

5° PI VAZÃO DE ÁGUA – CT 13 -MÓDULO A TOTALIZAÇÃO DE MASSA NA
FAIXA DE VAZÃO DE 40 kg/h A 400 kg/h



**RELATÓRIO DO 5° PROGRAMA DE COMPARAÇÃO
INTERLABORATORIAL EM MEDIÇÃO DE VAZÃO DE LÍQUIDOS –
ÁGUA**

**ORGANIZAÇÃO: COMISSÃO TÉCNICA DE VAZÃO – CT 13
DICLA - DIVISÃO DE ACREDITAÇÃO DE LABORATÓRIOS DE
CALIBRAÇÃO**

Relatório emitido em 04/04/2018

5° PI VAZÃO DE ÁGUA – CT 13 -MÓDULO A TOTALIZAÇÃO DE MASSA NA
FAIXA DE VAZÃO DE 40 kg/h A 400 kg/h

Sumário

| | |
|---|----|
| 1. INTRODUÇÃO..... | 3 |
| 2. OBJETIVO DESTE PROGRAMA DE COMPARAÇÃO INTERLABORATORIAL..... | 3 |
| 3. PARTICIPANTES..... | 3 |
| 4. ARTEFATO DA COMPARAÇÃO..... | 4 |
| 5. MÉTODO DE MEDIÇÃO..... | 5 |
| 6. PONTOS DE MEDIÇÃO..... | 5 |
| 7. DESIGNAÇÃO DO VALOR DE REFERÊNCIA..... | 5 |
| 8. DEFINIÇÃO DA INCERTEZA DO VALOR DE REFERÊNCIA..... | 7 |
| 9. MÉTODO DE AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS..... | 8 |
| 10. VALORES DAS MEDIÇÕES DOS LABORATÓRIOS:..... | 9 |
| 11. RESULTADOS..... | 14 |
| 12. NOTAS E CONCLUSÕES..... | 20 |

5º PI VAZÃO DE ÁGUA – CT 13 -MÓDULO A TOTALIZAÇÃO DE MASSA NA
FAIXA DE VAZÃO DE 40 kg/h A 400 kg/h

1. INTRODUÇÃO

Segundo a Norma ABNT NBR ISO/IEC 17043:2011, comparações Interlaboratoriais são amplamente utilizadas para vários propósitos e seu uso vem crescendo internacionalmente.

Para comprovar a competência na prestação de serviços, a comparação Interlaboratorial é uma das principais atividades utilizadas pelos laboratórios.

Através da comparação de resultados, comprova-se sua capacidade de medição.

Os programas de comparação Interlaboratorial, desenvolvidos no âmbito das CT são considerados programas da Cgcre, sendo decorrentes de iniciativa da Dicla ou por proposição das CT.

Este programa foi proposto pela comissão técnica – CT 13.

Conforme requerido pela política de participação em atividades de ensaios de proficiência da Dicla, os laboratórios que obtiveram resultados insatisfatórios para os ensaios para os quais (ou 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”.

2. OBJETIVO DESTE PROGRAMA DE COMPARAÇÃO INTERLABORATORIAL

Avaliar e comparar os resultados dos laboratórios para uma mesma medição;

Fornecer subsídios para os laboratórios buscarem melhorias contínuas em seu sistema de gestão e nos serviços contidos neste programa

Abrir possíveis discussões entre os laboratórios participantes ou na comissão técnica a fim de corrigir falhas comuns, como nas técnicas adotadas para os serviços realizados pelos laboratórios.

3. PARTICIPANTES

Os participantes deste programa foram:

| EMPRESA | Número da Acreditação | CONTATO | E-MAIL |
|----------|-----------------------|-----------------------|--|
| ACCI | CAL 0504 | Gregory Bertocco | gregory@uol.com.br |
| Applitec | CAL 0284 | Lais Soares de Castro | lais@applitech.com.br |
| Digitrol | CAL 0468 | Nicolau Danilovic | nicolau.danilovic@digitrol.com.br |

5° PI VAZÃO DE ÁGUA – CT 13 -MÓDULO A TOTALIZAÇÃO DE MASSA NA
FAIXA DE VAZÃO DE 40 kg/h A 400 kg/h

| EMPRESA | Número da Acreditação | CONTATO | E-MAIL |
|---|--|------------------------------|--|
| Emerson Process | CAL 332 | Willian da Silva Bueno | William.bueno@emerson.com |
| Endress + Hauser Flowtec | não acreditado no fechamento do protocolo da comparação e acreditado sob nr CAL 0614 durante as medições | Juliano Cesar da Rocha | juliano@br.endress.com |
| Endress + Hauser | não acreditado no fechamento do protocolo da comparação | Claudinei Colombo | Claudinei.colombo@br.endress.com |
| Gero | CAL 0171 | Vinicius Grando de Campos | Vinicius.grando@gero.com.br |
| Golfo Medições | CAL 0527 | Gabriel Aguiar dos Santos | golfo@golfomedições.com.br |
| Hirsa | CAL 583 | Jose Maria Tavares Fintelman | jfintelmam@hirsa.com.br |
| Incontrol | CAL 0432 | Wesley C. Barbosa | wesley@levelcontrol.com.br |
| Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT | CAL 0162 | Luciana Casciny Pacífico | lcasciny@ipt.br |
| Metroval | CAL 0247 | Noemi Cristina Hernandez | noemi@mensormetrologia.com.br |
| Visomes | CAL 0127 | Rodoval R. Filho | rodoval@visomes.com.br |

Nota: Nomes em ordem alfabética. A codificação dos laboratórios é aleatória de conhecimento apenas do representante da Dicla nesta comparação e do próprio laboratório.

4. ARTEFATO DA COMPARAÇÃO

MEDIDOR DE VAZÃO MÁSSICO

Marca: Endress + Hauser

Modelo: Promass F

Código do produto: 80F08-3EP9/0

Diâmetro nominal: 3/8"

Faixa de medição: 40 kg/h a 400 kg/h

Tipo de saída: Pulsada passiva

Resolução da saída: 1 pulso por grama

Fixação: Flange

5° PI VAZÃO DE ÁGUA – CT 13 -MÓDULO A TOTALIZAÇÃO DE MASSA NA
FAIXA DE VAZÃO DE 40 kg/h A 400 kg/h

5. MÉTODO DE MEDIÇÃO

Cada laboratório utilizou nesta comparação o método que utiliza nos seus trabalhos de rotina e que gostariam de avaliar a performance, sendo preferencialmente utilizado um método normalizado ou previamente validado.

Foi solicitado a cada laboratório que identificasse o método de medição dentre as opções: pesagem estática, pesagem dinâmica e comparação com medidor de referência.

Cada laboratório enviou o resultado em planilha eletrônica, diretamente ao representante da Dicla, Sr. Maurício Soares, que distribuiu previamente senhas de identificação aos participantes. O representante da Dicla enviou os dados para avaliação dos resultados com estas identificações, garantido a confidencialidade dos resultados de cada laboratório

6. PONTOS DE MEDIÇÃO

Foram medidas totalizações em massa, na unidade kg, com tolerância de $\pm 5\%$ da vazão de referência. Todos os laboratórios participantes, com exceção do Lab A15, cumpriram esta exigência e os resultados do Lab A15 nos pontos que não atenderam esta especificação foram excluídos da análise. Os valores nominais de vazão em que foram realizadas as medições foram:

40 kg/h
130 kg/h
220 kg/h
310 kg/h
400 kg/h

7. DESIGNAÇÃO DO VALOR DE REFERÊNCIA

A referência foi estabelecida pelo valor de consenso entre os laboratórios participantes, desde que seus resultados não fossem excluídos por método de avaliação de valores discrepantes. O método utilizado para determinar valores discrepantes foi o método de quartil. O valor de referência foi calculado de acordo com a seguinte equação:

$$V_{ref} = \frac{\frac{V_{lab1}}{k} + \frac{V_{lab2}}{k} + \frac{V_{labn}}{k}}{n} \cdot k$$

Onde:

V_{ref} = Valor da referência

V_{lab} = Valor declarado pelo laboratório

5° PI VAZÃO DE ÁGUA – CT 13 -MÓDULO A TOTALIZAÇÃO DE MASSA NA FAIXA DE VAZÃO DE 40 kg/h A 400 kg/h

k = Fator de abrangência do laboratório para um nível de confiança de 95,45%, sendo que para a incerteza da referência se utilizará k=2.

n = número de laboratórios

O Uso do “k” para ponderar o valor foi proposto para que, se houvesse laboratório com valor médio concordante mas com “k” discrepante dos demais, seu valor fosse ponderado pelo mesmo. Nesta comparação esta ponderação não impactou nos resultados pois todos os laboratórios apresentaram um “k” muito próximo a “2”.

ESTABILIDADE DO MEDIDOR EM CALIBRAÇÃO

A estabilidade do instrumento sob calibração foi medida em 4 etapas sendo uma antes do início, uma após circulação por 4 laboratórios, uma após circulação por mais 4 laboratórios e uma no final das calibrações. Para cada etapa foram realizadas 3 corridas e considerada a média dos valores encontrados. As medições de estabilidade foram conduzidas no laboratório de vazão da Visomes Metrologia, utilizando método de pesagem estática, composto de uma bancada gravimétrica com sistema de pesagem Sartorius de 35.000 gramas e resolução de 0,5 gramas. As medições foram realizadas com contagem de pulsos do medidor e o acionamento e desacionamento da diversora foram controladas com sistema automático em função dos pulsos do medidor.

A estabilidade foi medida nas mesmas vazões das calibrações que são: 40 kg/h, 130 kg/h, 220 kg/h 310 kg/h e 400 kg/h.

A determinação da incerteza da estabilidade do artefato em cada vazão foi dada por:

$$u_{\text{estabilidade}} = \frac{\sigma}{\sqrt{6}}$$

Onde:

$$\sigma = \frac{\text{tend.máx} - \text{tend.mín}}{2}$$

5° PI VAZÃO DE ÁGUA – CT 13 -MÓDULO A TOTALIZAÇÃO DE MASSA NA
FAIXA DE VAZÃO DE 40 kg/h A 400 kg/h

Resultados das medições de estabilidade

| vazão nominal (kg/h) | Etapas | totalização média no sistema padrão (kg) | Totalização média no equipamento (kg) | Tendência % | σ % | u estabilidade % |
|----------------------|-----------|--|---------------------------------------|-------------|------------|------------------|
| 40 | Medição 1 | 10,006 | 10 | -0,06 | 0,0225 | 0,0092 |
| | Medição 2 | 10,0075 | 10 | -0,075 | | |
| | Medição 3 | 10,004 | 10 | -0,04 | | |
| | Medição 4 | 10,0085 | 10 | -0,085 | | |
| 130 | Medição 1 | 10,0035 | 10 | -0,035 | 0,0075 | 0,0031 |
| | Medição 2 | 10,004 | 10 | -0,04 | | |
| | Medição 3 | 10,0025 | 10 | -0,025 | | |
| | Medição 4 | 10,0035 | 10 | -0,035 | | |
| 220 | Medição 1 | 10,004 | 10 | -0,04 | 0,01 | 0,0041 |
| | Medição 2 | 10,0045 | 10 | -0,045 | | |
| | Medição 3 | 10,0045 | 10 | -0,045 | | |
| | Medição 4 | 10,0025 | 10 | -0,025 | | |
| 310 | Medição 1 | 20,0055 | 20 | -0,027 | 0,0112 | 0,0046 |
| | Medição 2 | 20,0085 | 20 | -0,042 | | |
| | Medição 3 | 20,004 | 20 | -0,02 | | |
| | Medição 4 | 20,0065 | 20 | -0,032 | | |
| 400 | Medição 1 | 20,008 | 20 | -0,04 | 0,0125 | 0,0051 |
| | Medição 2 | 20,0095 | 20 | -0,047 | | |
| | Medição 3 | 20,0055 | 20 | -0,027 | | |
| | Medição 4 | 20,0105 | 20 | -0,052 | | |

8. DEFINIÇÃO DA INCERTEZA DO VALOR DE REFERÊNCIA

O valor da incerteza padrão da referência foi calculada para cada ponto, sendo a média das incertezas combinadas dos laboratórios, ponderados pelo fator “k”, combinada com a incerteza da estabilidade do artefato multiplicados pelo fator k=2 para um nível de confiança de 95,45%.

$$uc(Vref) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n uc^2(li)}{n} + u\text{ estabilidade}^2}$$

Onde:

$$uc(li) = \frac{U(li)}{k}$$

E a incerteza expandida:

$$U_{ref} = uc \times k$$

$uc(Vref)$ = incerteza padrão combinada

$U(li)$ = Incerteza expandida do laboratório

K = Fator de abrangência do laboratório para um nível de confiança de 95,45%, sendo que para a incerteza da referência se utilizará k=2.

Os laboratórios que apresentaram valores discrepantes de incerteza também tiveram seus resultados excluídos da média. O método de cálculo para determinação de valores discrepantes foi o método de quartil.

Houve um laboratório que não efetuou a medição em alguns pontos dentro do limite de 5% da vazão proposto nesta comparação e por isto seus valores foram excluídos da média.

5° PI VAZÃO DE ÁGUA – CT 13 -MÓDULO A TOTALIZAÇÃO DE MASSA NA FAIXA DE VAZÃO DE 40 kg/h A 400 kg/h

Os valores excluídos por método estatístico e por não atendimento a vazão proposta na comparação foram:

| Vazão nominal | lab excluídos por resultado | lab. Excluídos pela incerteza ou por extrapolação de 5 % do valor da vazão |
|---------------|-----------------------------|--|
| 40 kg/h | A09 , A12 e A17 | A07 |
| 130 kg/h | A09 , A12 e A17 | A07 e A15 por não respeitar o limite de 5% da vazão |
| 220 kg/h | A09 | A07 e A15 por não respeitar o limite de 5% da vazão |
| 310 kg/h | A09, A29 e A07 | |
| 400 kg/h | A09 e A07 | |

Os resultados dos valores de referência e suas incertezas são:

| Vazão nominal | Média das tendências dos laboratórios (%) | média das incertezas (%) k=2 | Estabilidade (%) | Incerteza atribuída ao Valor de referência (%) |
|---------------|---|------------------------------|------------------|--|
| 40 kg/h | -0,04 | 0,14 | 0,009 | 0,14 |
| 130 kg/h | -0,02 | 0,14 | 0,003 | 0,14 |
| 220 kg/h | -0,01 | 0,14 | 0,004 | 0,14 |
| 310 kg/h | -0,01 | 0,13 | 0,005 | 0,13 |
| 400 kg/h | -0,02 | 0,13 | 0,005 | 0,13 |

9. MÉTODO DE AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS

Para avaliação do desempenho dos laboratórios participantes e análise de seus resultados foi utilizado como referência o Erro Normalizado (E_n) que é dado pela expressão:

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

Onde:

U_{lab} = Incerteza expandida do laboratório

U_{ref} = Incerteza expandida da referência

V_{lab} = Valor declarado pelo laboratório

V_{ref} = Valor da referência

Também foi analisado o desempenho dos laboratórios utilizando somente a incerteza do laboratório dada a coerência dos dados e também a estabilidade do artefato. Neste caso o erro normalizado foi denominado por “ E_{ulab} ” e para isto foi utilizada a expressão:

$$E_{ulab} = \frac{V_{lab} - V_{ref}}{U_{lab}}$$

5° PI VAZÃO DE ÁGUA – CT 13 -MÓDULO A TOTALIZAÇÃO DE MASSA NA
FAIXA DE VAZÃO DE 40 kg/h A 400 kg/h

INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS

Resultado satisfatório quando $IE_{nl} \leq 1$

Resultado Insatisfatório quando $IE_{nl} > 1$

10. VALORES DAS MEDIÇÕES DOS LABORATÓRIOS:

a) Medições de vazão

Lab A03

| Vazão nominal (kg/h) | Vazão real (kg/h) | diferença % | totalização média no sistema padrão (kg) | totalização média no instrumento sob calibração (kg) | tendência % | Repetib. % | U % | k | veff |
|----------------------|-------------------|-------------|--|--|-------------|------------|-----|------|------|
| 40 | 39,6 | 1,0 | 5,819 | 5,821 | 0,04 | 0,017 | 0,1 | 2,01 | 218 |
| 130 | 130,2 | 0,2 | 11,797 | 11,797 | 0,00 | 0,02 | 0,1 | 2,03 | 91 |
| 220 | 219,6 | 0,2 | 10,648 | 10,649 | 0,01 | 0,012 | 0,1 | 2 | 779 |
| 310 | 310,2 | 0,1 | 10,731 | 10,733 | 0,01 | 0,015 | 0,1 | 2,01 | 401 |
| 400 | 399,6 | 0,1 | 11,235 | 11,239 | 0,03 | 0,01 | 0,1 | 2 | 1098 |

Lab A07

| Vazão nominal (kg/h) | Vazão real (kg/h) | diferença % | totalização média no sistema padrão (kg) | totalização média no instrumento sob calibração (kg) | tendência % | Repetib. % | U % | k | veff |
|----------------------|-------------------|-------------|--|--|-------------|------------|-----|---|----------|
| 40 | 38,45 | 3,9 | 4,003 | 3,992 | -0,26 | 0,059461 | 4,1 | 2 | infinito |
| 130 | 127,1925 | 2,2 | 9,951 | 9,942 | -0,09 | 0,014391 | 3,5 | 2 | infinito |
| 220 | 223,8325 | 1,7 | 12,999 | 12,984 | -0,12 | 0,015556 | 2,8 | 2 | infinito |
| 310 | 313,7 | 1,2 | 12,019 | 12,001 | -0,16 | 0,057593 | 2,2 | 2 | infinito |
| 400 | 406,075 | 1,5 | 12,113 | 12,086 | -0,22 | 0,039287 | 1,5 | 2 | infinito |

Lab A09

| Vazão nominal (kg/h) | Vazão real (kg/h) | diferença % | totalização média no sistema padrão (kg) | totalização média no instrumento sob calibração (kg) | tendência % | Repetib. % | U % | k | veff |
|----------------------|-------------------|-------------|--|--|-------------|------------|-------|---|------|
| 40 | 42 | 5,0 | 0,667 | 0,688 | 3,15 | 0,073 | 0,032 | 2 | INF |
| 130 | 132 | 1,5 | 2,167 | 2,255 | 4,06 | 0,044 | 0,027 | 2 | INF |
| 220 | 225 | 2,3 | 3,667 | 3,785 | 3,22 | 0,026 | 0,027 | 2 | INF |
| 310 | 312 | 0,6 | 5,167 | 5,344 | 3,43 | 0,037 | 0,027 | 2 | INF |
| 400 | 397 | 0,8 | 6,607 | 6,904 | 4,50 | 0,029 | 0,027 | 2 | INF |

5° PI VAZÃO DE ÁGUA – CT 13 -MÓDULO A TOTALIZAÇÃO DE MASSA NA FAIXA DE VAZÃO DE 40 kg/h A 400 kg/h

Lab A12

| Vazão nominal (kg/h) | Vazão real (kg/h) | diferença % | totalização média no sistema padrão (kg) | totalização média no instrumento sob calibração (kg) | tendência % | Repetib. % | U % | k | veff |
|----------------------|-------------------|-------------|--|--|-------------|------------|-----|------|----------|
| 40 | 40 | 0,0 | 51,590 | 51,291 | -0,58 | 0,02 | 0,2 | 2 | Infinito |
| 130 | 130 | 0,0 | 81,800 | 81,416 | -0,47 | 0,05 | 0,2 | 2,18 | Infinito |
| 220 | 220 | 0,0 | 111,570 | 111,485 | -0,08 | 0,02 | 0,2 | 2 | Infinito |
| 310 | 310 | 0,0 | 158,260 | 158,142 | -0,07 | 0,02 | 0,2 | 2 | Infinito |
| 400 | 400 | 0,0 | 207,360 | 207,010 | -0,17 | 0,001 | 0,2 | 2 | Infinito |

Lab A15

| Vazão nominal (kg/h) | Vazão real (kg/h) | diferença % | totalização média no sistema padrão (kg) | totalização média no instrumento sob calibração (kg) | tendência % | Repetib. % | U % | k | veff |
|----------------------|-------------------|-------------|--|--|-------------|------------|------|---|------|
| 40 | 40,68343 | 1,7 | 2,712 | 2,710 | -0,09 | 0,017 | 0,11 | 2 | 100 |
| 130 | 100,1644 | dif. alta | 6,678 | 6,671 | -0,10 | 0,005 | 0,13 | 2 | 100 |
| 220 | 201,7931 | dif. alta | 13,453 | 13,442 | -0,08 | 0,01 | 0,12 | 2 | 100 |
| 310 | 300,4326 | 3,1 | 20,029 | 20,017 | -0,06 | 0,009 | 0,09 | 2 | 100 |
| 400 | 400,5748 | 0,1 | 26,705 | 26,686 | -0,07 | 0,01 | 0,08 | 2 | 100 |

Lab A16

| Vazão nominal (kg/h) | Vazão real (kg/h) | diferença % | totalização média no sistema padrão (kg) | totalização média no instrumento sob calibração (kg) | tendência % | Repetib. % | U % | k | veff |
|----------------------|-------------------|-------------|--|--|-------------|------------|-----|------|-------|
| 40 | 39,5 | 1,3 | 10,006 | 10,000 | -0,06 | 0,05 | 0,2 | 2,01 | 204 |
| 130 | 131,1 | 0,8 | 10,003 | 10,000 | -0,03 | 0,04 | 0,2 | 2,00 | >1000 |
| 220 | 219,4 | 0,3 | 10,004 | 10,000 | -0,04 | 0,04 | 0,2 | 2,00 | >1000 |
| 310 | 310,3 | 0,1 | 20,006 | 20,000 | -0,03 | 0,03 | 0,2 | 2,00 | >1000 |
| 400 | 400,8 | 0,2 | 20,008 | 20,000 | -0,04 | 0,03 | 0,2 | 2,00 | >1000 |

Lab A17

| Vazão nominal (kg/h) | Vazão real (kg/h) | diferença % | totalização média no sistema padrão (kg) | totalização média no instrumento sob calibração (kg) | tendência % | Repetib. % | U % | k | veff |
|----------------------|-------------------|-------------|--|--|-------------|------------|------|----------|--------|
| 40 | 39,41794 | 1,5 | 15,294 | 15,321 | 0,17 | 0,004345 | 0,09 | 2,000089 | 28941 |
| 130 | 130,1106 | 0,1 | 35,596 | 35,655 | 0,16 | 0,002136 | 0,09 | 2,000007 | 534872 |
| 220 | 219,2404 | 0,3 | 31,092 | 31,096 | 0,01 | 0,019372 | 0,09 | 2,023862 | 106 |
| 310 | 315,9134 | 1,9 | 31,030 | 31,027 | -0,01 | 0,005319 | 0,09 | 2,000195 | 12978 |
| 400 | 407,5858 | 1,9 | 34,346 | 34,318 | -0,08 | 0,009335 | 0,11 | 2,000322 | 7832 |

5° PI VAZÃO DE ÁGUA – CT 13 -MÓDULO A TOTALIZAÇÃO DE MASSA NA
FAIXA DE VAZÃO DE 40 kg/h A 400 kg/h

Lab A22

| Vazão nominal (kg/h) | Vazão real (kg/h) | diferença % | totalização média no sistema padrão (kg) | totalização média no instrumento sob calibração (kg) | tendência % | Repetib. % | U % | k | veff |
|----------------------|-------------------|-------------|--|--|-------------|------------|-------|---|------|
| 40 | 38,9 | 2,8 | 21,421 | 21,409 | -0,05 | 0,02% | 0,06% | 2 | ∞ |
| 130 | 126,8 | 2,5 | 21,665 | 21,655 | -0,05 | 0,01% | 0,06% | 2 | ∞ |
| 220 | 217,2 | 1,3 | 21,730 | 21,719 | -0,05 | 0,00% | 0,06% | 2 | ∞ |
| 310 | 308,9 | 0,4 | 21,880 | 21,870 | -0,05 | 0,01% | 0,06% | 2 | ∞ |
| 400 | 398,9 | 0,3 | 22,177 | 22,168 | -0,04 | 0,02% | 0,06% | 2 | ∞ |

Lab A23

| Vazão nominal (kg/h) | Vazão real (kg/h) | diferença % | totalização média no sistema padrão (kg) | totalização média no instrumento sob calibração (kg) | tendência % | Repetib. % | U % | k | veff |
|----------------------|-------------------|-------------|--|--|-------------|------------|----------|---|----------|
| 40 | 40,08024 | 0,2 | 18,039 | 18,025 | -0,08 | 0,011549 | 0,192287 | 2 | infinito |
| 130 | 129,8036 | 0,2 | 17,307 | 17,298 | -0,05 | 0,031838 | 0,205535 | 2 | infinito |
| 220 | 220,6146 | 0,3 | 14,708 | 14,701 | -0,04 | 0,019636 | 0,249064 | 2 | infinito |
| 310 | 310,304 | 0,1 | 15,515 | 15,507 | -0,05 | 0,03887 | 0,236437 | 2 | infinito |
| 400 | 401,2596 | 0,3 | 16,719 | 16,711 | -0,05 | 0,015832 | 0,2121 | 2 | infinito |

Lab A29

| Vazão nominal (kg/h) | Vazão real (kg/h) | diferença % | totalização média no sistema padrão (kg) | totalização média no instrumento sob calibração (kg) | tendência % | Repetib. % | U % | k | veff |
|----------------------|-------------------|-------------|--|--|-------------|------------|------|---|----------|
| 40 | 38,79 | 3,0 | 0,650 | 0,650 | 0,00 | 0,08 | 0,29 | 2 | 2,11E+70 |
| 130 | 130,03 | 0,0 | 2,170 | 2,170 | 0,00 | 0,15 | 0,21 | 2 | 5,18E+71 |
| 220 | 224,39 | 2,0 | 3,740 | 3,740 | 0,00 | 0,07 | 0,15 | 2 | 2,11E+71 |
| 310 | 312,35 | 0,8 | 5,200 | 5,210 | 0,19 | 0,15 | 0,16 | 2 | 1,31E+72 |
| 400 | 398,32 | 0,4 | 6,640 | 6,640 | 0,00 | 0,15 | 0,16 | 2 | 5,60E+71 |

Lab A32

| Vazão nominal (kg/h) | Vazão real (kg/h) | diferença % | totalização média no sistema padrão (kg) | totalização média no instrumento sob calibração (kg) | tendência % | Repetib. % | U % | k | veff |
|----------------------|-------------------|-------------|--|--|-------------|------------|------|---|----------|
| 40 | 40,46 | 1,2 | 19,741 | 19,721 | -0,10 | 0,15 | 0,16 | 2 | 1,38E+09 |
| 130 | 128,8 | 0,9 | 25,662 | 25,654 | -0,03 | 0,07 | 0,13 | 2 | 4,25E+09 |
| 220 | 219,7 | 0,1 | 25,073 | 25,075 | 0,01 | 0,04 | 0,11 | 2 | 3,74E+10 |
| 310 | 307,9 | 0,7 | 27,438 | 27,446 | 0,03 | 0,04 | 0,11 | 2 | 5,01E+10 |
| 400 | 399,7 | 0,1 | 29,985 | 29,996 | 0,04 | 0,03 | 0,11 | 2 | 1,74E+11 |

5° PI VAZÃO DE ÁGUA – CT 13 -MÓDULO A TOTALIZAÇÃO DE MASSA NA
FAIXA DE VAZÃO DE 40 kg/h A 400 kg/h

Lab A38

| Vazão nominal (kg/h) | Vazão real (kg/h) | diferença % | totalização média no sistema padrão (kg) | totalização média no instrumento sob calibração (kg) | tendência % | Repetib. % | U % | k | veff |
|----------------------|-------------------|-------------|--|--|-------------|------------|------|---|-----------|
| 40 | 40,07 | 0,2 | 2,671 | 2,670 | -0,04 | 0 | 0,05 | 2 | 148045407 |
| 130 | 130,28 | 0,2 | 8,968 | 8,970 | 0,02 | 0,011 | 0,07 | 2 | 1225 |
| 220 | 220,44 | 0,2 | 7,331 | 7,335 | 0,05 | 0,001 | 0,08 | 2 | 9971816 |
| 310 | 310,86 | 0,3 | 10,330 | 10,337 | 0,07 | 0,007 | 0,07 | 2 | 10691 |
| 400 | 401,5 | 0,4 | 13,330 | 13,340 | 0,08 | 0,003 | 0,06 | 2 | 149829 |

Lab A05

| Vazão nominal (kg/h) | Vazão real (kg/h) | diferença % | totalização média no sistema padrão (kg) | totalização média no instrumento sob calibração (kg) | tendência % | Repetib. % | U % | k | veff |
|----------------------|-------------------|-------------|--|--|-------------|------------|------|---|-----------|
| 40 | 39,8553 | 0,4 | 20,099 | 20,106 | 0,03 | 0,011873 | 0,13 | 2 | Infinitos |
| 130 | 128,0832 | 1,5 | 24,340 | 24,339 | -0,01 | 0,006221 | 0,11 | 2 | Infinitos |
| 220 | 220,6571 | 0,3 | 30,197 | 30,190 | -0,02 | 0,004928 | 0,1 | 2 | Infinitos |
| 310 | 309,4266 | 0,2 | 30,123 | 30,132 | 0,03 | 0,013481 | 0,11 | 2 | Infinitos |
| 400 | 398,9035 | 0,3 | 30,274 | 30,285 | 0,04 | 0,001236 | 0,1 | 2 | Infinitos |

5° PI VAZÃO DE ÁGUA – CT 13 -MÓDULO A TOTALIZAÇÃO DE MASSA NA
FAIXA DE VAZÃO DE 40 kg/h A 400 kg/h

b) Medições auxiliares

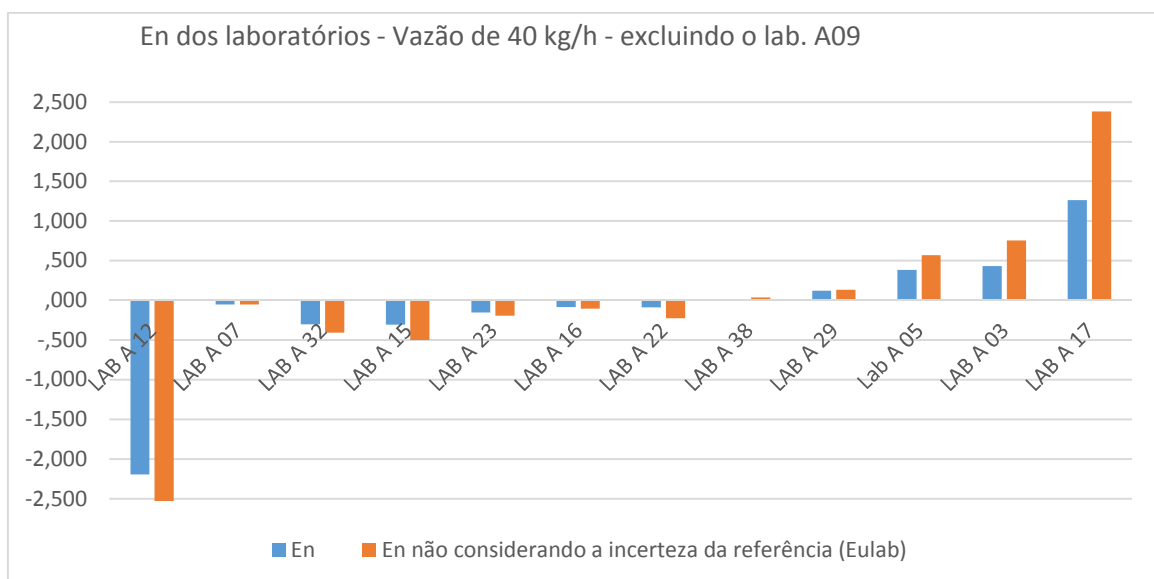
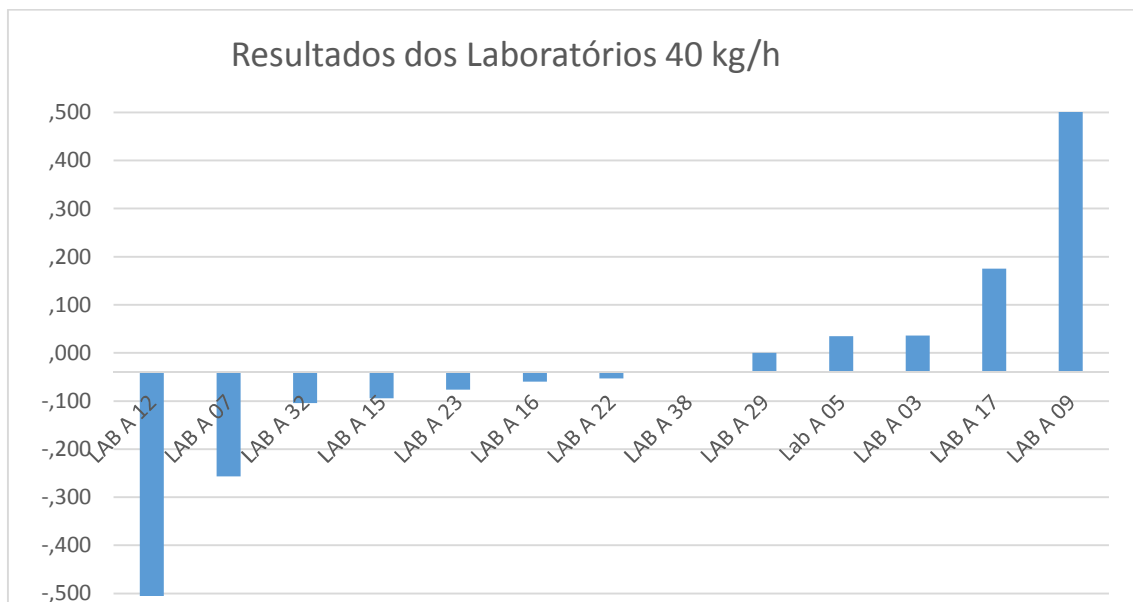
| nr | método | Pressão | temperatura |
|--------------------|---------------------|----------------------|--------------------|
| laboratório | utilizado | média na | média (°C) |
| | | linha (kP a) | |
| LAB A 03 | Pesagem estática | 134 | 25 |
| Lab A 05 | Pesagem estática | 213 | 29 |
| LAB A 07 | Pesagem estática | 40 | 19 |
| LAB A 09 | Comparativo | 46 | 26 |
| LAB A 12 | Pesagem estática | 294 | 20 |
| LAB A 15 | Comparativo | não informado | 22 |
| LAB A 16 | Pesagem estática | 30 | 22 |
| LAB A 17 | Pesagem estática | 85 | 26 |
| LAB A 22 | Pesagem estática | 205 | 26 |
| LAB A 23 | Pesagem estática | não informado | 27 |
| LAB A 29 | Comparativo | 92 | 27 |
| LAB A 32 | Pesagem estática | não informado | 22 |
| LAB A 38 | Pesagem dinâmica | 103 | 22 |

5° PI VAZÃO DE ÁGUA – CT 13 -MÓDULO A TOTALIZAÇÃO DE MASSA NA
FAIXA DE VAZÃO DE 40 kg/h A 400 kg/h

11. RESULTADOS

Resultados para a vazão de referência de 40 kg/h

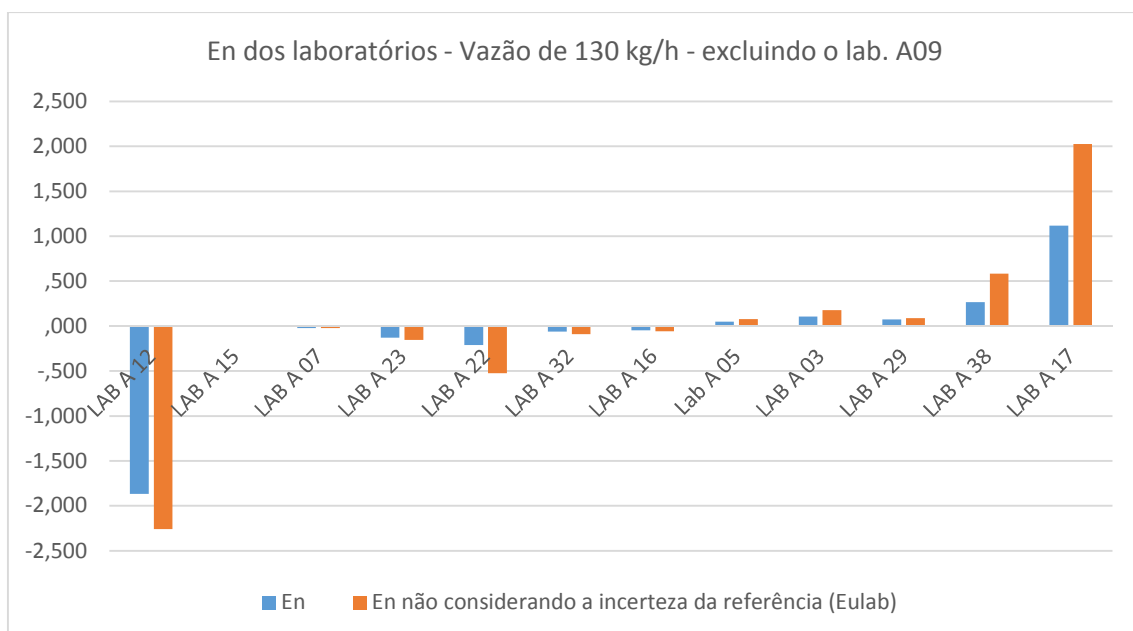
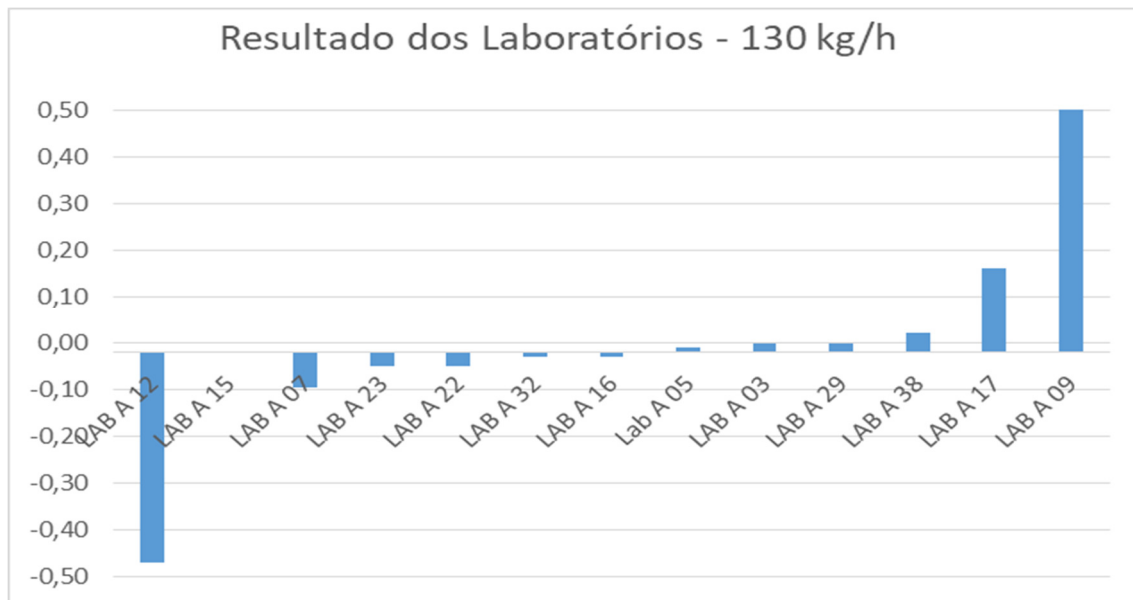
| Código do Laboratório | Tendência % declarada | U Declarado (%) | Tendência de referência % | U referência (%) | En | En não considerando a incerteza da referência (Eulab) |
|-----------------------|-----------------------|-----------------|---------------------------|------------------|-------|---|
| LAB A 12 | -0,58 | 0,2 | -0,04 | 0,14 | -2,19 | -2,70 |
| LAB A 07 | -0,26 | 4,1 | -0,04 | 0,14 | -0,05 | -0,05 |
| LAB A 32 | -0,10 | 0,16 | -0,04 | 0,14 | -0,30 | -0,40 |
| LAB A 15 | -0,09 | 0,11 | -0,04 | 0,14 | -0,30 | -0,50 |
| LAB A 23 | -0,08 | 0,192287 | -0,04 | 0,14 | -0,15 | -0,19 |
| LAB A 16 | -0,06 | 0,2 | -0,04 | 0,14 | -0,08 | -0,10 |
| LAB A 22 | -0,05 | 0,06 | -0,04 | 0,14 | -0,09 | -0,22 |
| LAB A 38 | -0,04 | 0,05 | -0,04 | 0,14 | 0,01 | 0,04 |
| LAB A 29 | 0,00 | 0,29 | -0,04 | 0,14 | 0,12 | 0,14 |
| Lab A 05 | 0,03 | 0,13 | -0,04 | 0,14 | 0,38 | 0,57 |
| LAB A 03 | 0,04 | 0,1 | -0,04 | 0,14 | 0,43 | 0,75 |
| LAB A 17 | 0,17 | 0,09 | -0,04 | 0,14 | 1,26 | 2,38 |
| LAB A 09 | 3,15 | 0,032 | -0,04 | 0,14 | 21,64 | 99,62 |



5° PI VAZÃO DE ÁGUA – CT 13 -MÓDULO A TOTALIZAÇÃO DE MASSA NA
FAIXA DE VAZÃO DE 40 kg/h A 400 kg/h

Resultados para a vazão de referência de 130 kg/h

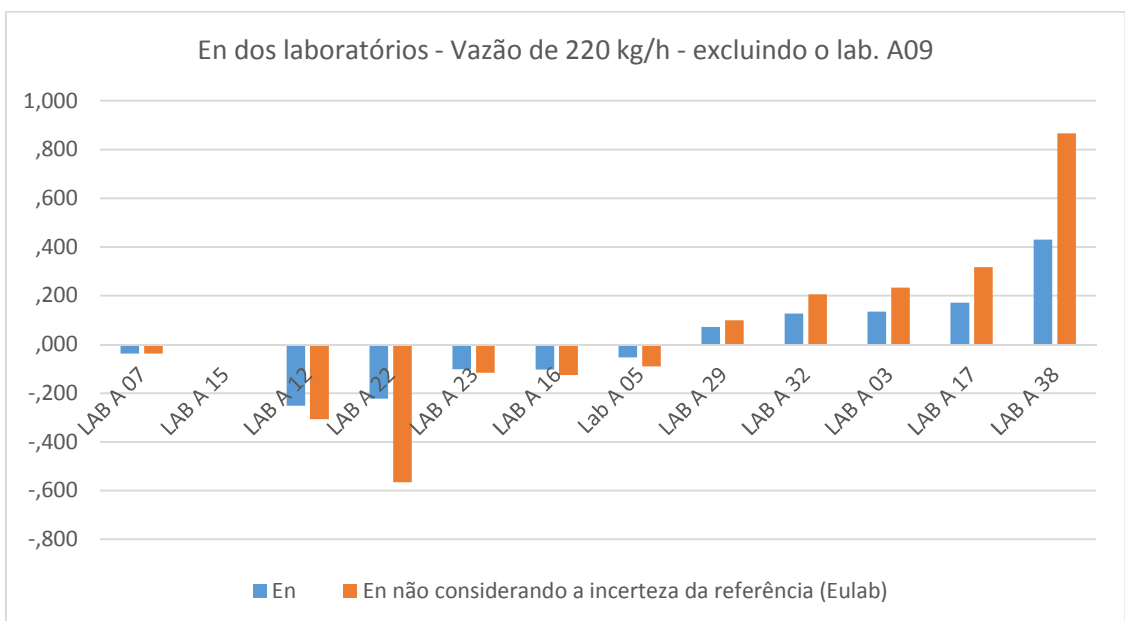
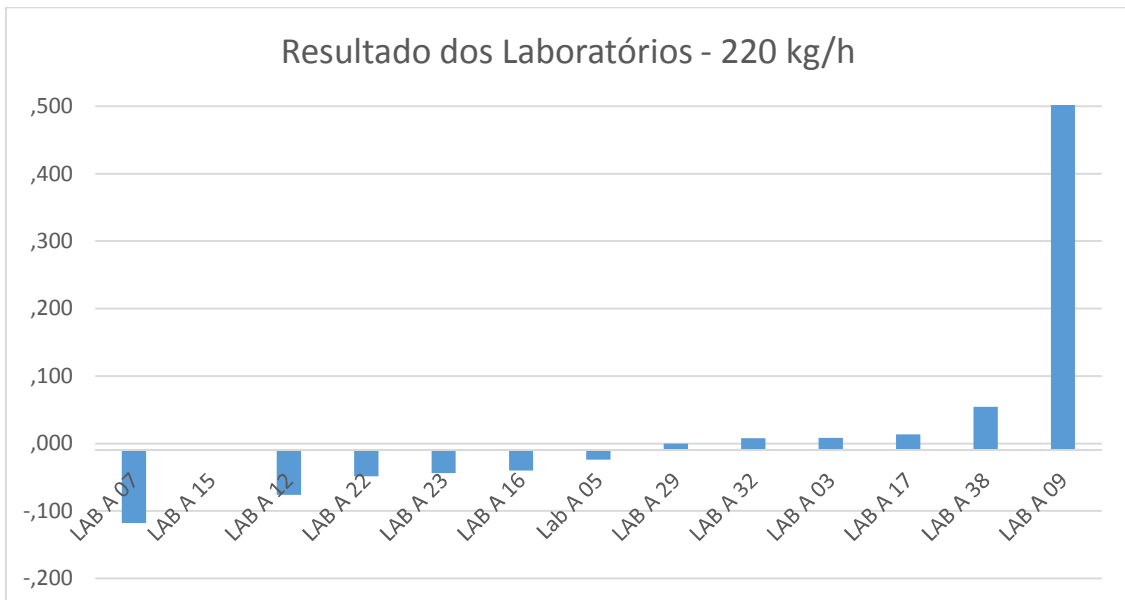
| Código do Laboratório | Tendência % declarada | U Declarado (%) | Tendência de referência % | U referência (%) | En | En não considerando a incerteza da referência (Eulab) |
|-----------------------|---|-----------------|---------------------------|------------------|-------|---|
| LAB A 12 | -0,47 | 0,2 | -0,02 | 0,14 | -1,87 | -2,26 |
| LAB A 15 | não avaliado o resultado por exceder tolerância de vazão | | | | | |
| LAB A 07 | -0,09 | 3,5 | -0,02 | 0,14 | -0,02 | -0,02 |
| LAB A 23 | -0,05 | 0,205535 | -0,02 | 0,14 | -0,13 | -0,15 |
| LAB A 22 | -0,05 | 0,06 | -0,02 | 0,14 | -0,21 | -0,52 |
| LAB A 32 | -0,03 | 0,13 | -0,02 | 0,14 | -0,06 | -0,09 |
| LAB A 16 | -0,03 | 0,2 | -0,02 | 0,14 | -0,05 | -0,06 |
| Lab A 05 | -0,01 | 0,11 | -0,02 | 0,14 | 0,05 | 0,08 |
| LAB A 03 | 0,00 | 0,1 | -0,02 | 0,14 | 0,11 | 0,18 |
| LAB A 29 | 0,00 | 0,21 | -0,02 | 0,14 | 0,07 | 0,09 |
| LAB A 38 | 0,02 | 0,07 | -0,02 | 0,14 | 0,27 | 0,58 |
| LAB A 17 | 0,16 | 0,09 | -0,02 | 0,14 | 1,12 | 2,02 |
| LAB A 09 | 4,06 | 0,027 | -0,02 | 0,14 | 29,48 | 151,09 |



5° PI VAZÃO DE ÁGUA – CT 13 -MÓDULO A TOTALIZAÇÃO DE MASSA NA
FAIXA DE VAZÃO DE 40 kg/h A 400 kg/h

Resultados para vazão de 220 kg/h

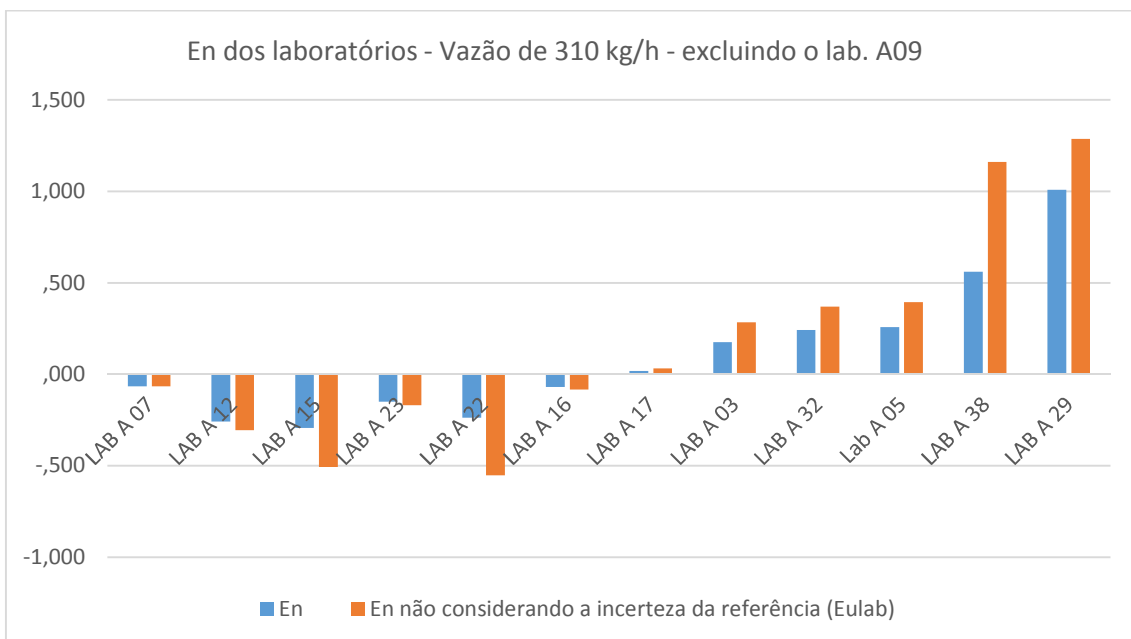
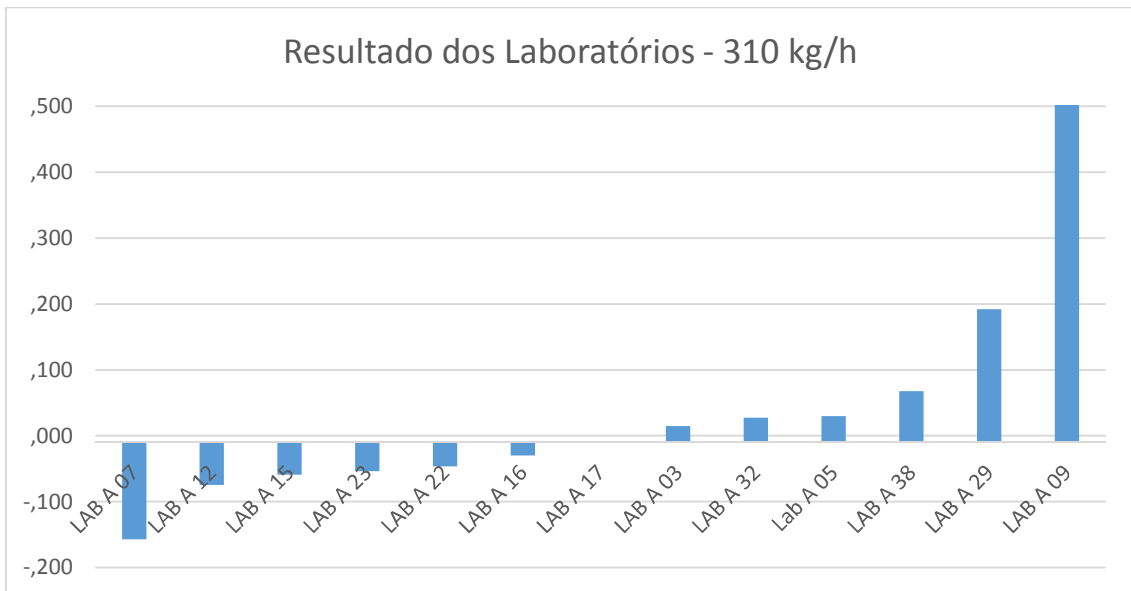
| Código do Laboratório | Tendência % declarada | U Declarado (%) | Tendência de referência % | U referência (%) | En | En não considerando a incerteza da referência (Eulab) |
|-----------------------|---|-----------------------|------------------------------------|------------------------|-------|---|
| LAB A 07 | -0,12 | 2,8 | -0,01 | 0,14 | -0,04 | -0,04 |
| LAB A 15 | não avaliado o resultado por exceder tolerância de vazão | | | | | |
| LAB A 12 | -0,08 | 0,2 | -0,01 | 0,14 | -0,25 | -0,31 |
| LAB A 22 | -0,05 | 0,06 | -0,01 | 0,14 | -0,22 | -0,57 |
| LAB A 23 | -0,04 | 0,249064 | -0,01 | 0,14 | -0,10 | -0,12 |
| LAB A 16 | -0,04 | 0,2 | -0,01 | 0,14 | -0,10 | -0,13 |
| Lab A 05 | -0,02 | 0,1 | -0,01 | 0,14 | -0,05 | -0,09 |
| LAB A 29 | 0,00 | 0,15 | -0,01 | 0,14 | 0,07 | 0,10 |
| LAB A 32 | 0,01 | 0,11 | -0,01 | 0,14 | 0,13 | 0,21 |
| LAB A 03 | 0,01 | 0,1 | -0,01 | 0,14 | 0,14 | 0,23 |
| LAB A 17 | 0,01 | 0,09 | -0,01 | 0,14 | 0,17 | 0,32 |
| LAB A 38 | 0,05 | 0,08 | -0,01 | 0,14 | 0,43 | 0,87 |
| LAB A 09 | 3,22 | 0,027 | -0,01 | 0,14 | 22,68 | 119,73 |



5° PI VAZÃO DE ÁGUA – CT 13 -MÓDULO A TOTALIZAÇÃO DE MASSA NA FAIXA DE VAZÃO DE 40 kg/h A 400 kg/h

Resultados para vazão de 310 kg/h

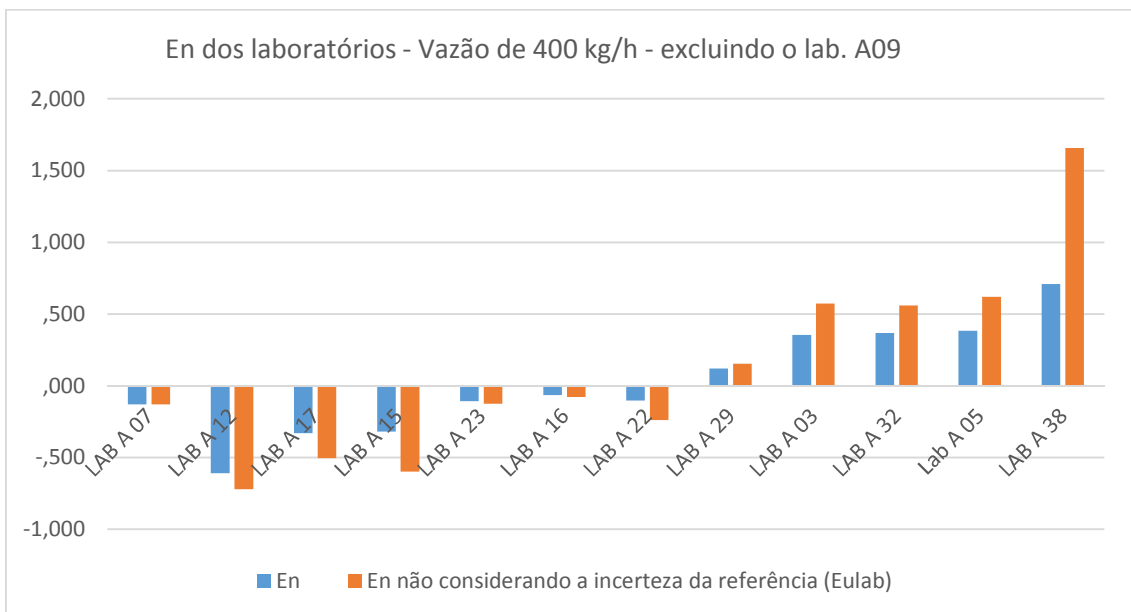
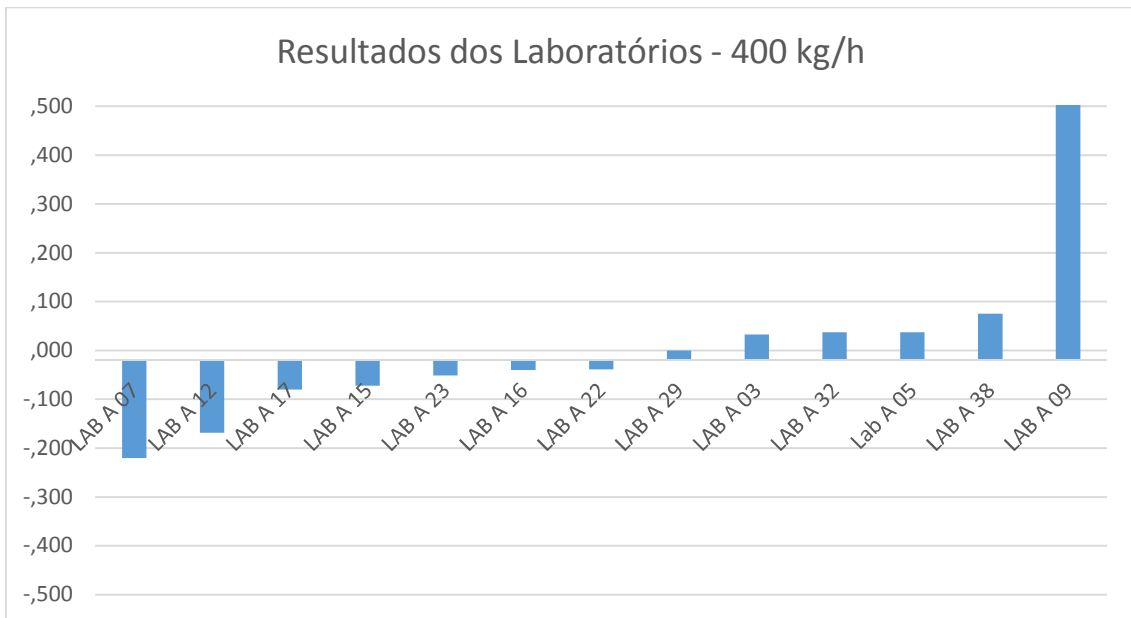
| Código do Laboratório | Tendência % declarada | U Declarado (%) | Tendência de referência % | U referência (%) | En | En não considerando a incerteza da referência (Eulab) |
|-----------------------|-----------------------------|-----------------------|------------------------------------|------------------------|-------|---|
| LAB A 07 | -0,16 | 2,2 | -0,01 | 0,13 | -0,07 | -0,07 |
| LAB A 12 | -0,07 | 0,2 | -0,01 | 0,13 | -0,26 | -0,31 |
| LAB A 15 | -0,06 | 0,09 | -0,01 | 0,13 | -0,29 | -0,51 |
| LAB A 23 | -0,05 | 0,236437 | -0,01 | 0,13 | -0,15 | -0,17 |
| LAB A 22 | -0,05 | 0,06 | -0,01 | 0,13 | -0,24 | -0,55 |
| LAB A 16 | -0,03 | 0,2 | -0,01 | 0,13 | -0,07 | -0,08 |
| LAB A 17 | -0,01 | 0,09 | -0,01 | 0,13 | 0,02 | 0,03 |
| LAB A 03 | 0,01 | 0,1 | -0,01 | 0,13 | 0,18 | 0,28 |
| LAB A 32 | 0,03 | 0,11 | -0,01 | 0,13 | 0,24 | 0,37 |
| Lab A 05 | 0,03 | 0,11 | -0,01 | 0,13 | 0,26 | 0,39 |
| LAB A 38 | 0,07 | 0,07 | -0,01 | 0,13 | 0,56 | 1,16 |
| LAB A 29 | 0,19 | 0,16 | -0,01 | 0,13 | 1,01 | 1,29 |
| LAB A 09 | 3,43 | 0,027 | -0,01 | 0,13 | 26,55 | 127,37 |



5° PI VAZÃO DE ÁGUA – CT 13 -MÓDULO A TOTALIZAÇÃO DE MASSA NA FAIXA DE VAZÃO DE 40 kg/h A 400 kg/h

Resultados para vazão de 400 kg/h

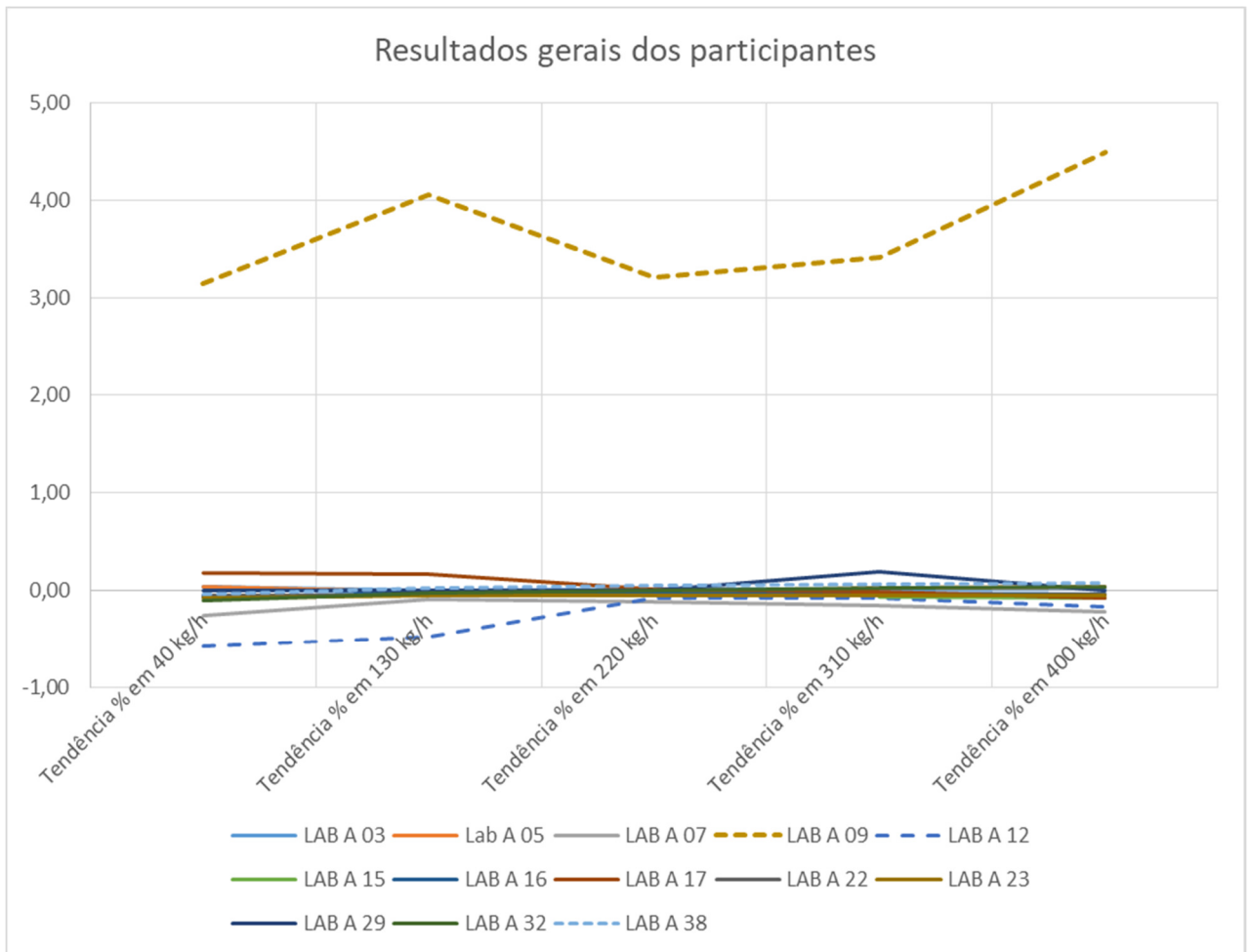
| Código do Laboratório | Tendência % declarada | U Declarado (%) | Tendência de referência % | U referência (%) | En | En não considerando a incerteza da referência (Eulab) |
|-----------------------|-----------------------------|-----------------------|------------------------------------|------------------------|--------------|---|
| LAB A 07 | -0,22 | 1,5 | -0,02 | 0,13 | -0,13 | -0,13 |
| LAB A 12 | -0,17 | 0,2 | -0,02 | 0,13 | -0,61 | -0,72 |
| LAB A 17 | -0,08 | 0,11 | -0,02 | 0,13 | -0,33 | -0,51 |
| LAB A 15 | -0,07 | 0,08 | -0,02 | 0,13 | -0,32 | -0,60 |
| LAB A 23 | -0,05 | 0,2121 | -0,02 | 0,13 | -0,11 | -0,13 |
| LAB A 16 | -0,04 | 0,2 | -0,02 | 0,13 | -0,07 | -0,08 |
| LAB A 22 | -0,04 | 0,06 | -0,02 | 0,13 | -0,10 | -0,24 |
| LAB A 29 | 0,00 | 0,16 | -0,02 | 0,13 | 0,12 | 0,15 |
| LAB A 03 | 0,03 | 0,1 | -0,02 | 0,13 | 0,36 | 0,57 |
| LAB A 32 | 0,04 | 0,11 | -0,02 | 0,13 | 0,37 | 0,56 |
| Lab A 05 | 0,04 | 0,1 | -0,02 | 0,13 | 0,38 | 0,62 |
| LAB A 38 | 0,08 | 0,06 | -0,02 | 0,13 | 0,71 | 1,66 |
| LAB A 09 | 4,50 | 0,027 | -0,02 | 0,13 | 34,91 | 167,39 |



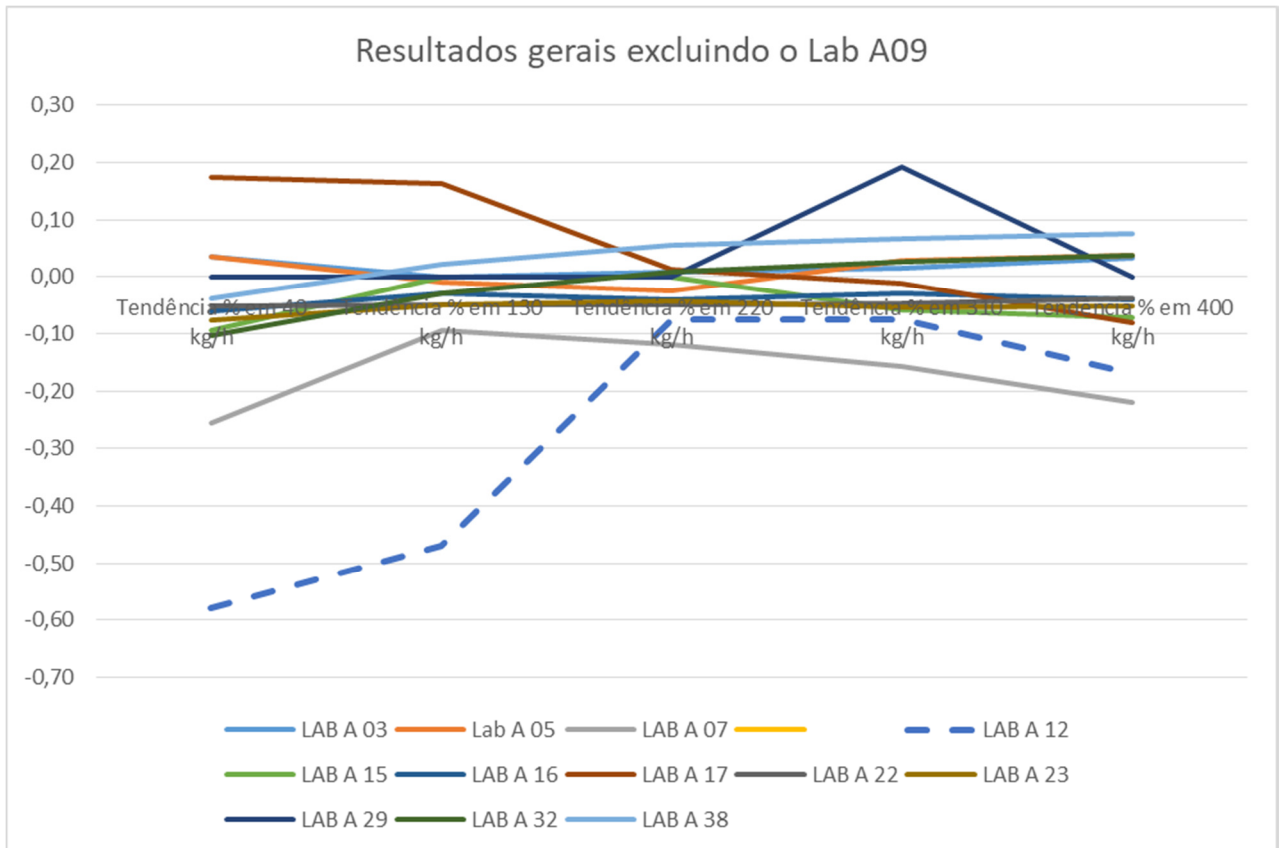
5° PI VAZÃO DE ÁGUA – CT 13 -MÓDULO A TOTALIZAÇÃO DE MASSA NA FAIXA DE VAZÃO DE 40 kg/h A 400 kg/h

Dados Agrupados dos resultados dos participantes:

| nr laboratório | Tendência % em 40 kg/h | Tendência % em 130 kg/h | Tendência % em 220 kg/h | Tendência % em 310 kg/h | Tendência % em 400 kg/h |
|-------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| LAB A 03 | 0,04 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,03 |
| Lab A 05 | 0,03 | -0,01 | -0,02 | 0,03 | 0,04 |
| LAB A 07 | -0,26 | -0,09 | -0,12 | -0,16 | -0,22 |
| LAB A 09 | 3,15 | 4,06 | 3,22 | 3,43 | 4,50 |
| LAB A 12 | -0,58 | -0,47 | -0,08 | -0,07 | -0,17 |
| LAB A 15 | -0,09 | | | -0,06 | -0,07 |
| LAB A 16 | -0,06 | -0,03 | -0,04 | -0,03 | -0,04 |
| LAB A 17 | 0,17 | 0,16 | 0,01 | -0,01 | -0,08 |
| LAB A 22 | -0,05 | -0,05 | -0,05 | -0,05 | -0,04 |
| LAB A 23 | -0,08 | -0,05 | -0,04 | -0,05 | -0,05 |
| LAB A 29 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,19 | 0,00 |
| LAB A 32 | -0,10 | -0,03 | 0,01 | 0,03 | 0,04 |
| LAB A 38 | -0,04 | 0,02 | 0,05 | 0,07 | 0,08 |



5° PI VAZÃO DE ÁGUA – CT 13 -MÓDULO A TOTALIZAÇÃO DE MASSA NA FAIXA DE VAZÃO DE 40 kg/h A 400 kg/h



12. NOTAS E CONCLUSÕES

- Os laboratórios A03, A12 e A16 declararam a incerteza com somente 1 algarismo significativo, que pode ter ocorrido por arredondamento automático da planilha de dados;
- O laboratório A07 apresentou uma incerteza de medição elevada se observada a repetibilidade e a resolução do padrão apresentado nos resultados (supondo-se que utilizou uma balança visto que declarou o uso de pesagem estática como método);
- O laboratório A09 utilizou método comparativo e subestimou a incerteza da medição. A resolução declarada de 0,001 kg em uma totalização de 0,667 kg já representa 0,15 % contra uma declaração de 0,032 %. Também a repetibilidade declarada está superior a incerteza declarada, denotando que esta parcela não foi considerada na incerteza;
- O laboratório A15 não realizou a calibração nos pontos de 130 kg/h e 220 kg/h, denotando a não observação do protocolo e da própria planilha de dados que faz esta análise automaticamente. Em uma análise crítica de contrato, o laboratório não teria atendido ao requisito do cliente.
- O laboratório A23 expressou a incerteza com mais que 2 algarismos significativos, não observando o item 6.3 do NIT-Dicla-21 revisão 09;
- O laboratório A29 utilizou método comparativo e subestimou a incerteza da medição. A resolução dos dados inseridos na planilha de coleta de dados foi de 0,01 kg, que representa 1,5% na totalização de 0,65 kg; 0,46 % na totalização de 2,17 kg; 0,27 % na totalização de 3,74 kg; 0,19 % na totalização de 5,20 kg e 0,15 % na totalização de 6,64 kg e a declaração da incerteza ficou entre 0,29 % para a vazão de 40 kg/h e 0,15 % para a vazão de 220 kg/h.

5° PI VAZÃO DE ÁGUA – CT 13 -MÓDULO A TOTALIZAÇÃO DE MASSA NA FAIXA DE VAZÃO DE 40 kg/h A 400 kg/h

- Houveram 3 métodos diferentes de medição e mesmo com diferentes métodos a maioria dos laboratórios obteve resultados satisfatórios. 3 laboratórios utilizaram o método de medição por comparação, 1 laboratório utilizou o método de pesagem dinâmica e 9 laboratórios utilizaram o método de pesagem estática
- As diferentes pressões de linha e temperatura não influenciaram nos resultados. Esta conclusão foi possível mesmo tendo 3 laboratórios que não informaram a pressão de linha e não justificaram o não relato da informação. As pressões de linha variaram na média entre 30 kPa e 294 kPa e a temperatura entre 19 °C e 29 °C.
- Nota-se que a elevada incerteza da medição da referência utilizada no cálculo do erro normalizado beneficia os laboratórios, visto que seu valor contribui significativamente no cálculo. Cabe a cada laboratório avaliar o impacto da incerteza da medição da referência em seu desempenho e possíveis impactos nos seus resultados, lembrando que este dado é somente informativo.
- Em discussões durante a realização do programa, constatou-se que alguns laboratórios realizaram a medição com inicialização e finalização de coleta de dados de forma estática, ou seja, não usaram o sistema de pulsos do medidor para acionar sistemas de diversão ou de coleta de dados. No caso desta comparação, os valores não foram influenciados por se tratar de um artefato com princípio de medição mássica. Entretanto, em medições de medidores de vazão de outros princípios, como os mesmos iniciam a medição somente após alcançar uma determinada vazão, o resultado pode ser influenciado pela perda de contagem do líquido no início e no final da coleta. Por este motivo, convém nos próximos programas inserir na planilha de coleta de dados e nas informações sobre a calibração, uma informação sobre o método de inicialização e término da medição.

Rodoval Raimundo Filho

COORDENADOR DO 5° PROGRAMA DE COMPARAÇÃO INTERLABORATORIAL EM MEDIÇÃO DE VAZÃO DE LÍQUIDOS – ÁGUA - MÓDULO A – TOTALIZAÇÃO DE MASSA NA FAIXA DE VAZÃO DE 40 kg/h a 400 kg/h.

Mauricio A. Soares

REPRESENTANTE DA DICLA

FINAL DO RELATÓRIO