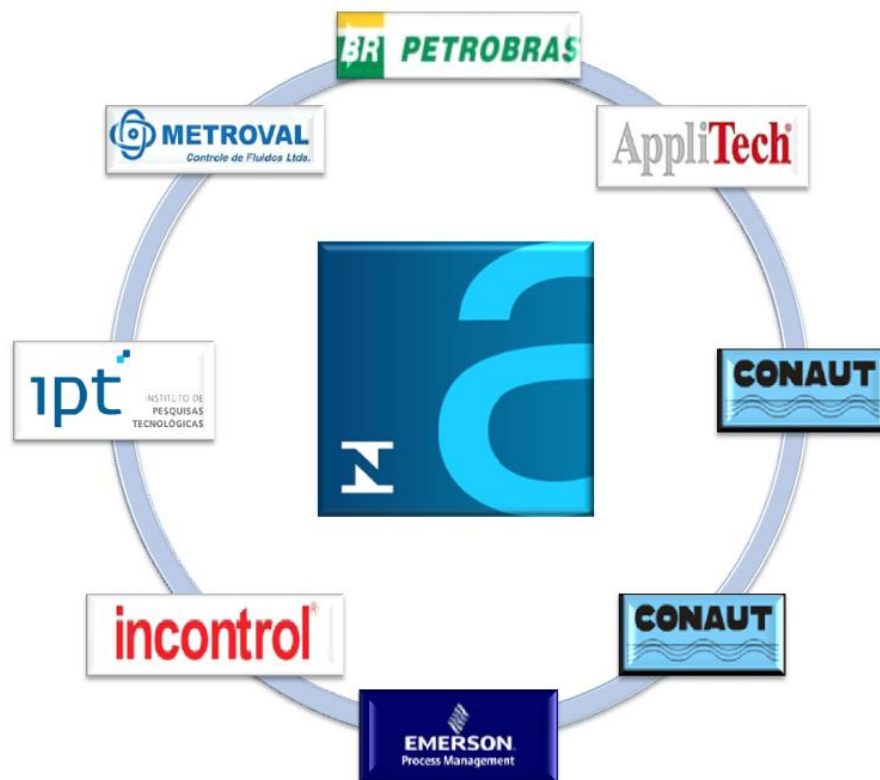


COMISSÃO TÉCNICA DE VAZÃO CT-13

DICLA - Divisão de Credenciamento de Laboratórios de Calibração do
INMETRO

1º PROGRAMA DE COMPARAÇÃO INTERLABORATORIAL EM VAZÃO DE ÁGUA



RELATÓRIO FINAL

ABRIL 2011

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVO	1
3. DESCRIÇÃO DO PROGRAMA DE COMPARAÇÃO	1
3.1. Laboratórios participantes	1
3.2. Padrões itinerantes	2
3.2.1 Preparação dos padrões itinerantes	2
3.2.2 Configurações dos padrões itinerantes	3
3.3. Acondicionamento dos padrões	4
3.4. Transporte dos padrões	4
3.5. Laboratório coordenador do programa	4
3.6. Laboratório de referência do programa	4
3.7. Tipo de circulação	5
3.8. Métodos de medição	5
4. DECLARAÇÃO DOS RESULTADOS DAS CALIBRAÇÕES	6
5. RESULTADOS DO PROGRAMA INTERLABORATORIAL	6
5.1. Avaliação da integridade dos padrões itinerantes	7
5.2. Erro normalizado E_N	8
5.2.1 Erro normalizado E_N para o padrão itinerante 1	8
5.2.2 Erro normalizado E_N para o padrão itinerante 2	10
5.2.3 Erro normalizado E_N com módulo	11
6. CONCLUSÃO	12
7. AGRADECIMENTOS	12
EQUIPE TÉCNICA	13
ANEXO A	
ANEXO B	

1. INTRODUÇÃO

O 1º Programa de comparação interlaboratorial em vazão de água foi instituído pela Comissão Técnica de Vazão – CT 13 em 14.08.2008. Este programa de comparação foi a primeira ação da CT 13, após a sua criação ocorrida em 2008, e visa apoiar à Cgcre nas atividades de acreditação de laboratórios, e também, no atendimento aos requisitos de acreditação definidos na NIT-DICLA-026 e da norma NBR ISO 17025.

Conforme previsto no documento NIT-DICLA-042 - *Operação das Comissões Técnicas de Assessoramento à Cgcre na Acreditação de Laboratórios*, foi formada uma subcomissão técnica SCT composta por representantes de sete laboratórios acreditados pela Cgcre na área de vazão de líquidos e um laboratório postulante. A primeira atividade desta subcomissão foi a elaboração de um protocolo do programa de comparação interlaboratorial com o objetivo de harmonizar as informações e estabelecer os requisitos e procedimentos que deverão ser cumpridos pelos laboratórios participantes. Este protocolo foi elaborado a partir de orientações do documento DOQ-CGCRE-005 – *Orientações para a Organização de Comparações interlaboratoriais pelas Comissões Técnicas da DICLA* - revisão 00 de setembro de 2002 e revisão 01 de fevereiro de 2010.

Os ensaios de calibração dos padrões itinerantes do programa interlaboratorial foram realizados no período de abril de 2009 a agosto 2010.

2. OBJETIVO

O objetivo deste documento é apresentação dos resultados do 1º Programa de comparação interlaboratorial em vazão de água.

3. DESCRIÇÃO DO PROGRAMA DE COMPARAÇÃO

São apresentados a seguir os detalhes do protocolo do programa de comparação interlaboratorial: laboratórios participantes, padrões itinerantes, laboratório coordenador, laboratório de referência e ordem de circulação dos padrões.

3.1. Laboratórios participantes

Como descrito anteriormente, o programa foi criado em agosto de 2008 e, na época, existiam 5 laboratórios acreditados na área de vazão de líquidos (CAL 162; CAL 168; CAL 247; CAL 284 e CAL 332) que aceitaram participar do programa interlaboratorial de vazão mássica de líquido. Posteriormente, e em atendimento ao pedido da DICLA/CGCRE, foram incluídos ao programa interlaboratorial dois laboratórios que se encontravam, na época, em processo de acreditação e um laboratório postulante, conforme mostrado na Tabela 2. O INMETRO, por meio da Divisão de Metrologia em Dinâmica de Fluidos da DIMCI, atuou como observador deste programa.

No Anexo A deste relatório são apresentadas informações dos laboratórios participantes, em especial a capacidade laboratorial (escopo de acreditação) e método de calibração empregado para este programa.

Tabela 2 – Relação dos laboratórios participantes

Nº de acreditação	Nome do laboratório	Instituição / Empresa
162	Centro de Metrologia de Fluidos	Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT
168	Laboratório de Vazão	Conaut Controles Automáticos Ltda.
247	Laboratório de Calibração Metroval	Metroval Controle de Fluidos Ltda.
284	Laboratório de Vazão e Volume e Massa Específica	Applitech Indústria e Comércio de Equipamentos Industriais Ltda.
332	Laboratório de Vazão Emerson	Emerson Process Management Ltda.
419	Laboratório de Calibração Conaut Macaé	Conaut Services
432	Laboratório de Vazão de Líquidos Incontrol	Incontrol S.A.
Processo de acreditação em preparação	Unidade de Medição de Vazão de Líquidos	Petrobras - CENPES
Observador	Divisão de Metrologia em Dinâmica de Fluidos	INMETRO / DIMCI

3.2. Padrões itinerantes

A subcomissão decidiu pela utilização de dois medidores de vazão mássica do tipo *Coriolis* como padrões itinerantes; com faixa de vazão de operação de (1 a 20 000) kg/h, de forma a cobrir uma faixa de vazão coincidente entre os laboratórios participantes. Os laboratórios da Emerson e Metroval disponibilizaram os padrões itinerantes, cujos diâmetros nominais (1 pol e 2 pol) e demais características, foram consideradas apropriadas para o programa de comparação.

Os laboratórios da Emerson e Metroval também forneceram trechos de tubos de montante e jusante, embalagem e manuais de operação e também providenciaram todas as configurações físicas e eletrônicas mínimas para o processo de calibração nos laboratórios participantes.

3.2.1 Preparação dos padrões itinerantes

Nas figuras 1 e 2 são apresentados os “*skids*” de medição dos padrões itinerantes, contendo os respectivos trechos retos de tubulação de montante e jusante para medidores de diâmetro nominal de 1 pol e 2 pol. Estes trechos retos são importantes para minimizar os efeitos das tensões residuais nos flanges dos padrões, geradas durante a instalação nas bancadas dos laboratórios participantes.

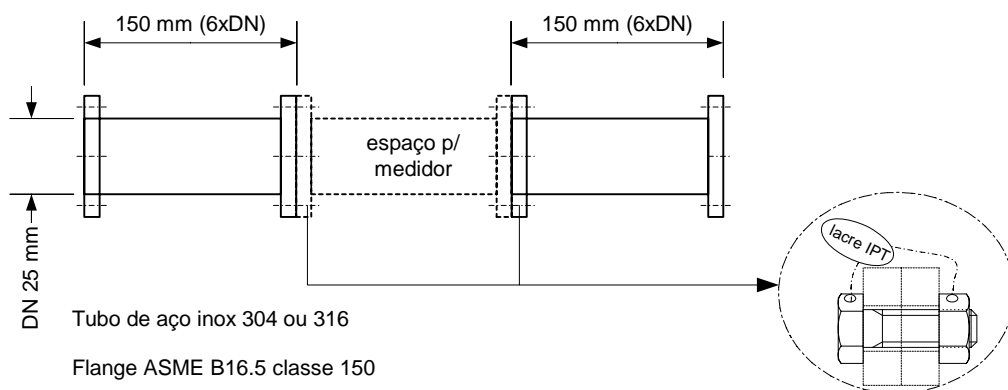


Figura 1 - "Skid" de medição para medidor Coriolis de 1 pol

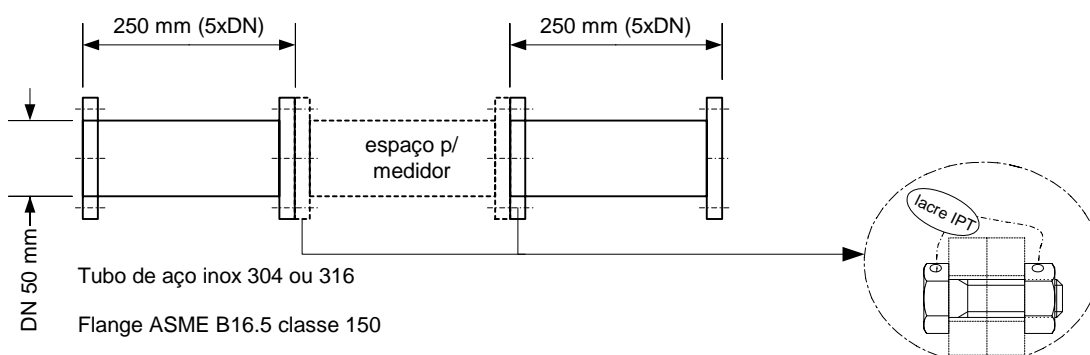


Figura 2 - "Skid" de medição para medidor Coriolis de 2 pol

São apresentadas no item 3.2.2 as configurações físicas e eletrônicas aos quais os padrões foram preparados, e estes permaneceram inalterados até o término do programa.

3.2.2 Configurações dos padrões itinerantes

Os padrões itinerantes foram preparados pelos laboratórios da Emerson e Metroval segundo as configurações abaixo relacionadas:

- Unidade eletrônica integrada ao medidor.
- Faixa de vazão configurada (0 a 20 000 kg/h).
- *Display* com indicação de vazão mássica (kg/h com resolução NN.NN).
- *Display* com indicação de totalização de massa (kg com resolução XXX.XXX).
- 1 saída pulsada com nível de tensão de 24VDC e frequência máxima de 10 kHz (cabo com 2 m de comprimento).
- 1 chave de *reset* incorporada ou cabo com 2 m de comprimento para chaveamento externo, para processo de zero do medidor.
- Amortecimento (*Damping*) menor ou igual a 3 s, ou o menor valor configurável.
- Vazão mínima de corte (*cut off*) igual 100 kg/h.

3.3. Acondicionamento dos padrões

Os padrões itinerantes foram acondicionados caixas de madeira reforçadas com revestimentos internos de espuma, que podem ser observados nas fotos 1 e 2, a seguir.



Foto 1 – Caixa de madeira para transporte do padrão itinerante de 1 pol



Foto 2 – Revestimento interno da caixa de madeira do padrão itinerante de 1 pol

3.4. Transporte dos padrões

Por decisão da subcomissão cada laboratório participante se encarregou de retirar os padrões no laboratório anterior, conforme ordem de circulação apresentada na Figura 3, a seguir.

Embora tenha sido recomendado não utilizar serviços de transporte terceirizado, para garantir os cuidados e a integridade dos padrões itinerantes, a Unidade de Medição de Vazão de Líquidos da Petrobras/Cenpes, que está localizada na cidade de Aracaju/SE, teve que fazer uso de serviço de transporte terceirizado, dada a distância dos demais laboratórios que estão no estado de São Paulo e Rio de Janeiro.

3.5. Laboratório coordenador do programa

Por decisão da subcomissão, o Centro de Metrologia de Fluidos do IPT foi indicado, para este programa, como laboratório coordenador, cabendo a este a tarefa e tratamento dos resultados das medições realizadas pelos laboratórios participantes e elaboração do relatório final.

3.6. Laboratório de referência do programa

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

3.7. Tipo de circulação

A ordem de circulação em “roda” foi adotada para este programa, e definida por sorteio, exceto para o Laboratório de referência e os laboratórios da Conaut Macaé, da Incontrol e da Petrobras, que foram incluídos após o sorteio. A ordem de circulação é apresentada Figura 3.

Os padrões itinerantes foram calibrados no início e no fim do processo no laboratório de referência. Foram realizadas calibrações dos padrões itinerantes nos respectivos laboratórios das empresas que cederam os mesmos, com o intuito de avaliar a integridade dos padrões itinerantes dada ao longo período de circulação. Os resultados destas avaliações são apresentados no item 5.1.

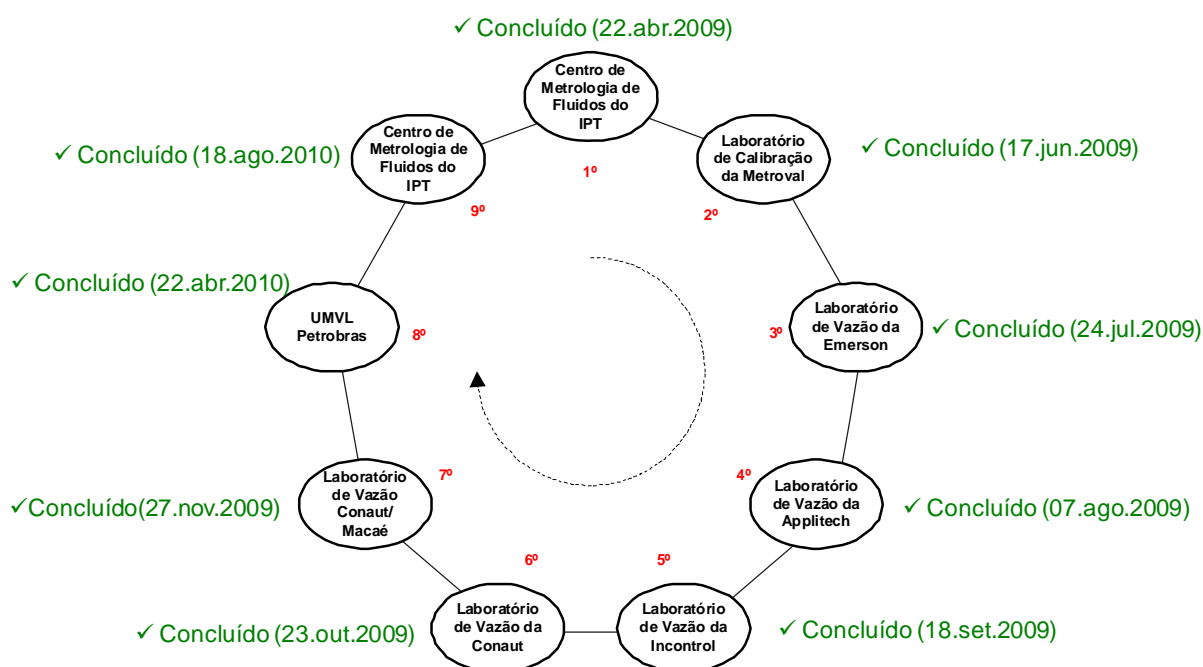


Figura 3 – Ordem de circulação dos padrões itinerantes e datas de conclusão da calibração

3.8. Métodos de medição

Os laboratórios participantes foram orientados a utilizarem a metodologia de calibração que foi avaliada e aprovada no seu processo de acreditação. Entretanto, foram unificadas as vazões nominais de calibração, realizadas em 10 (dez) pontos, com três medições em cada vazão. A sequência de ajuste da vazão nominal foi acordada pelos laboratórios participantes da seguinte forma:

vazão crescente: (20, 40, 60, 80 e 100) % da faixa de vazão configurada nos padrões itinerantes;
(4 000; 8 000; 12 000; 16 000 e 20 000) kg/h

vazão decrescente: (90, 70, 50, 30 e 10) % da faixa de vazão configurada nos padrões itinerantes.

(18 000; 14 000; 10 000; 6 000 e 2 000) kg/h

Nota 1: Recomendou-se que a vazão ajustada não sofresse variações superiores a 5 % (para mais ou para menos) da vazão nominal durante as calibrações.

Nota 2: Foi solicitado aos laboratórios o registro dos valores médios de pressão manométrica a montante do medidor e a temperatura média da água, para cada ponto de vazão nominal, bem como os valores médios das condições ambientais durante as calibrações.

4. DECLARAÇÃO DOS RESULTADOS DAS CALIBRAÇÕES

Os laboratórios participantes emitiram um certificado de calibração para cada padrão itinerante, apresentando além dos dados do medidor o resultado da calibração segundo recomendações apresentadas na Tabela 3. Os mesmos foram enviados à DICLA/CGCRE que, com a colaboração da DIMCI, realizaram a separação dos resultados e identificaram os laboratórios participantes pelas letras **A, B, C, D, E, F, G, H e I**, de forma aleatória e sem respeito à ordem de circulação dos padrões. Posteriormente, os resultados foram enviados ao laboratório coordenador para tratamento e elaboração deste documento.

Tabela 3 – Sugestão da forma de apresentação dos resultados da calibração

Vazão (kg/h)	Erro (%)	Desvio padrão experimental da média (%)	Incerteza expandida (%)	Fator de abrangência (*) (-)
2 000				
4 000				
6 000				
8 000				
10 000				
12 000				
14 000				
16 000				
18 000				
20 000				

(*) Definir a probabilidade de abrangência.

Os laboratórios participantes poderiam relatar no certificado quaisquer dificuldades ou anormalidades verificadas por ocasião das calibrações. Quaisquer desvios dos procedimentos estabelecidos poderiam ser justificados pelos laboratórios.

5. RESULTADOS DO PROGRAMA INTERLABORATORIAL

O parâmetro adotado por este programa para comparação dos resultados declarados pelos laboratórios participantes é o Erro normalizado, dado pela equação abaixo, conforme orientação contida no documento DOQ-CGCRE-005 – Orientações para a Organização de Comparações interlaboratoriais pelas Comissões Técnicas da DICLA.

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

Onde:

U_{lab} = Incerteza expandida do laboratório participante.

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

Por sugestão da DIMCI serão apresentados também os resultados do Erro normalizado em módulo, conforme equação abaixo:

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

5.1. Avaliação da integridade dos padrões itinerantes

Conforme descrito no item 3.7, os padrões itinerantes, ao término do processo de circulação entre os laboratórios participantes, foram novamente calibrados nos laboratórios das empresas Emerson e Metroval, para avaliar a integridade dos padrões itinerantes. A avaliação consiste em comparar o resultado da calibração realizada pelo respectivo laboratório segundo a ordem de circulação e no final do processo. Para isto foi criado um indicador chamado razão de estabilidade, representada pela equação abaixo.

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

Onde:

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

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

$U_{\text{máx}}$ Máxima incerteza expandida declarada pelos laboratórios participantes.

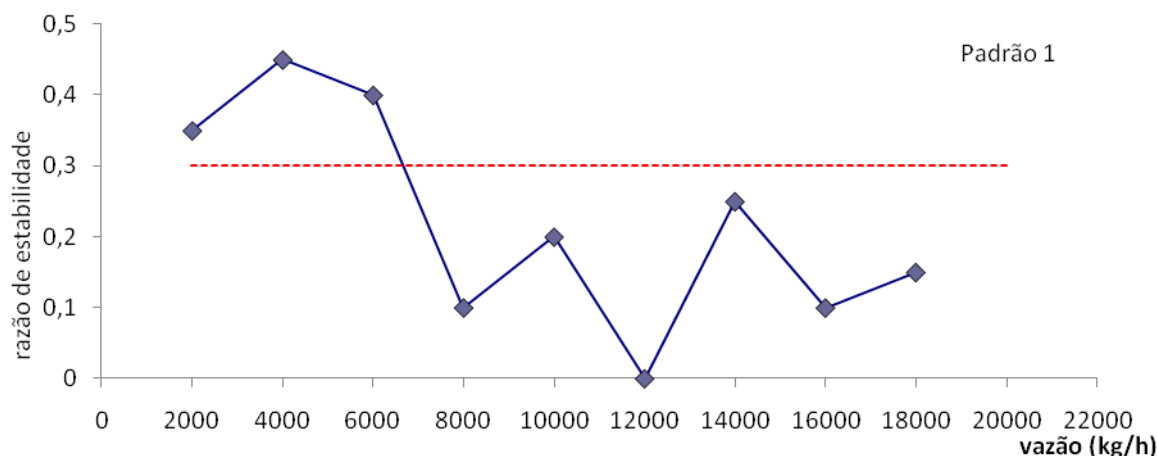


Figura 4 – Razão de estabilidade do padrão itinerante 1

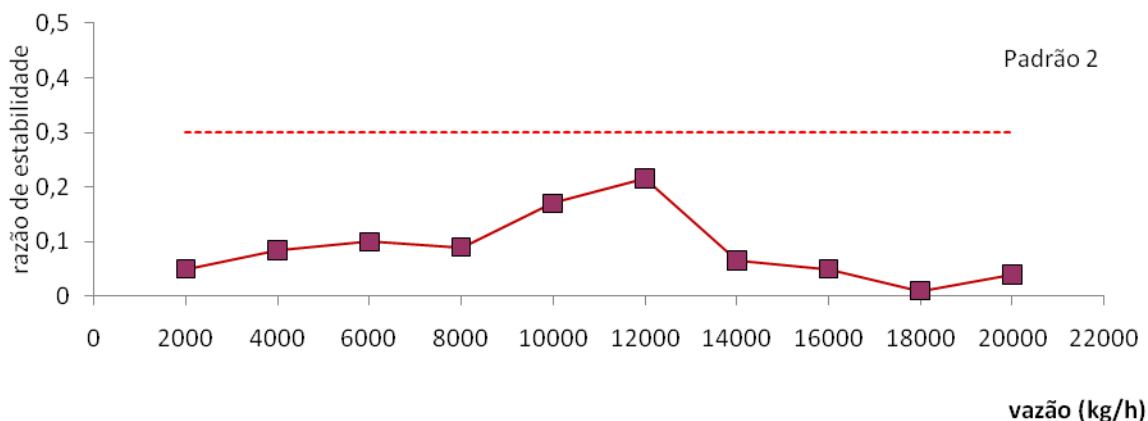


Figura 5 – Razão de estabilidade do padrão itinerante 2

Considerou-se que a razão de estabilidade para cada ponto de vazão nominal deverá ser menor que 0,3; valores acima deste limite podem indicar que o medidor sofreu alguma deriva durante o processo, não sendo recomendado o uso destes pontos de vazão para fins de análise dos resultados deste programa interlaboratorial. Assim, para o padrão itinerante 1, os pontos de vazão 2 000 kg/h, 4 000 kg/h e 6 000 kg/h podem não ser representativos para fins de análise dos resultados.

5.2. Erro normalizado E_N

Nos itens subsequentes são apresentados os valores dos erros normalizados, com e sem módulo, calculados, segundo as equações (1) e (2). nas tabelas 4 e 5, estão destacados em vermelho os resultados que estão fora dos limites recomendados pelo documento DOQ-CGCRE-005.

5.2.1 Erro normalizado E_N para o padrão itinerante 1

Tabela 4 – Erro normalizado padrão itinerante 1 (sem módulo)

Vazão (kg/h)	ERRO NORMALIZADO POR LABORATÓRIOS - PADRÃO ITINERANTE 1							
	A	C	D	E	F	G	H	I
2 000		-1,07	0,38	-1,97	-1,85	-2,70	-3,43	-2,10
4 000		-0,82	-2,38	-0,52	-0,49	0,38	0,52	-0,75
6 000	-6,07	-0,82	-0,58	0,12	0,16	-0,32	0,14	0,05
8 000	-7,69	-0,09	0,58	0,61	0,28	0,38	-0,22	0,38
10 000	-8,13	0,05	1,09	0,97	0,16	0,43	0,18	0,32
12 000	-10,35	-0,55	0,96	0,14	-0,12	0,00	-0,20	-0,22
14 000	-10,84	0,73	1,16	1,25	0,20		0,36	0,22
16 000	-10,61	-0,23	0,64	0,93	0,28		0,48	0,32
18 000	-10,70	0,41	0,96	1,43	0,24		0,41	0,48
20 000	-10,70	0,50	1,09	1,70	0,41		0,53	0,54

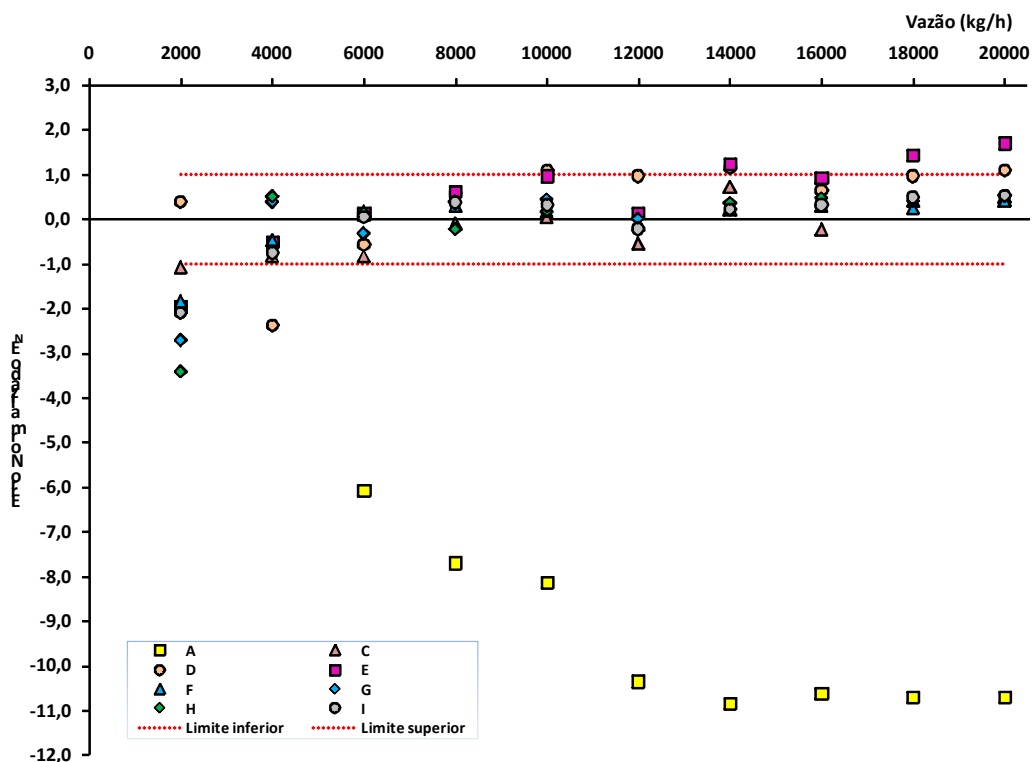


Figura 6 – Gráfico do Erro normalizado do padrão itinerante 1 (sem módulo)

Observa-se na Tabela 4 e Figura 6 que para o ponto de vazão 2000 kg/h todos os laboratórios participantes, com exceção dos laboratórios **D** e **A** (não realizou calibração no ponto de vazão), apresentaram um erro normalizado acima do recomendado pelo documento DOQ-CGCRE-005. Este resultado fortalece a ideia de que o padrão itinerante apresentou uma deriva do seu desempenho em vazões baixas.

Na vazão de 4 000 kg/h apenas um laboratório apresentou um erro normalizado fora dos limites ± 1 , e para vazões acima 4 000 kg/h o laboratório **A** apresentou erros normalizados fora dos limites em todos pontos de vazão e os laboratórios **D** e **E** em alguns pontos. Deve-se ressaltar que os resultados para o laboratório **A** em vazões a partir de 12 000 kg/h possuem um comportamento sistemático.

5.2.2 Erro normalizado E_N para o padrão itinerante 2

Tabela 5 – Erro normalizado padrão itinerante 2 (sem módulo)

Vazão (kg/h)	ERRO NORMALIZADO POR LABORATÓRIOS - PADRÃO ITINERANTE 2							
	A	C	D	E	F	G	H	I
2 000		-0,18	0,24	1,28	0,64	0,26	0,22	0,78
4 000	-7,10	0,18	0,26	1,18	0,65	0,27	0,11	0,75
6 000	-5,52	0,05	0,32	1,02	0,61	0,22	0,10	0,70
8 000		0,09	0,26	1,14	0,61	0,22	0,01	0,75
10 000		0,18	0,26	1,01	0,49	0,16	-0,10	0,81
12 000		0,05	0,26	1,08	0,49	0,16	-0,23	0,65
14 000		-0,18	0,26	0,84	0,45	0,16	-0,14	0,59
16 000		-0,05	0,26	0,99	0,41		-0,11	0,54
18 000		0,14	0,06	0,61	0,41		-0,13	0,48
20 000		-0,05	0,00	0,67	0,37		-0,21	0,43

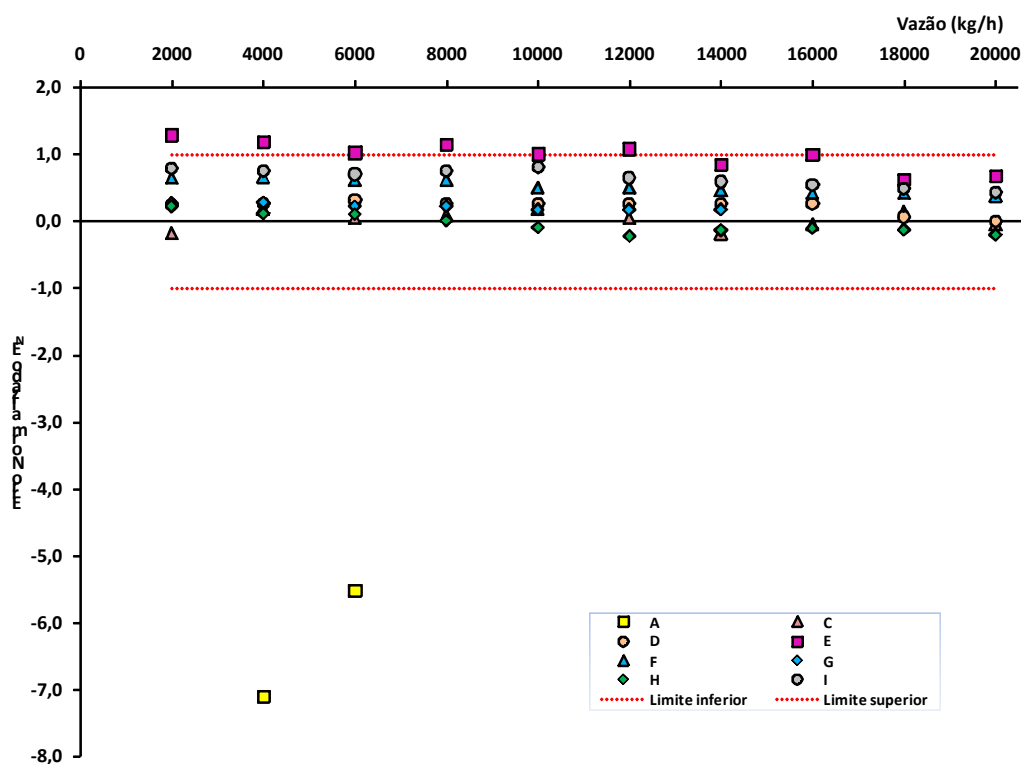


Figura 7 – Gráfico do Erro normalizado do padrão itinerante 2 (sem módulo)

Observa-se na Tabela 5 e Figura 7 que os resultados para os dois pontos de vazão reportados pelo laboratório **A** levaram a erros normalizados fora dos limites. Já os resultados para o laboratório **E** apresentaram valores acima do recomendado, na faixa de 2 000 kg/h a 12 000 kg/h.

Observa-se também que existe uma leve dispersão dos resultados dos erros normalizados na vazão de 2 000 kg/h, mas que não justificam o descarte destes, uma vez que o indicador de razão de estabilidade para o padrão itinerante 2 não resultou em suspeita de deriva de desempenho.

5.2.3 Erro normalizado E_N com módulo

Nas figuras 7 e 8 são apresentados os gráficos dos erros normalizados calculados segundo a equação (2).

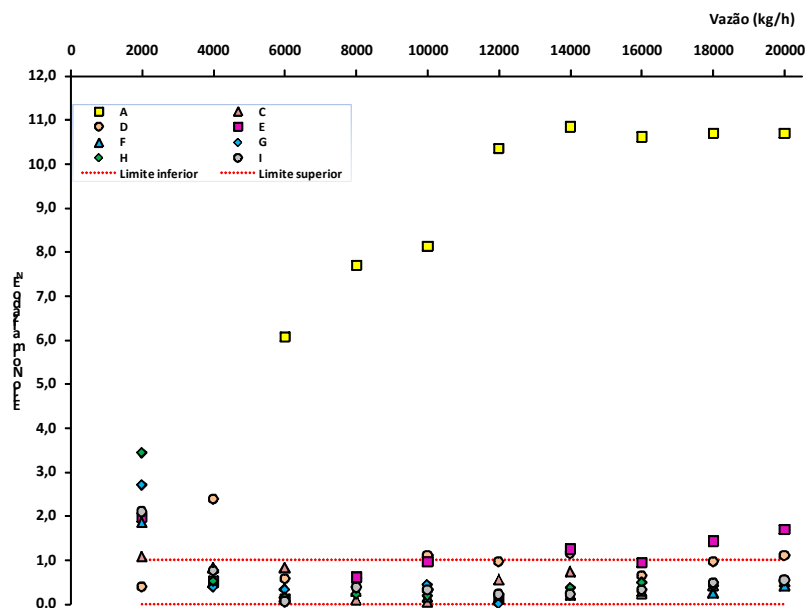


Figura 7 – Gráfico do Erro normalizado do padrão itinerante 1 (com módulo)

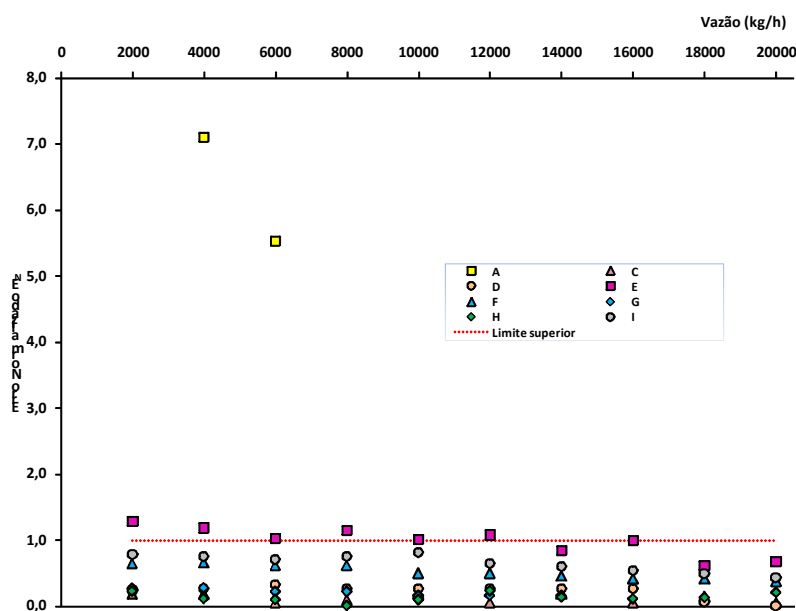


Figura 8 Gráfico do Erro normalizado do padrão itinerante 2 (com módulo)

No Anexo B deste relatório são apresentados os gráficos dos erros normalizados calculados segundo as equações (1) e (2) para cada laboratório.

6. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos neste 1º programa de comparação interlaboratorial em vazão de água atingiram os objetivos propostos e evidenciaram uma boa concordância dos trabalhos de calibração realizados pelos laboratórios participantes na faixa de vazão de 2 000 kg/h a 20 000 kg/h.

Embora o processo de circulação dos padrões itinerantes tenha excedido ao cronograma original, pode-se considerar que os resultados são consistentes em especial para o caso do padrão itinerante 2.

7. AGRADECIMENTOS

A subcomissão da CT 13 agradece as empresas Emerson e Metroval por terem disponibilizados os padrões itinerantes deste 1º programa de comparação interlaboratorial.

São Paulo, 20 de abril de 2011.

Engº Nilson Massami Taira
Coordenador do Programa de Comparação Interlaboratorial
Centro de Metrologia de Fluidos do IPT

EQUIPE TÉCNICA

Centro de Metrologia de Fluidos do Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT

Nilson Massami Taira
Luciana Casciny Pacifico
Abrão Jorge Abrahão
Saulo Daniel Weiller

Laboratório de Calibração Metroval - Metroval Controle de Fluidos Ltda.

Laboratório de Vazão - Conaut Controles Automáticos Ltda.

Laboratório de Vazão e Volume e Massa Específica - Applitech Indústria e Comércio de Equipamentos Industriais

Laboratório de Vazão - Emerson Process Management Ltda.

Advair Albertini
Willian Bueno

Laboratório de Vazão - Incontrol S.A.

Laboratório de Vazão - Conaut Services

Unidade de Medição de Vazão de Líquidos - Petrobras - CENPES

Centro de Metrologia de Fluidos do Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT

Razão Social: IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A.

Endereço: Av. Prof. Almeida Prado, 532 – Cidade Universitária – Butantã – SP

Número da acreditação: CAL0162

Tel.: (11) 3767-4756 ou 3767-4738

e-mail: cmf@ipt.br

Escopo de acreditação:

http://www.inmetro.gov.br/laboratorios/rbc/detalhe_laboratorio.asp?num_certificado=162&area=VAZÃO

Método utilizado: Sistema de Pesagem Estática “On-off”

Fluido: Água



Figura 1 – Bancada de baixas vazões de água Figura 2 – Bancada de média e alta vazão de água

Laboratório de Vazão - Emerson Process Management Ltda.

Número da acreditação: CAL0332

Tel.: (15) 3838-3788 ou 3738-3777

e-mail: LaboratorioVazao.Sorocaba@EmersonProcess.com

Escopo de acreditação:

http://www.inmetro.gov.br/laboratorios/rbc/detalhe_laboratorio.asp?num_certificado=332&area=VAZÃO

Método utilizado: Volumétrico com diversor “*On the fly*” (Acreditado RBC) –
Gravimétrico com Pesagem estática “*On-off*” (em fase de acreditação)

Fluido: Água



Laboratório de Vazão e Volume e Massa Específica - Applitech Indústria e Comércio de Equipamentos Industriais

Razão Social: Applitech Industria e Comercio de Equipamentos Industriais Ltda.

Endereço: Rua São Paulo , 282 –Santana de Parnaíba - SP

Número da acreditação: CAL 284

Tel.: (11) 4705-4000

e-mail: applitech@applitech.com.br

Escopo de acreditação:

http://www.inmetro.gov.br/laboratorios/rbc/detalhe_laboratorio.asp?num_certificado=284&area=VAZÃO

Método utilizado: Sistema de Pesagem Estática “On-off”

Fluido: Água



Figura 1 – Bancada de baixas vazões de água



Figura 2 – Bancada de média e alta vazão de água

Laboratório de Vazão de Líquidos Incontrol

Razão Social: INCONTROL S/A

Endereço: Rua João Serrano, 250 – São Paulo/SP – CEP 02551-060

Número da acreditação: CAL 0432

Tel.: (11) 3488-8999 ou 3488-8970

Email: willianabe@levelcontrol.com.br

Escopo da acreditação

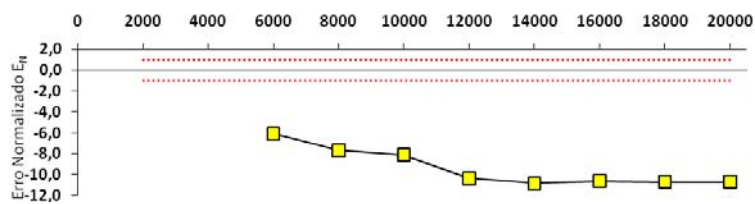
http://www.inmetro.gov.br/laboratorios/rbc/detalhe_laboratorio.asp?num_certificado=432&area=VAZÃO

Método utilizado: Gravimétrico Estático por bomba

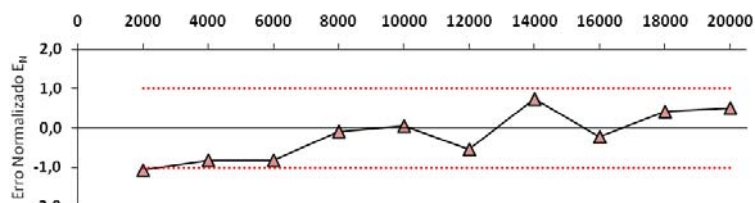
Fluido: Água



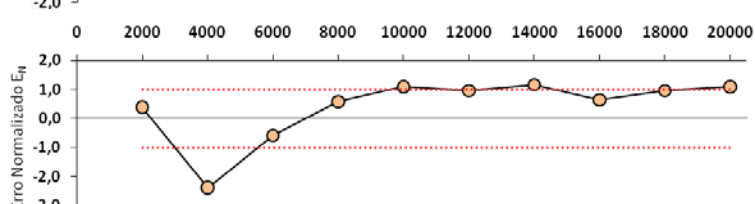
Erro normalizado - padrão itinerante 1



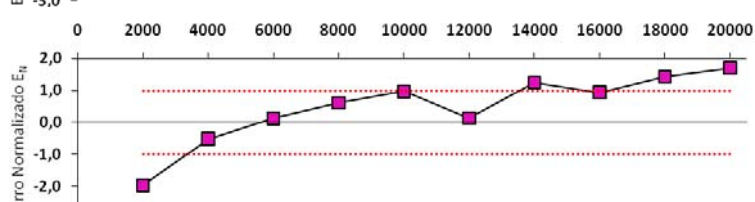
Laboratório A



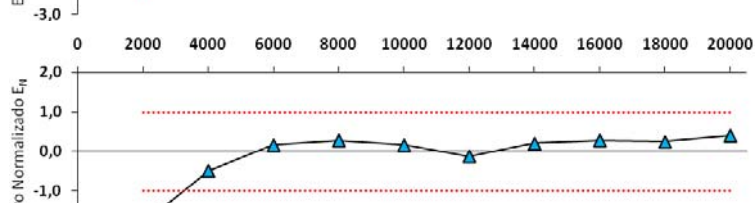
Laboratório C



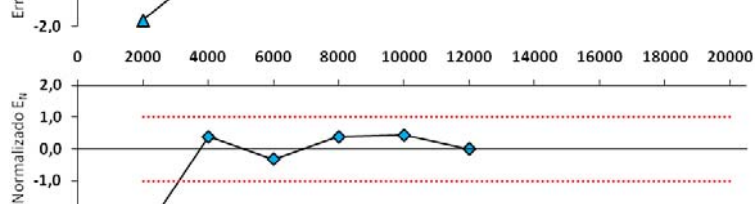
Laboratório D



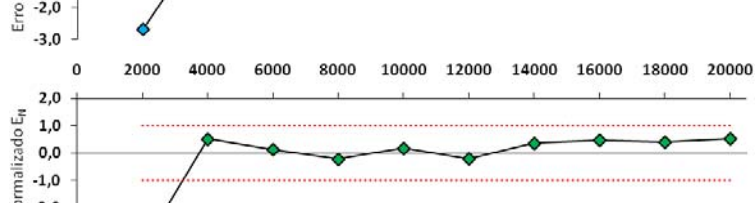
Laboratório E



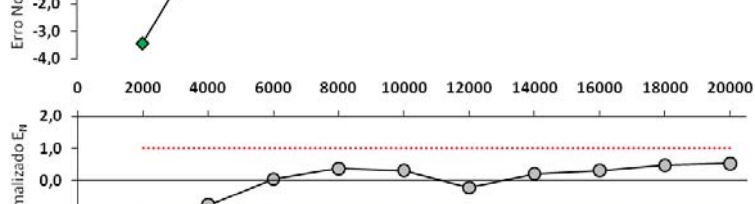
Laboratório F



Laboratório G

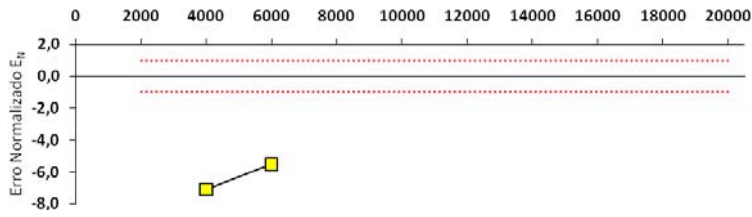


Laboratório H

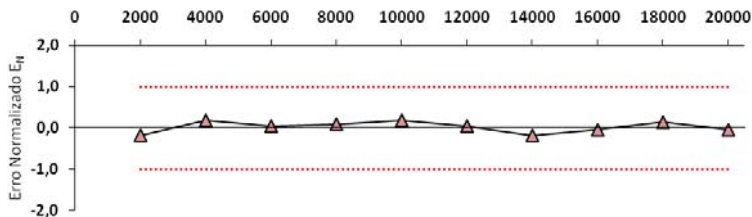


Laboratório I

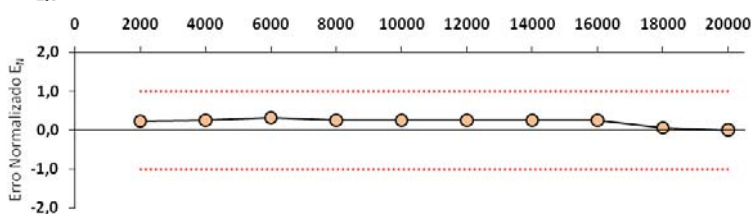
Erro normalizado - padrão itinerante 2



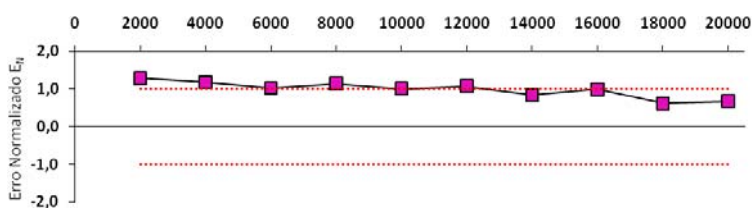
Laboratório A



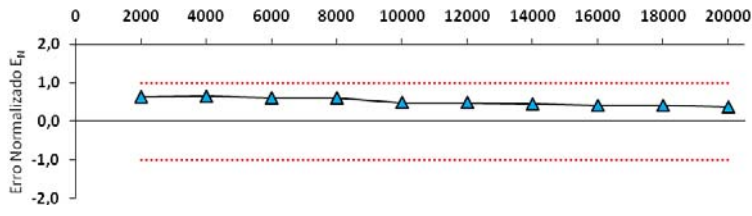
Laboratório C



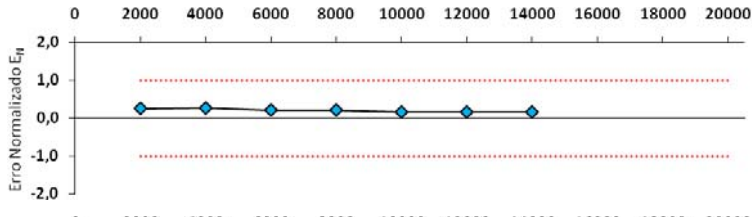
Laboratório D



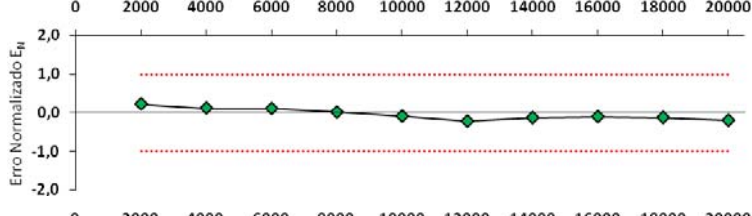
Laboratório E



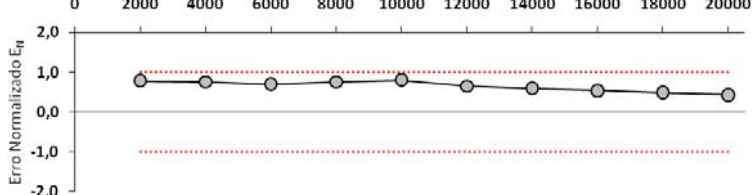
Laboratório F



Laboratório G

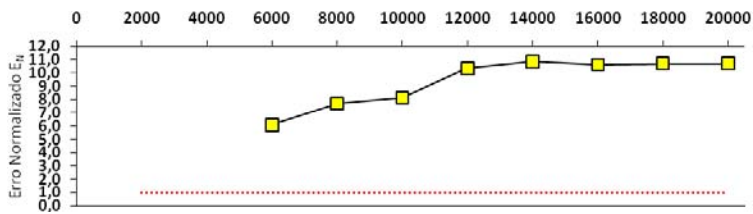


Laboratório H

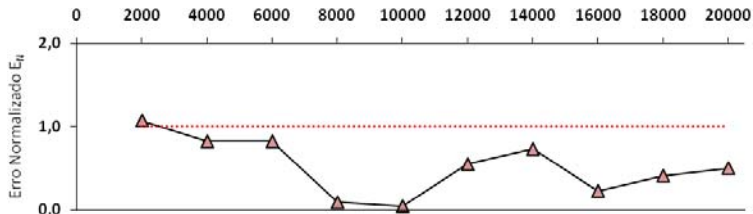


Laboratório I

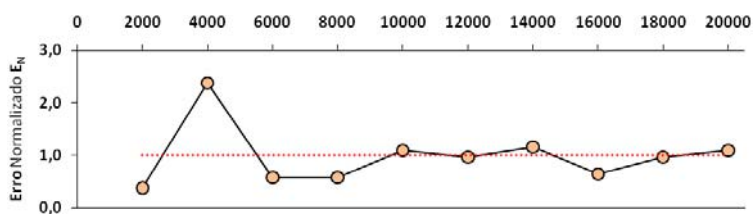
Erro normalizado em módulo - padrão itinerante 1



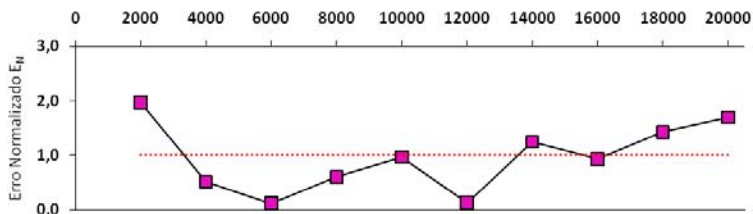
Laboratório A



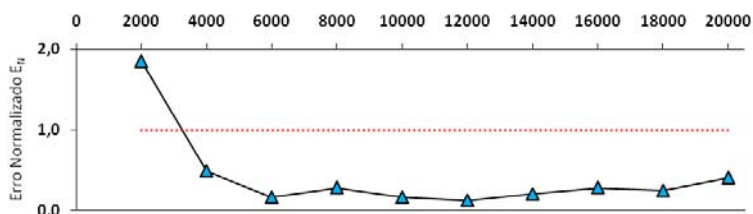
Laboratório C



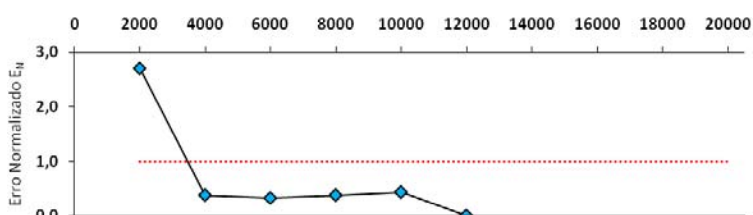
Laboratório D



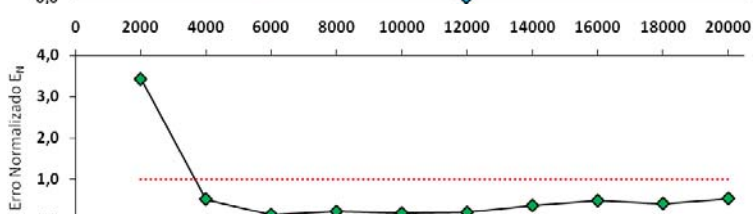
Laboratório E



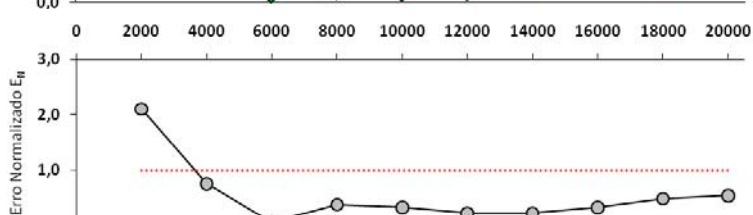
Laboratório F



Laboratório G

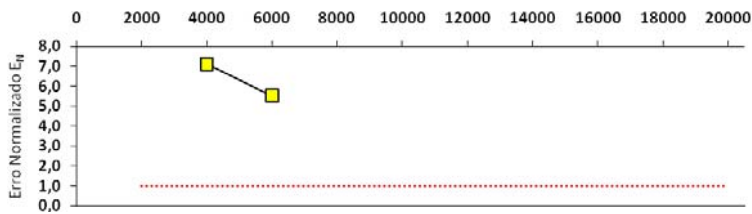


Laboratório H

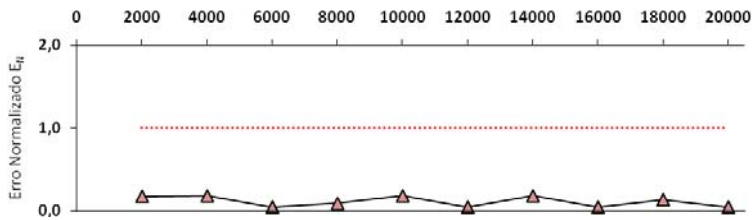


Laboratório I

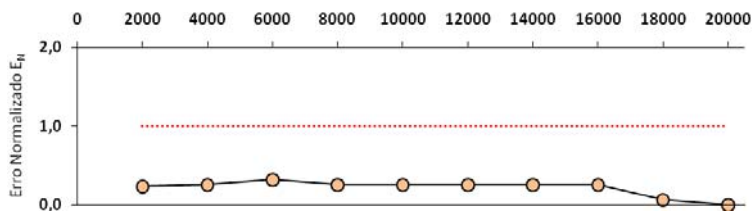
Erro normalizado em módulo - padrão itinerante 2



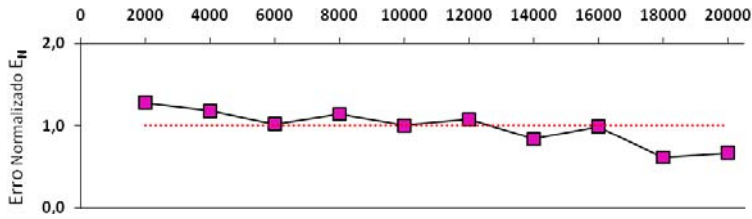
Laboratório A



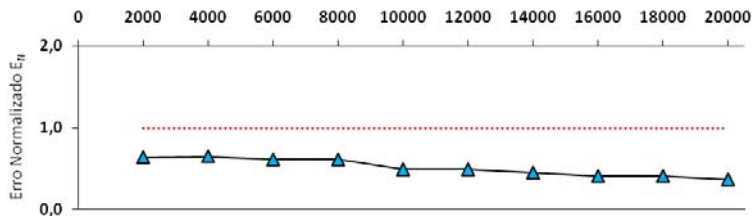
Laboratório C



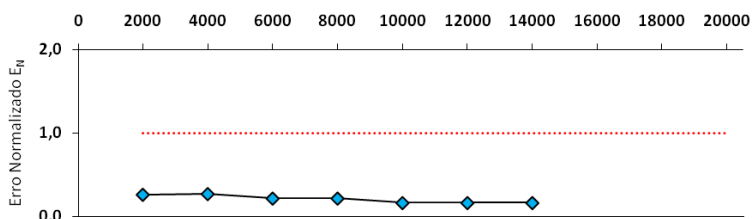
Laboratório D



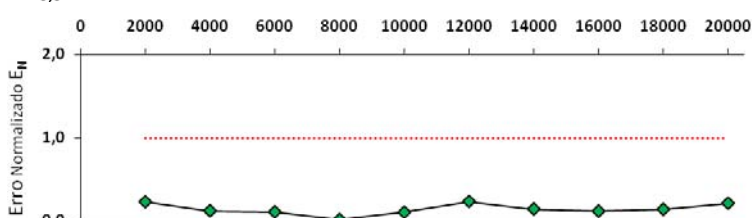
Laboratório E



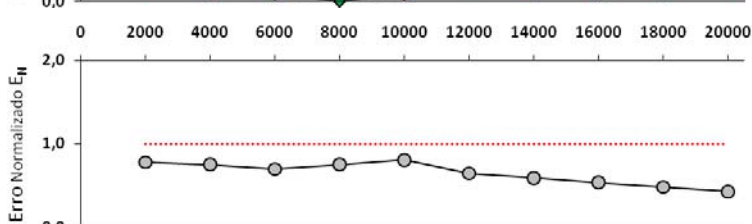
Laboratório F



Laboratório G



Laboratório H



Laboratório I