2. Objetivos

Este documento estabelece as orientações para organização a realização do programa de comparação interlaboratorial com base na 2ª reunião da Comissão Técnica de Vazão CT-13 realizada em 27.11.2008, que estabeleceu a Subcomissão do 1º Programa Interlaboratorial em Vazão de Gás sob a coordenação geral da DICLA – INMETRO

## 3. Participantes

Atendendo a solicitação da coordenação da subcomissão do 1º Programa Interlaboratorial em Vazão de Gás da CT-13, foram convidados e inclusos a este programa laboratórios postulantes a acreditação e não-acreditados, porém competentes, visando maior número de dados para avaliação, conforme descrito abaixo. A competência de observador deste programa ficará a cargo da Divisão de Dinâmica de Fluidos - INMETRO/DIMCI

Nº da Acreditação	Nome do Laboratório	Instituição ou Empresa
CAL 409	Laboratório Tex	Tex Equipamentos Eletrônicos Ind e Com Ltda
CAL 162	Centro de Metrologia de Fluidos	Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT
CAL 284*	Laboratório de Vazão e Volume e Massa Específica	Applitech Indústria e Comércio de Equipamentos Industriais Ltda.
Postulante	Setor de Testes Físicos – Lab. de Vazão de Gás	Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais – CETEC/MG
Observador	Divisão de Metrologia em Dinâmica dos Fluidos	INMETRO/DIMCI

\* Acreditado apenas em vazão de água

## 4. Laboratório de Referência

Por decisão da subcomissão do 1º Programa Interlaboratorial em Vazão de Gás da CT- 13 o laboratório Tex foi indicado para esse programa como o laboratório de referência. Desta forma os resultados das medições pelos laboratórios participantes serão comparados aos resultados do laboratório Tex

## 5. Padrões e Materiais

### 5.1 Tipo do padrão de itinerante

A subcomissão do 1º Programa Interlaboratorial em Vazão de Gás a Baixas Pressões da CT- 13 decidiu pela utilização de um medidor de vazão volumétrica de fluxo laminar por pressão diferencial com faixa de operação de 0 a 5 L/min de forma a cobrir uma faixa de vazão coincidente entre os laboratórios participantes. O laboratório Tex disponibilizará o padrão itinerante.

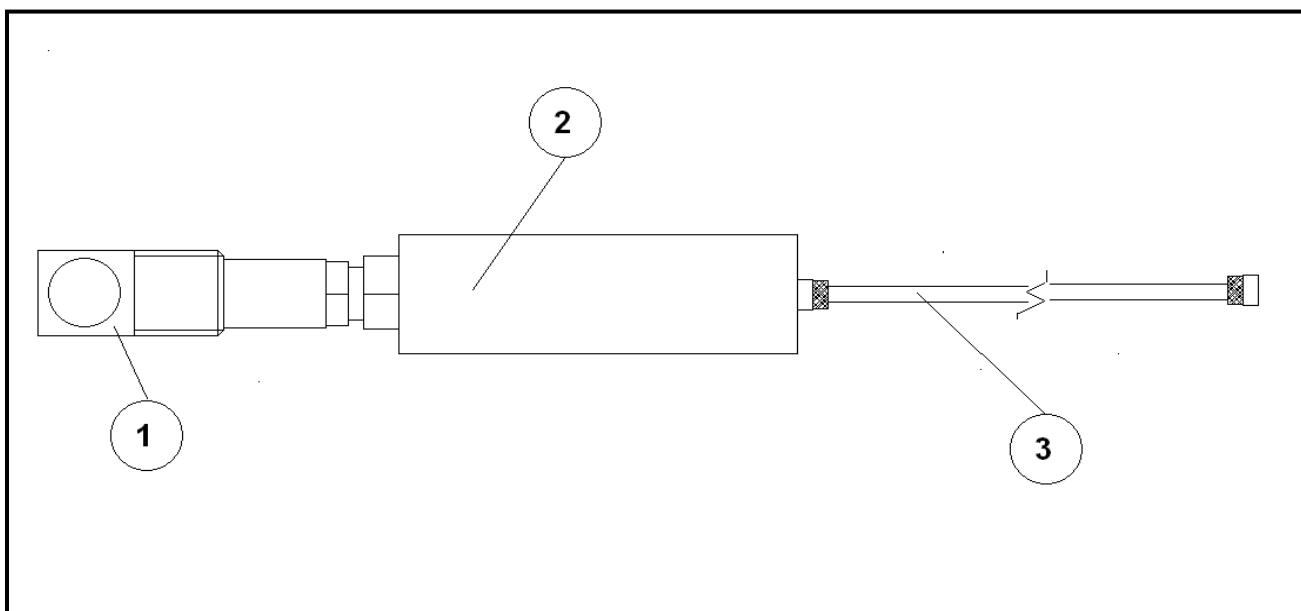
### 5.2 Descrição do padrão de itinerante

**Fluxômetro digital Alicat Scientific, modelo M-5 SPLM-D, faixa de medição 0 a 5 L/min, resolução 0,001 L/min**

### 5.3 Relação de materiais

Item	Descrição	Quantidade
01	Conexão engate rápido Staubli (Fêmea)	01
02	Fluxometro digital marca Alicat Scientific - No. série nº 20610 cód. P - 17	01
03	Tubo flexível de nylon Ø 6 mm X 230 mm com conector	01

(vista superior da montagem do padrão itinerante)



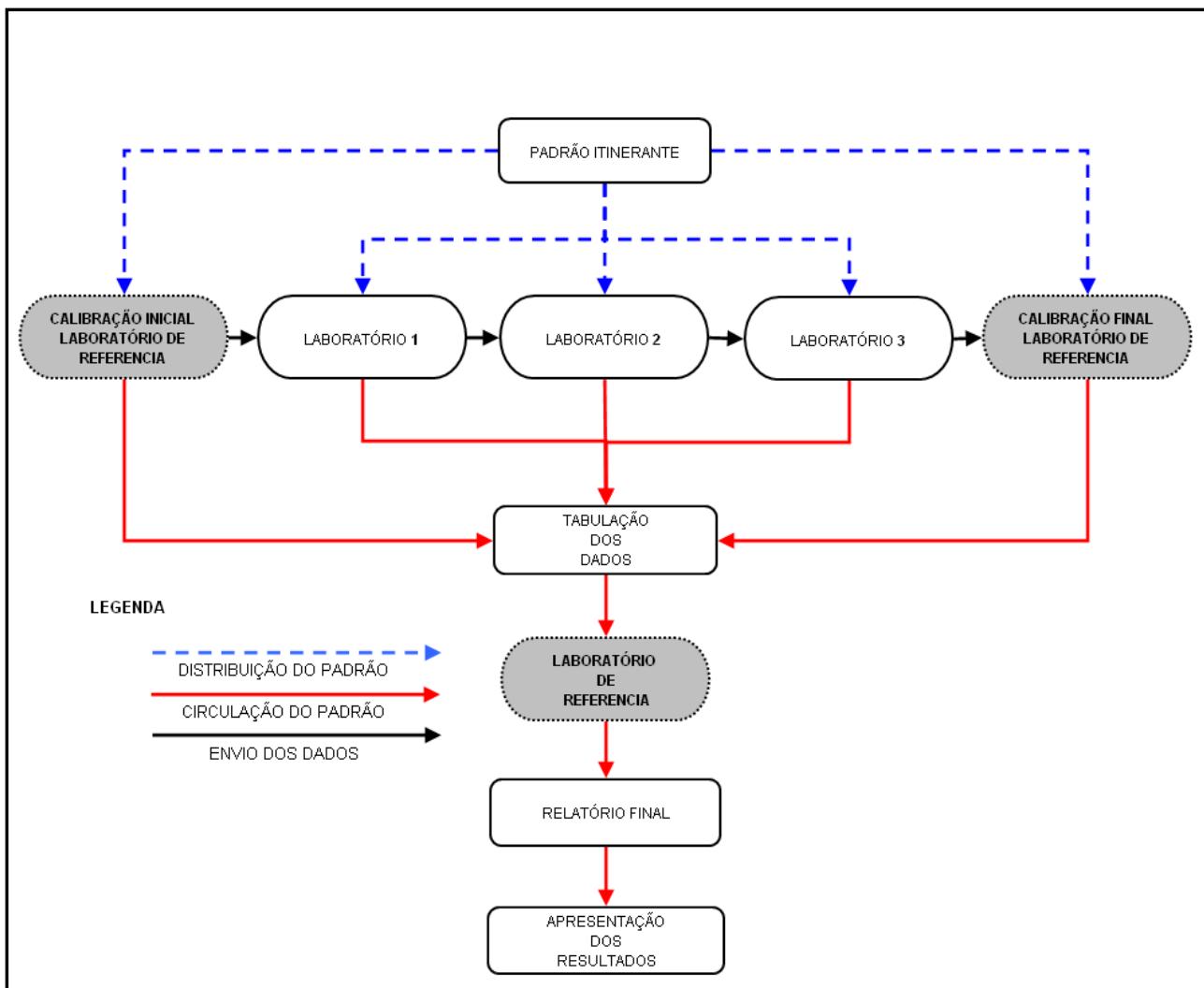
## 6. Logística

### 6.1 Circulação do padrão.

A ordem da circulação do padrão adotada neste programa foi definida pela disponibilidade dos laboratórios participantes

**Nota:** O padrão itinerante deve ser calibrado no início e no final do processo pelo laboratório de referência. No caso de suspeita de instabilidade ou defeito do padrão itinerante em qualquer fase do processo o laboratório deve enviar o padrão de itinerante para o laboratório de referência para reavaliação.

### 6.2 Fluxograma da circulação do padrão e resultados das calibrações.



## 7. Execução

### 7.1 Ordem de execução das calibrações entre os participantes

Ordem de circulação	Laboratório Participante	Período de execução
Lab. Ref.	TEX Equipamentos Eletrônicos	29/jun ~ 3/jul
1º lab	Applitech Ind. Com.	6/jul ~ 14/jul
2º lab	CETEC / MG	15/jul ~ 25/jul
3º lab	IPT	27/jul ~ 6/ago
Lab. Ref.	TEX Equipamentos Eletrônicos	7/ago ~ 15/ago

**Nota 1:** A coordenação da subcomissão do 1º Programa Interlaboratorial em Vazão de Gás da CT- 13 poderá alterar a ordem da circulação do padrão entre os participantes, por motivo de instabilidade do padrão, logística e disponibilidade.

**Nota 2:** O período de execução inclui o transporte até o Laboratório Participante.

### 7.2 Métodos

Serão executadas as medições nas condições de referência, ou seja normalizada, em 10 (dez) pontos da faixa de operação do padrão de itinerante com três medições em cada ponto de vazão distribuído da seguinte forma:

**0,5 - 1,0 - 1,5 - 2,0 - 2,5 - 3,0 - 3,5 - 4,0 - 4,5 - 5,0 L/min.**

**Nota 1:** Será adotado o uso de Ar comprimido LIMPO e SECO como gás de calibração. Umidade ambiente < 80%.

**Nota 2:** A condição de referência adotada será  $T=21^{\circ}\text{C}$  e  $P_{\text{atm}}=1013,25\text{hPa}$

**Nota 3:** A pressão manométrica de trabalho deve ser no máximo de 300 kPa (trezentos kiloPascal).

**Nota 4:** As medições em cada ponto de vazão serão realizadas em três ciclos, sendo o primeiro ascendente, o segundo descendente e o terceiro ascendente.

**Nota 5:** O tempo de climatização do padrão itinerante não deve ser menor que 1 (uma) hora

## 8. Resultados

Os laboratórios participantes emitirão o certificado apresentando os resultados obtidos, dados dos padrões utilizados e os valores indicados na tabela abaixo conforme recomendação do documento DOQ-CGCRC-005.

Valor Verdadeiro Convencional (L/min)	Valor Indicado no Instrumento (L/min)	Erro (L/min)	Desvio Padrão Experimental da Média (L/min)	Incerteza Expandida (L/min)	Fator de abrangência (K)

**Nota 1:** Relatar em anexo aos certificados dados complementares dos valores médios de temperatura, pressão barométrica e umidade para cada ponto medido.

**Nota 2:** Deve compor os dados complementares em anexo qualquer evento que influencie nas medições. Desvios de procedimentos devem ser justificados pelo participante.

**Nota 3:** Os certificados deverão apresentar as condições ambientais e de referência adotada.

### 8.1 Tabulação e confidencialidade

O laboratório participante deverá emitir o certificado e os anexos em até 2 (duas) semanas após a realização das medições e encaminhar à DICLA, que tabulará os resultados, atribuindo nomes aleatórios aos laboratórios, para fim de confidencialidade dos dados, e devolverá ao laboratório de referência para os cálculos e emissão do relatório final.

### 8.2 Cálculo do Erro e Relatórios

O relatório final será elaborado pelo Laboratório de Referência que utilizará como regra para realização da comparação o cálculo de Erro Normalizado conforme equação abaixo:

$$En = \frac{e_{lab} - e_{ref}}{\sqrt{U_{lab}^2 + U_{ref}^2}}$$

#### Onde:

$e_{lab}$  = Erro encontrado pelo laboratório participante

$e_{ref}$  = Erro encontrado pelo laboratório de referência

$U_{lab}$  = Incerteza expandida do laboratório participante

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

## 9. Custos

É responsabilidade do laboratório participante o pagamento das despesas de envio do padrão de itinerante ao laboratório seguinte.

Deve ser considerado o comprometimento dos participantes quando necessário o resarcimento das despesas relacionadas à reposição do padrão de transferência e danos quando identificado o responsável.

## 10. Assinaturas

---

TEX Equipamentos Eletrônicos

---

IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas

---

APPLITECH Ind. Com. Ltda.

---

CETEC – Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais