

Relatório Final da Comparação Interlaboratorial de Higrometria



Inmetro
Diretoria de Metrologia Científica e Industrial

PEP-Dimci

Programa de ensaios de proficiência em metrologia científica e industrial

COMPARAÇÃO INTERLABORATORIAL DE HIGROMETRIA

RELATÓRIO Nº 004/11

ORGANIZAÇÃO E COORDENAÇÃO



Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia – Inmetro

Diretoria de Metrologia Científica e Industrial – Dimci

Av. Nossa Senhora das Graças, 50 – Xerém – Duque de Caxias – RJ – 25250-020

Telefone: +55 21 2679-9745 – E-mail: pep-dimci@inmetro.gov.br

COORDENAÇÃO DA COMPARAÇÃO INTERLABORATORIAL

Damarens da Silva Santos (Inmetro/Dimci/Dicep)

Júlio Dutra Brionizio (Inmetro/Dimci/Diter)

Lúcia Salgado Moreira (Inmetro/Dicla/Secme)

Paulo Roberto da Fonseca Santos (Inmetro/Dimci)

Renato Nunes Teixeira (Inmetro/Dimci/Diter)

COMITÊ TÉCNICO

Joyce Costa Andrade (Inmetro/Dimci/Dicep)

Júlio Dutra Brionizio (Inmetro/Dimci/Diter)

Renato Nunes Teixeira (Inmetro/Dimci/Diter)

SUMÁRIO

1. Introdução	3
2. Preparação do Item de Comparação	3
3. Procedimentos Utilizados na Comparação Interlaboratorial.....	4
4. Análise dos Resultados	5
5. Resultados	5
5.1. Umidade Relativa.....	5
5.2. Temperatura.....	17
6. Conclusões	20
7. Laboratórios Participantes	22

1. Introdução

A medição de umidade é um parâmetro relevante em muitas áreas de pesquisa, uma vez que a presença ou a ausência de vapor de água no ar, ou em outros gases, influencia diversos processos físicos, químicos ou biológicos. Outra grandeza de suma importância em muitas áreas de pesquisa e que quase sempre necessita de ser medida é a temperatura. Nas indústrias, tanto a umidade quanto a temperatura podem representar um fator relevante nos custos do negócio, na qualidade do produto, na qualidade de um serviço, na saúde e na segurança. Assim, a disseminação de instrumentos capazes de realizar medições de ambas as grandezas com rastreabilidade e internacionalmente harmonizadas é vital em qualquer economia desenvolvida.

Desta forma, a participação de laboratórios em comparações interlaboratoriais (CI) é fundamental para evidenciar a competência técnica destes laboratórios para calibrar os diferentes tipos de sensores de temperatura e umidade. Os laboratórios nacionais estão cientes desta importância e, através da Comissão Técnica de Temperatura e Umidade (CT-11) da Divisão de Acreditação de laboratórios (Dicla) do Inmetro envidam esforços para a realização de comparações com os mais diferentes instrumentos da área da metrologia térmica.

Este relatório apresenta os resultados da avaliação de desempenho dos laboratórios participantes da comparação interlaboratorial com termohigrômetro elétrico, promovido pela Diretoria de Metrologia Científica e Industrial (Dimci), através do Laboratório de Higrometria (Lahig) da Divisão de Metrologia Térmica (Diter) do Inmetro, com o apoio da Comissão Técnica de Temperatura e Umidade da Dicla (CT-11).

2. Preparação do Item de Comparação

Para as medições de temperatura e umidade foi utilizado 01 (um) termohigrômetro elétrico de fabricação Testo, modelo 635-2, número de série 01612188/811 e código de identificação Dicla 379. O termohigrômetro, que possui resoluções de 0,1 °C e 0,1 %ur, opera nas faixas de 0 %ur a 100 %ur e -20 °C a 125 °C.

O termohigrômetro foi calibrado pelo Lahig nos seguintes pontos de umidade relativa e temperatura:

- 20 %ur, 30 %ur, 40 %ur, 50 %ur, 60 %ur, 70 %ur, 80 %ur e 90 %ur medidos a 20 °C, 30 °C e 40 °C;
- 20 °C, 30 °C e 40 °C.

A calibração foi realizada utilizando-se um sistema de medição composto por uma câmara climática, cujo perfil térmico foi previamente avaliado; um higrômetro padrão de ponto de orvalho do tipo espelho resfriado, calibrado em laboratório do exterior; e um termômetro digital (constituído por um sensor de resistência de platina de 100 Ω e um indicador digital de temperatura) calibrado no

Laboratório de Termometria do Inmetro. A escala de temperatura em uso foi a Escala Internacional de Temperatura de 1990 (EIT-90).

A correção do item em cada ponto de calibração foi calculada como a diferença entre o valor médio de referência e o valor médio indicado pelo item de comparação, onde cada valor médio foi determinado através de dez indicações tomadas minuto a minuto. A incerteza de medição também foi estimada para cada ponto de calibração considerando-se diversos componentes, tais como, repetitividade das medições, estabilidade, resoluções das indicações e outros.

3. Procedimentos Utilizados na Comparação Interlaboratorial

Para avaliação do desempenho de cada laboratório nesta CI, os participantes deveriam utilizar seus próprios procedimentos de calibração que são rotineiramente empregados na prestação de serviços. Todas as medições com os equipamentos e padrões utilizados pelos participantes deveriam ter rastreabilidade a padrões de medição nacionais ou internacionais. Os seguintes pontos foram definidos para a CI:

Umidade a 20 °C ($\pm 0,3$ °C): 30, 40, 50, 60, 70, 80 e 90 %ur (tolerância de até $\pm 0,5$ %ur)

Umidade a 30 °C ($\pm 0,3$ °C): 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80 e 90 %ur (tolerância de até $\pm 0,5$ %ur)

Temperatura: 20, 30 e 40 °C (tolerância de até $\pm 0,3$ °C)

Os laboratórios participantes não deveriam incluir outros pontos de calibração e, caso não atingissem o limite superior e/ou inferior das faixas acima, deveriam realizar a calibração até o menor e/ou maior valor dentro das faixas que estivessem dentro de seus escopos de acreditação. Os participantes também deveriam definir cada ponto de calibração pela indicação do seu padrão de referência, ou seja, o padrão deveria indicar o valor nominal informado, dentro da tolerância especificada, corrigido o seu erro.

Foi recomendado no protocolo da CI que os laboratórios realizassem suas medições utilizando-se baterias novas, e foi solicitado aos mesmos que não realizassem alterações nas configurações do indicador do instrumento.

Os laboratórios participantes deveriam registrar suas medições num arquivo Excel denominado "Formulário de registro de resultados". Após o preenchimento dos dados, a planilha deveria ser protegida com uma senha equivalente à assinatura digital do laboratório, garantindo assim a integridade dos dados.

4. Análise dos Resultados

A avaliação do desempenho dos laboratórios participantes foi realizada utilizando-se o cálculo do erro normalizado (E_n), conforme descrito na ISO/IEC 17043:2010, de acordo com a equação abaixo.

$$E_n = \frac{y_i - y_{ref}}{\sqrt{U_i^2 + U_{ref}^2}} \quad (1)$$

Onde,

y_{ref} valor de referência, designado pelo Lahig/Diter/Dimci/Inmetro;

y_i resultado de medição de um laboratório específico i ;

U_{ref} valor de incerteza expandida do valor designado, obtido pelo Lahig/Diter/Dimci/Inmetro;

U_i valor de incerteza expandida informado por um laboratório específico i .

O critério de aceitação do erro normalizado é:

$|E_n| \leq 1$ Resultado satisfatório

$|E_n| > 1$ Resultado insatisfatório

Os resultados foram analisados através de planilhas no Excel. Em uma planilha, foram digitados os códigos dos laboratórios, os resultados das calibrações realizadas pelos participantes, os resultados da calibração realizada pelo Inmetro e os cálculos de E_n . Gráficos também foram elaborados e serão exibidos na seção seguinte.

5. Resultados

As tabelas a seguir apresentam os resultados de umidade relativa e de temperatura dos laboratórios participantes. Nas tabelas, aparece um traço (-) nos pontos em que o laboratório não mediu. As calibrações foram realizadas entre Abril e Setembro de 2011.

5.1. Umidade Relativa

Tabela 1 – Resultados de Umidade Relativa do Laboratório 16

Ponto Nominal		Laboratório (%ur)			Inmetro (%ur)			E _n
		Umidade Indicada	Correção	Incerteza Expandida	Umidade Indicada	Correção	Incerteza Expandida	
20 °C	30 %ur	30,7	-0,7	1,5	30,7	-0,6	0,7	-0,1
	40 %ur	40,9	-0,9	2,0	41,1	-0,9	0,9	0,0
	50 %ur	50,9	-0,9	2,3	51,2	-1,1	1,0	0,1
	60 %ur	60,3	-0,3	2,3	61,4	-1,1	1,2	0,3
	70 %ur	70,4	-0,4	2,4	71,1	-1,1	1,4	0,3
	80 %ur	80,4	-0,4	2,7	80,8	-1,0	1,6	0,2
	90 %ur	-	-	-	-	-	-	-
30 °C	20 %ur	-	-	-	-	-	-	-
	30 %ur	30,5	-0,5	1,4	30,6	-0,3	0,5	-0,1
	40 %ur	40,6	-0,6	1,9	40,8	-0,5	0,7	0,0
	50 %ur	50,9	-0,9	2,0	50,9	-0,6	0,8	-0,1
	60 %ur	60,8	-0,8	2,3	60,9	-0,6	1,0	-0,1
	70 %ur	70,9	-0,9	2,4	70,6	-0,5	1,1	-0,2
	80 %ur	81,0	-1,0	2,7	80,5	-0,4	1,3	-0,2
	90 %ur	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 2 – Resultados de Umidade Relativa do Laboratório 17

Ponto Nominal		Laboratório (%ur)			Inmetro (%ur)			E _n
		Umidade Indicada	Correção	Incerteza Expandida	Umidade Indicada	Correção	Incerteza Expandida	
20 °C	30 %ur	30,8	-0,3	0,7	30,7	-0,6	0,7	0,3
	40 %ur	40,7	-0,3	0,7	41,1	-0,9	0,9	0,5
	50 %ur	50,8	-0,8	1,1	51,2	-1,1	1,0	0,2
	60 %ur	61,2	-0,8	1,1	61,4	-1,1	1,2	0,2
	70 %ur	71,1	-0,9	1,3	71,1	-1,1	1,4	0,1
	80 %ur	80,9	-1,0	1,3	80,8	-1,0	1,6	0,0
	90 %ur	91,1	-1,4	1,6	90,6	-0,7	1,7	-0,3
30 °C	20 %ur	-	-	-	-	-	-	-
	30 %ur	30,9	-0,7	0,7	30,6	-0,3	0,5	-0,5
	40 %ur	40,8	-1,1	0,7	40,8	-0,5	0,7	-0,6
	50 %ur	51,1	-1,2	1,1	50,9	-0,6	0,8	-0,4
	60 %ur	61,5	-1,5	1,1	60,9	-0,6	1,0	-0,6
	70 %ur	71,5	-1,4	1,3	70,6	-0,5	1,1	-0,5
	80 %ur	80,9	-1,3	1,3	80,5	-0,4	1,3	-0,5
	90 %ur	90,4	-1,3	1,6	90,2	-0,3	1,6	-0,4

Tabela 3 – Resultados de Umidade Relativa do Laboratório 26

Ponto Nominal		Laboratório (%ur)			Inmetro (%ur)			E _n
		Umidade Indicada	Correção	Incerteza Expandida	Umidade Indicada	Correção	Incerteza Expandida	
20 °C	30 %ur	29,2	0,8	1,8	30,7	-0,6	0,7	0,7
	40 %ur	38,9	1,1	1,8	41,1	-0,9	0,9	1,0
	50 %ur	49,2	0,8	2,5	51,2	-1,1	1,0	0,7
	60 %ur	58,5	1,5	2,5	61,4	-1,1	1,2	0,9
	70 %ur	68,8	1,2	3,0	71,1	-1,1	1,4	0,7
	80 %ur	78,4	1,6	3,6	80,8	-1,0	1,6	0,7
	90 %ur	88,4	1,8	3,6	90,6	-0,7	1,7	0,6
30 °C	20 %ur	-	-	-	-	-	-	-
	30 %ur	-	-	-	-	-	-	-
	40 %ur	-	-	-	-	-	-	-
	50 %ur	-	-	-	-	-	-	-
	60 %ur	-	-	-	-	-	-	-
	70 %ur	-	-	-	-	-	-	-
	80 %ur	-	-	-	-	-	-	-
90 %ur	-	-	-	-	-	-	-	

O laboratório 26 não realizou as medições na temperatura de 30 °C.

Tabela 4 – Resultados de Umidade Relativa do Laboratório 45

Ponto Nominal		Laboratório (%ur)			Inmetro (%ur)			E _n
		Umidade Indicada	Correção	Incerteza Expandida	Umidade Indicada	Correção	Incerteza Expandida	
20 °C	30 %ur	30,9	-1,1	1,3	30,7	-0,6	0,7	-0,3
	40 %ur	40,7	-1,2	1,3	41,1	-0,9	0,9	-0,2
	50 %ur	51,3	-1,5	1,5	51,2	-1,1	1,0	-0,2
	60 %ur	60,2	-0,7	1,7	61,4	-1,1	1,2	0,2
	70 %ur	70,6	-0,9	1,9	71,1	-1,1	1,4	0,1
	80 %ur	80,1	-0,5	2,1	80,8	-1,0	1,6	0,2
	90 %ur	90,0	-0,4	2,3	90,6	-0,7	1,7	0,1
30 °C	20 %ur	20,7	-0,8	1,3	20,2	-0,1	0,4	-0,5
	30 %ur	30,6	-0,7	1,3	30,6	-0,3	0,5	-0,3
	40 %ur	40,8	-1,0	1,3	40,8	-0,5	0,7	-0,3
	50 %ur	50,5	-0,7	1,4	50,9	-0,6	0,8	-0,1
	60 %ur	61,3	-1,6	1,6	60,9	-0,6	1,0	-0,5
	70 %ur	71,0	-1,5	1,8	70,6	-0,5	1,1	-0,5
	80 %ur	81,0	-1,3	2,0	80,5	-0,4	1,3	-0,4
90 %ur	90,1	-0,5	2,3	90,2	-0,3	1,6	-0,1	

Tabela 5 – Resultados de Umidade Relativa do Laboratório 61

Ponto Nominal		Laboratório (%ur)			Inmetro (%ur)			E _n
		Umidade Indicada	Correção	Incerteza Expandida	Umidade Indicada	Correção	Incerteza Expandida	
20 °C	30 %ur	30,9	-0,9	2,0	30,7	-0,6	0,7	-0,1
	40 %ur	40,7	-0,8	2,0	41,1	-0,9	0,9	0,0
	50 %ur	50,8	-0,7	2,4	51,2	-1,1	1,0	0,2
	60 %ur	60,7	-0,7	2,4	61,4	-1,1	1,2	0,1
	70 %ur	70,8	-0,5	2,8	71,1	-1,1	1,4	0,2
	80 %ur	79,4	0,5	2,8	80,8	-1,0	1,6	0,5
	90 %ur	89,5	0,5	3,4	90,6	-0,7	1,7	0,3
30 °C	20 %ur	-	-	-	-	-	-	-
	30 %ur	-	-	-	-	-	-	-
	40 %ur	-	-	-	-	-	-	-
	50 %ur	-	-	-	-	-	-	-
	60 %ur	-	-	-	-	-	-	-
	70 %ur	-	-	-	-	-	-	-
	80 %ur	-	-	-	-	-	-	-
	90 %ur	-	-	-	-	-	-	-

O laboratório 61 não realizou as medições na temperatura de 30 °C.

Tabela 6 – Resultados de Umidade Relativa do Laboratório 62

Ponto Nominal		Laboratório (%ur)			Inmetro (%ur)			E _n
		Umidade Indicada	Correção	Incerteza Expandida	Umidade Indicada	Correção	Incerteza Expandida	
20 °C	30 %ur	30,5	-0,2	2,7	30,7	-0,6	0,7	0,1
	40 %ur	40,7	-0,4	2,7	41,1	-0,9	0,9	0,2
	50 %ur	50,4	-0,2	3,2	51,2	-1,1	1,0	0,3
	60 %ur	60,2	-0,2	3,2	61,4	-1,1	1,2	0,3
	70 %ur	70,0	0,0	3,5	71,1	-1,1	1,4	0,3
	80 %ur	80,0	0,0	4,1	80,8	-1,0	1,6	0,2
	90 %ur	89,8	0,1	4,1	90,6	-0,7	1,7	0,2
30 °C	20 %ur	-	-	-	-	-	-	-
	30 %ur	30,3	-0,3	2,7	30,6	-0,3	0,5	0,0
	40 %ur	40,4	-0,3	2,7	40,8	-0,5	0,7	0,1
	50 %ur	50,3	-0,3	3,2	50,9	-0,6	0,8	0,1
	60 %ur	60,3	-0,3	3,2	60,9	-0,6	1,0	0,1
	70 %ur	70,2	-0,2	3,6	70,6	-0,5	1,1	0,1
	80 %ur	79,5	0,5	4,2	80,5	-0,4	1,3	0,2
	90 %ur	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 7 – Resultados de Umidade Relativa do Laboratório 69

Ponto Nominal		Laboratório (%ur)			Inmetro (%ur)			E _n
		Umidade Indicada	Correção	Incerteza Expandida	Umidade Indicada	Correção	Incerteza Expandida	
20 °C	30 %ur	-	-	-	-	-	-	-
	40 %ur	41,3	-1,3	1,8	41,1	-0,9	0,9	-0,2
	50 %ur	51,3	-1,2	1,9	51,2	-1,1	1,0	0,0
	60 %ur	61,1	-1,1	2,1	61,4	-1,1	1,2	0,0
	70 %ur	70,9	-0,9	2,3	71,1	-1,1	1,4	0,1
	80 %ur	80,8	-0,8	2,6	80,8	-1,0	1,6	0,1
	90 %ur	91,1	-1,1	2,8	90,6	-0,7	1,7	-0,1
30 °C	20 %ur	-	-	-	-	-	-	-
	30 %ur	-	-	-	-	-	-	-
	40 %ur	-	-	-	-	-	-	-
	50 %ur	-	-	-	-	-	-	-
	60 %ur	-	-	-	-	-	-	-
	70 %ur	-	-	-	-	-	-	-
	80 %ur	-	-	-	-	-	-	-
	90 %ur	-	-	-	-	-	-	-

O laboratório 69 não realizou as medições na temperatura de 30 °C.

Tabela 8 – Resultados de Umidade Relativa do Laboratório 72

Ponto Nominal		Laboratório (%ur)			Inmetro (%ur)			E _n
		Umidade Indicada	Correção	Incerteza Expandida	Umidade Indicada	Correção	Incerteza Expandida	
20 °C	30 %ur	31,1	-1,0	1,0	30,7	-0,6	0,7	-0,3
	40 %ur	41,4	-1,4	1,0	41,1	-0,9	0,9	-0,4
	50 %ur	51,5	-1,5	1,3	51,2	-1,1	1,0	-0,2
	60 %ur	61,7	-1,6	1,3	61,4	-1,1	1,2	-0,3
	70 %ur	71,4	-1,6	1,6	71,1	-1,1	1,4	-0,2
	80 %ur	82,0	-2,0	1,6	80,8	-1,0	1,6	-0,4
	90 %ur	91,6	-1,6	1,9	90,6	-0,7	1,7	-0,4
30 °C	20 %ur	20,6	-0,5	0,7	20,2	-0,1	0,4	-0,5
	30 %ur	30,8	-0,8	1,0	30,6	-0,3	0,5	-0,4
	40 %ur	40,9	-1,0	1,0	40,8	-0,5	0,7	-0,4
	50 %ur	51,2	-1,2	1,3	50,9	-0,6	0,8	-0,4
	60 %ur	61,4	-1,4	1,3	60,9	-0,6	1,0	-0,5
	70 %ur	71,4	-1,3	1,6	70,6	-0,5	1,1	-0,4
	80 %ur	81,4	-1,4	1,6	80,5	-0,4	1,3	-0,5
	90 %ur	91,2	-1,2	1,9	90,2	-0,3	1,6	-0,4

Tabela 9 – Resultados de Umidade Relativa do Laboratório 80

Ponto Nominal		Laboratório (%ur)			Inmetro (%ur)			E _n
		Umidade Indicada	Correção	Incerteza Expandida	Umidade Indicada	Correção	Incerteza Expandida	
20 °C	30 %ur	29,6	0,4	1,7	30,7	-0,6	0,7	0,5
	40 %ur	39,4	0,6	1,7	41,1	-0,9	0,9	0,8
	50 %ur	49,3	0,7	1,7	51,2	-1,1	1,0	0,9
	60 %ur	59,2	0,8	1,7	61,4	-1,1	1,2	0,9
	70 %ur	69,0	1,0	2,2	71,1	-1,1	1,4	0,8
	80 %ur	79,0	1,0	2,2	80,8	-1,0	1,6	0,7
	90 %ur	89,3	0,7	2,2	90,6	-0,7	1,7	0,5
30 °C	20 %ur	19,9	0,1	1,7	20,2	-0,1	0,4	0,1
	30 %ur	30,0	0,0	1,7	30,6	-0,3	0,5	0,2
	40 %ur	39,8	0,2	1,7	40,8	-0,5	0,7	0,4
	50 %ur	50,1	-0,1	1,7	50,9	-0,6	0,8	0,3
	60 %ur	60,0	0,0	1,7	60,9	-0,6	1,0	0,3
	70 %ur	69,9	0,1	2,2	70,6	-0,5	1,1	0,2
	80 %ur	79,9	0,1	2,2	80,5	-0,4	1,3	0,2
	90 %ur	89,3	0,7	2,2	90,2	-0,3	1,6	0,4

Tabela 10 – Resultados de Umidade Relativa do Laboratório 83

Ponto Nominal		Laboratório (%ur)			Inmetro (%ur)			E _n
		Umidade Indicada	Correção	Incerteza Expandida	Umidade Indicada	Correção	Incerteza Expandida	
20 °C	30 %ur	30,6	-0,8	1,1	30,7	-0,6	0,7	-0,2
	40 %ur	41,1	-1,0	1,3	41,1	-0,9	0,9	-0,1
	50 %ur	50,6	-1,0	1,3	51,2	-1,1	1,0	0,1
	60 %ur	61,3	-1,1	1,3	61,4	-1,1	1,2	0,0
	70 %ur	70,7	-1,2	1,4	71,1	-1,1	1,4	-0,1
	80 %ur	81,4	-1,3	1,4	80,8	-1,0	1,6	-0,1
	90 %ur	90,7	-0,8	1,4	90,6	-0,7	1,7	0,0
30 °C	20 %ur	-	-	-	-	-	-	-
	30 %ur	-	-	-	-	-	-	-
	40 %ur	-	-	-	-	-	-	-
	50 %ur	-	-	-	-	-	-	-
	60 %ur	-	-	-	-	-	-	-
	70 %ur	-	-	-	-	-	-	-
	80 %ur	-	-	-	-	-	-	-
	90 %ur	-	-	-	-	-	-	-

O laboratório 83 não realizou as medições na temperatura de 30 °C.

Tabela 11 – Resultados de Umidade Relativa do Laboratório 86

Ponto Nominal		Laboratório (%ur)			Inmetro (%ur)			E _n
		Umidade Indicada	Correção	Incerteza Expandida	Umidade Indicada	Correção	Incerteza Expandida	
20 °C	30 %ur	26,4	4,8	2,4	30,7	-0,6	0,7	2,2
	40 %ur	36,3	2,6	2,4	41,1	-0,9	0,9	1,4
	50 %ur	47,3	2,7	2,6	51,2	-1,1	1,0	1,4
	60 %ur	57,1	2,9	2,6	61,4	-1,1	1,2	1,4
	70 %ur	67,1	3,5	3,0	71,1	-1,1	1,4	1,4
	80 %ur	77,8	3,5	2,4	80,8	-1,0	1,6	1,6
	90 %ur	87,9	2,7	2,4	90,6	-0,7	1,7	1,2
30 °C	20 %ur	-	-	-	-	-	-	-
	30 %ur	-	-	-	-	-	-	-
	40 %ur	-	-	-	-	-	-	-
	50 %ur	-	-	-	-	-	-	-
	60 %ur	-	-	-	-	-	-	-
	70 %ur	-	-	-	-	-	-	-
	80 %ur	-	-	-	-	-	-	-
90 %ur	-	-	-	-	-	-	-	

Os resultados do laboratório 86 na temperatura de 30 °C não são apresentados visto que o laboratório apresentou os resultados na temperatura de 25 °C. Mesmo se fosse considerada essa temperatura, seu desempenho calculado através do E_n seria insatisfatório para 6 pontos do total de 7 medidos.

As figuras de 01 a 15 a seguir apresentam o desempenho dos laboratórios participantes em cada ponto de umidade relativa da CI. Nos gráficos, as linhas vermelhas representam o critério de aceitação do erro normalizado. Os laboratórios que não realizaram o ponto de calibração em questão não aparecem no gráfico.

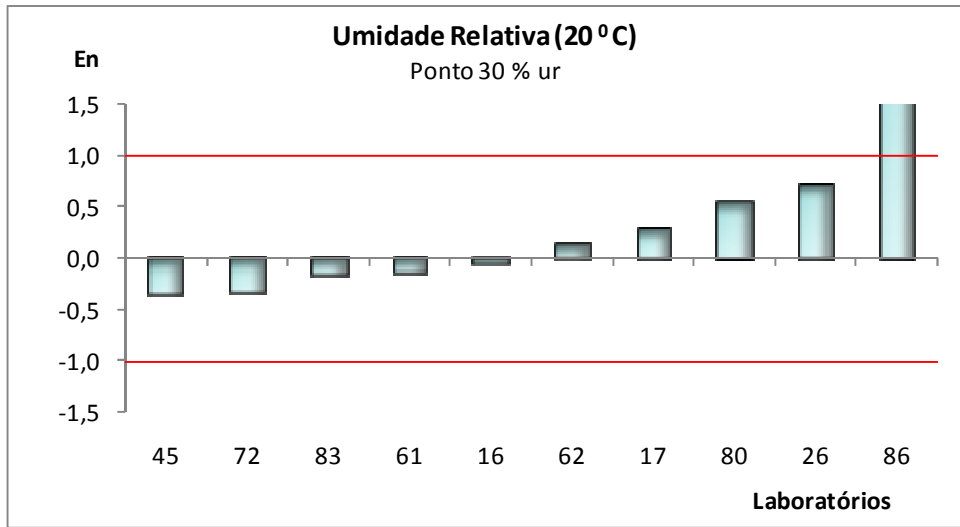


Figura 1 – Gráfico da Análise no Ponto 30 %ur a 20 °C

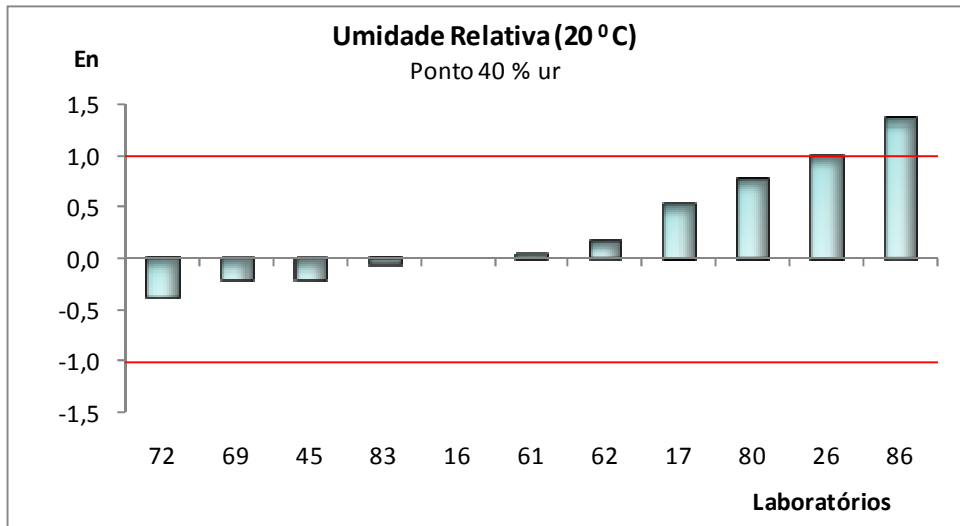


Figura 2 – Gráfico da Análise no Ponto 40 %ur a 20 °C

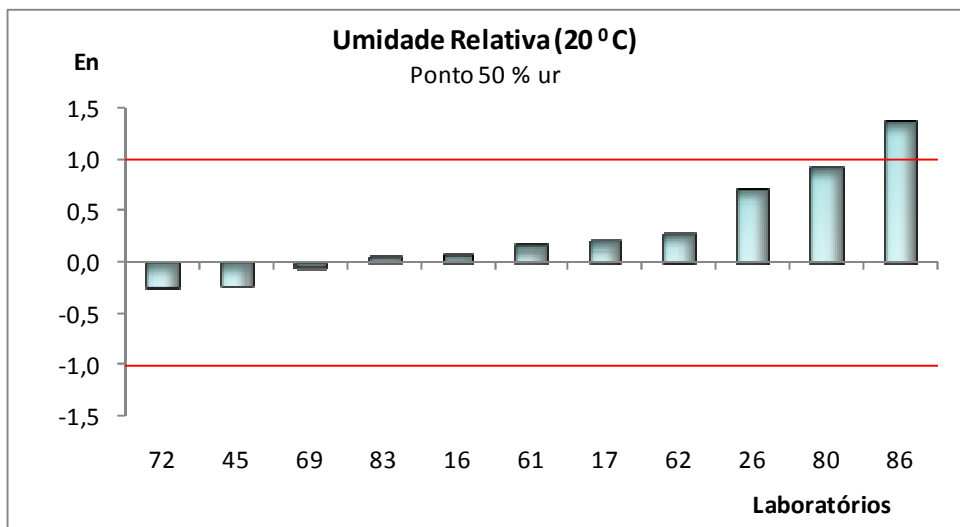


Figura 3 – Gráfico da Análise no Ponto 50 %ur a 20 °C

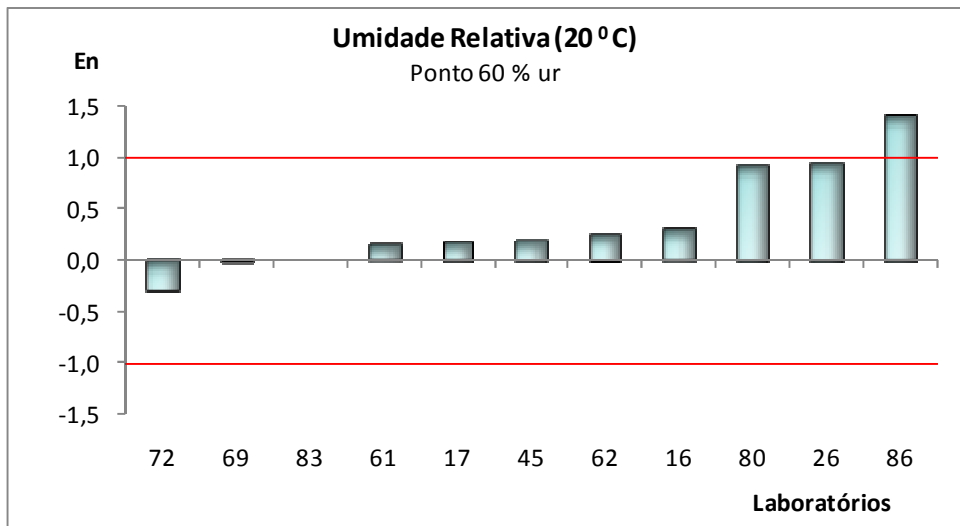


Figura 4 – Gráfico da Análise no Ponto 60 %ur a 20 °C

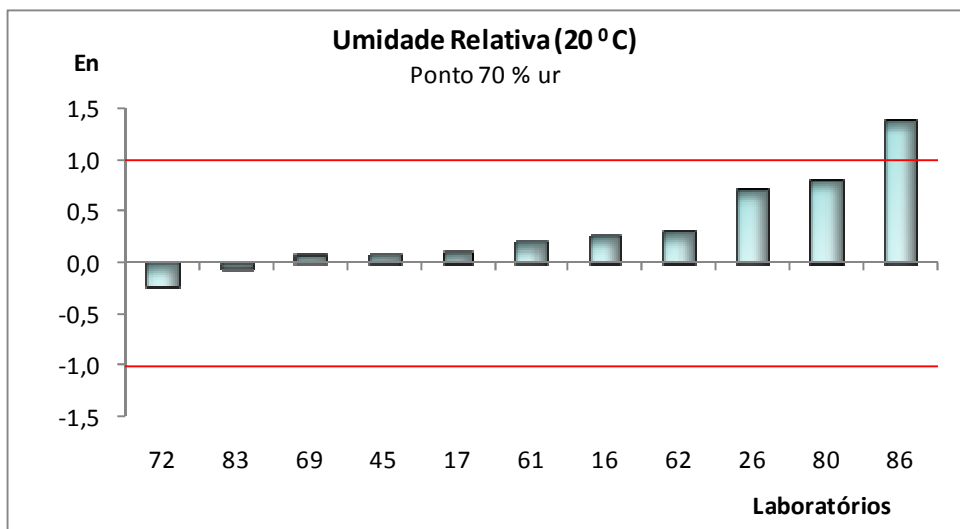


Figura 5 – Gráfico da Análise no Ponto 70 %ur a 20 °C

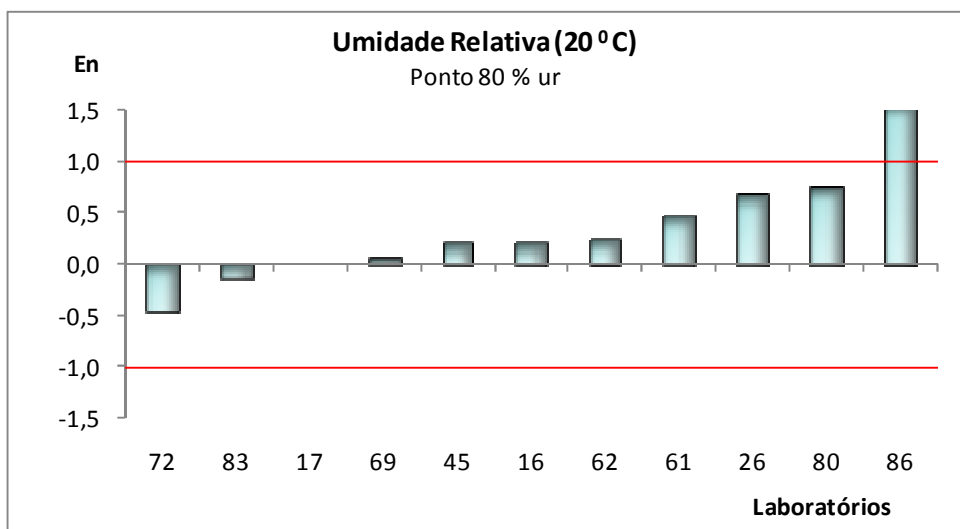


Figura 6 – Gráfico da Análise no Ponto 80 %ur a 20 °C

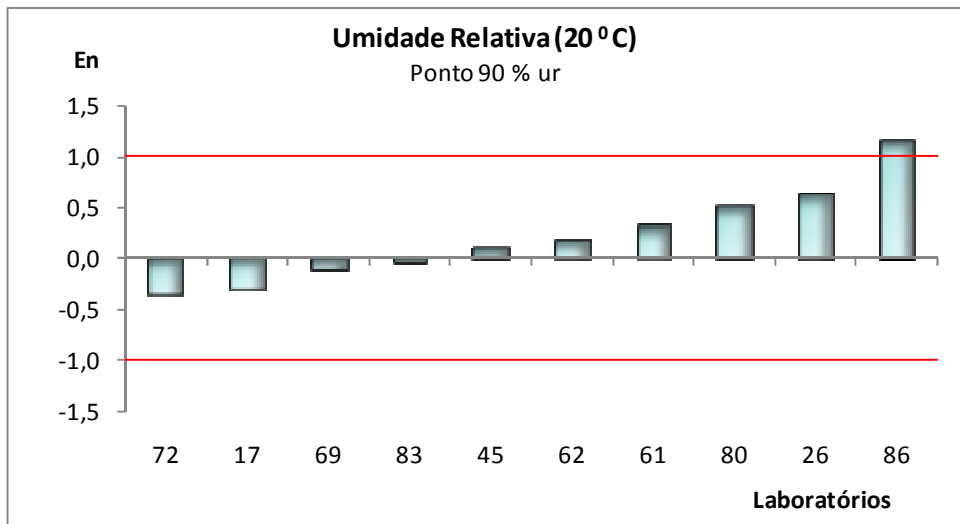


Figura 7 – Gráfico da Análise no Ponto 90 %ur a 20 °C

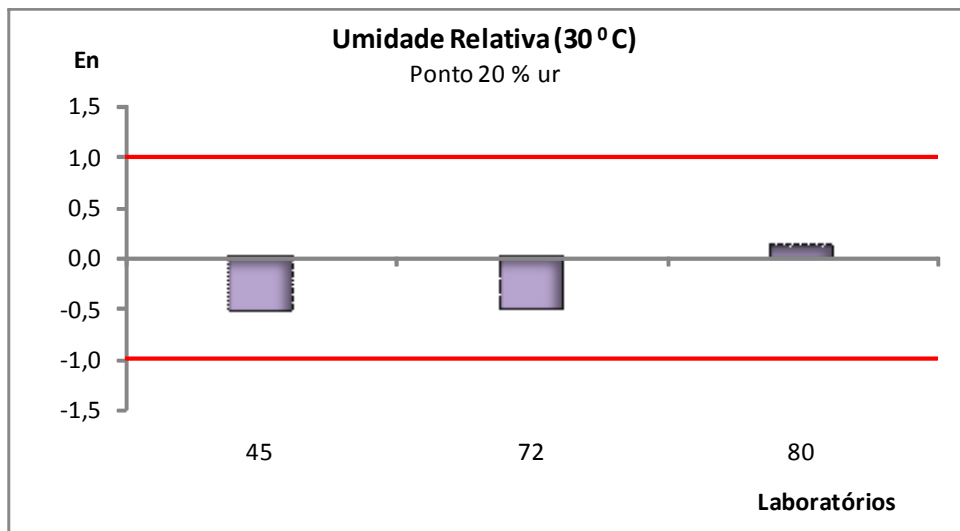


Figura 8 – Gráfico da Análise no Ponto 20 %ur a 30 °C

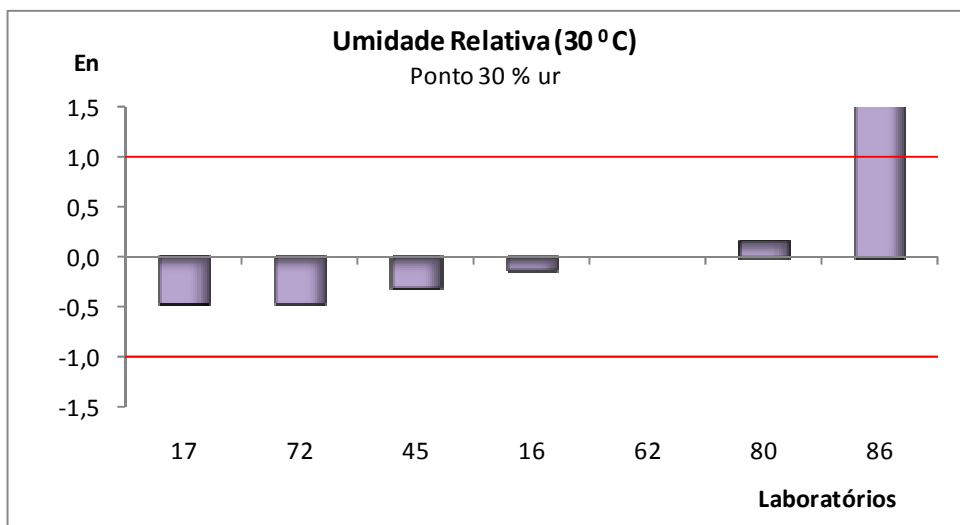


Figura 9 – Gráfico da Análise no Ponto 30 %ur a 30 °C

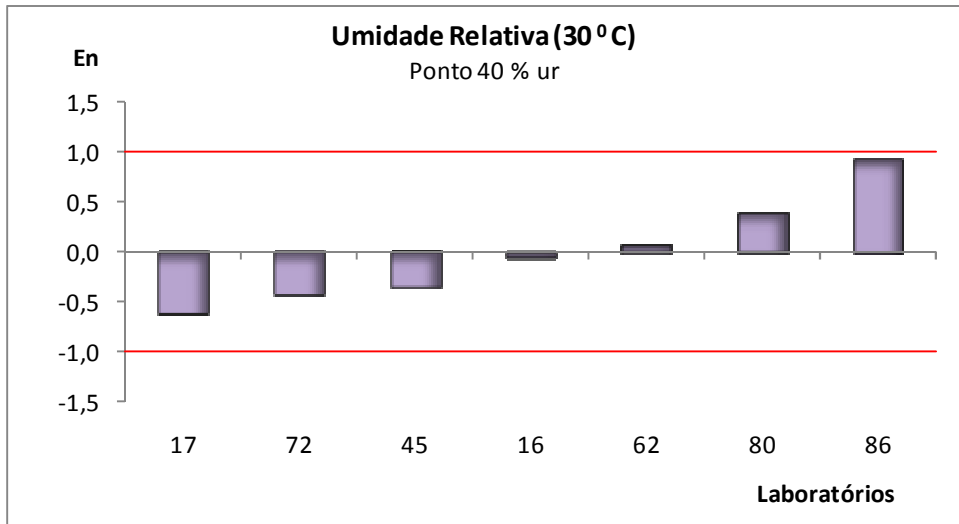


Figura 10 – Gráfico da Análise no Ponto 40 %ur a 30 °C

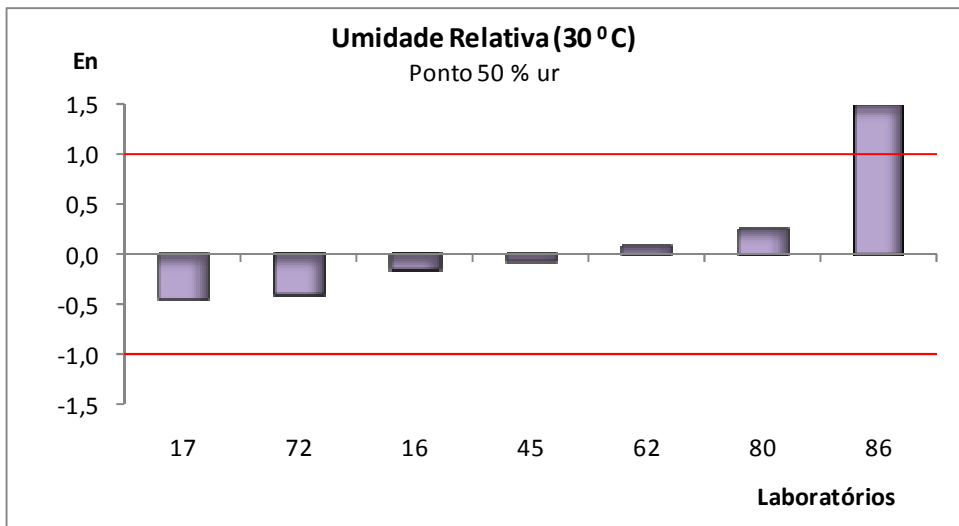


Figura 11 – Gráfico da Análise no Ponto 50 %ur a 30 °C

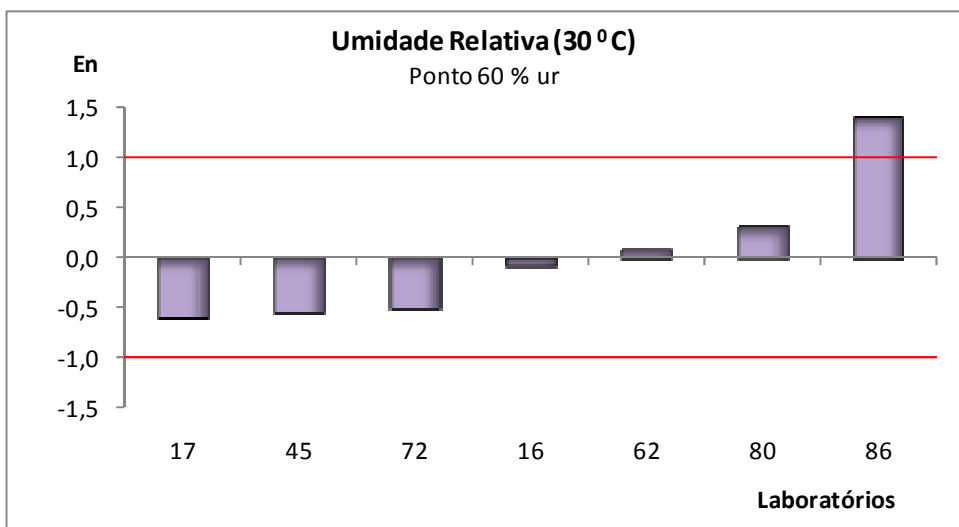


Figura 12 – Gráfico da Análise no Ponto 60 %ur a 30 °C

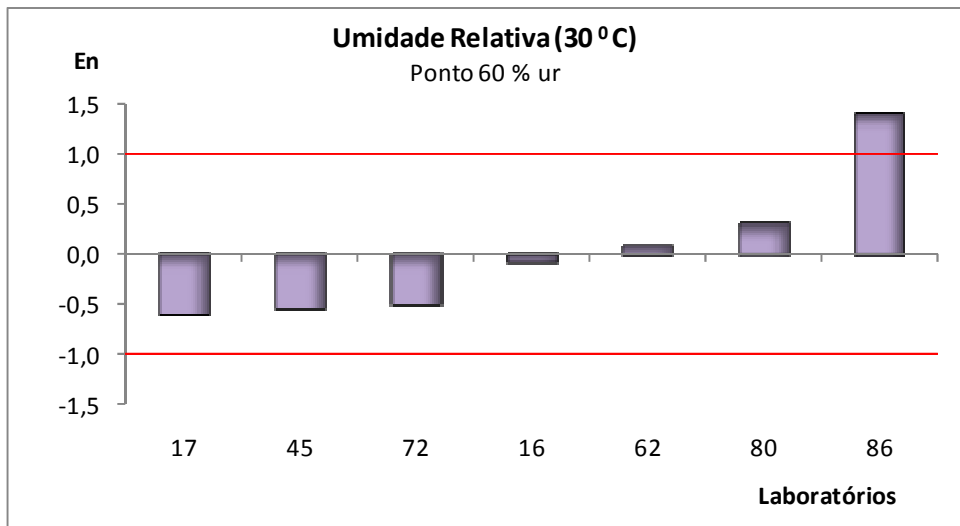


Figura 13 – Gráfico da Análise no Ponto 70 %ur a 30 °C

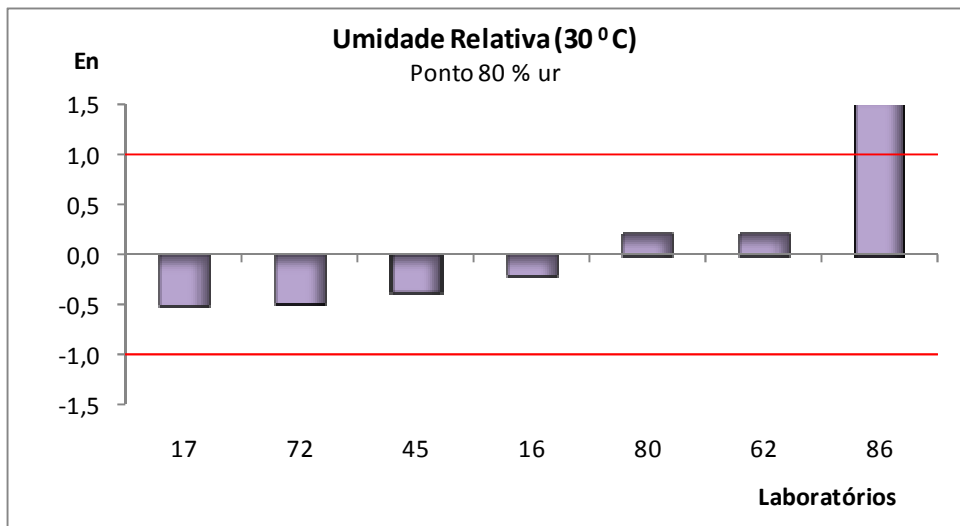


Figura 14 – Gráfico da Análise no Ponto 80 %ur a 30 °C

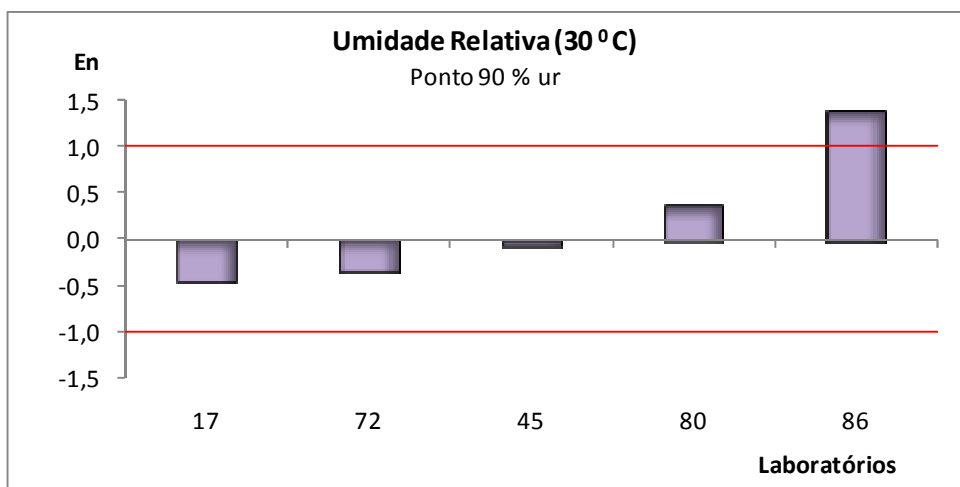


Figura 15 – Gráfico da Análise no Ponto 90 %ur a 30 °C

5.2. Temperatura

Tabela 12 – Resultados de Temperatura do Laboratório 16

Ponto Nominal	Laboratório (°C)			Inmetro (°C)			E _n
	Temperatura Indicada	Correção	Incerteza Expandida	Temperatura Indicada	Correção	Incerteza Expandida	
20 °C	20,1	-0,1	0,3	20,2	-0,2	0,3	0,2
30 °C	30,1	-0,1	0,3	30,2	-0,1	0,3	0,0
40 °C	40,0	0,0	0,4	40,2	-0,1	0,3	0,2

Tabela 13 – Resultados de Temperatura do Laboratório 17

Ponto Nominal	Laboratório (°C)			Inmetro (°C)			E _n
	Temperatura Indicada	Correção	Incerteza Expandida	Temperatura Indicada	Correção	Incerteza Expandida	
20 °C	20,1	0,0	0,3	20,2	-0,2	0,3	0,4
30 °C	29,9	0,0	0,3	30,2	-0,1	0,3	0,3
40 °C	40,2	-0,1	0,3	40,2	-0,1	0,3	0,0

Tabela 14 – Resultados de Temperatura do Laboratório 26

Ponto Nominal	Laboratório (°C)			Inmetro (°C)			E _n
	Temperatura Indicada	Correção	Incerteza Expandida	Temperatura Indicada	Correção	Incerteza Expandida	
20 °C	20,3	-0,1	0,4	20,2	-0,2	0,3	0,2
30 °C	30,1	0,1	0,4	30,2	-0,1	0,3	0,4
40 °C	39,9	0,3	0,4	40,2	-0,1	0,3	0,8

Tabela 15 – Resultados de Temperatura do Laboratório 45

Ponto Nominal	Laboratório (°C)			Inmetro (°C)			E _n
	Temperatura Indicada	Correção	Incerteza Expandida	Temperatura Indicada	Correção	Incerteza Expandida	
20 °C	20,1	-0,1	0,3	20,2	-0,2	0,3	0,2
30 °C	30,0	0,0	0,3	30,2	-0,1	0,3	0,2
40 °C	40,2	-0,2	0,3	40,2	-0,1	0,3	-0,2

Tabela 16 – Resultados de Temperatura do Laboratório 61

Ponto Nominal	Laboratório (°C)			Inmetro (°C)			E _n
	Temperatura Indicada	Correção	Incerteza Expandida	Temperatura Indicada	Correção	Incerteza Expandida	
20 °C	20,0	0,0	0,7	20,2	-0,2	0,3	0,3
30 °C	29,9	0,1	0,7	30,2	-0,1	0,3	0,3
40 °C	39,8	0,2	0,7	40,2	-0,1	0,3	0,4

Tabela 17 – Resultados de Temperatura do Laboratório 62

Ponto Nominal	Laboratório (°C)			Inmetro (°C)			E _n
	Temperatura Indicada	Correção	Incerteza Expandida	Temperatura Indicada	Correção	Incerteza Expandida	
20 °C	20,0	0,0	0,5	20,2	-0,2	0,3	0,3
30 °C	29,8	0,2	0,5	30,2	-0,1	0,3	0,5
40 °C	39,8	0,3	0,5	40,2	-0,1	0,3	0,7

Tabela 18 – Resultados de Temperatura do Laboratório 69

Ponto Nominal	Laboratório (°C)			Inmetro (°C)			E _n
	Temperatura Indicada	Correção	Incerteza Expandida	Temperatura Indicada	Correção	Incerteza Expandida	
20 °C	20,0	0,0	0,3	20,2	-0,2	0,3	0,5
30 °C	30,0	0,0	0,3	30,2	-0,1	0,3	0,2
40 °C	40,1	-0,1	0,3	40,2	-0,1	0,3	0,0

Tabela 19 – Resultados de Temperatura do Laboratório 72

Ponto Nominal	Laboratório (°C)			Inmetro (°C)			E _n
	Temperatura Indicada	Correção	Incerteza Expandida	Temperatura Indicada	Correção	Incerteza Expandida	
20 °C	-0,1	20,1	0,3	20,2	-0,2	0,3	47,8
30 °C	-0,2	30,2	0,3	30,2	-0,1	0,3	71,4
40 °C	-0,3	40,3	0,3	40,2	-0,1	0,3	95,2

Tabela 20 – Resultados de Temperatura do Laboratório 80

Ponto Nominal	Laboratório (°C)			Inmetro (°C)			E _n
	Temperatura Indicada	Correção	Incerteza Expandida	Temperatura Indicada	Correção	Incerteza Expandida	
20 °C	20,1	-0,1	0,3	20,2	-0,2	0,3	0,2
30 °C	30,0	0,0	0,3	30,2	-0,1	0,3	0,2
40 °C	39,8	0,2	0,3	40,2	-0,1	0,3	0,7

Tabela 21 – Resultados de Temperatura do Laboratório 83

Ponto Nominal	Laboratório (°C)			Inmetro (°C)			E _n
	Temperatura Indicada	Correção	Incerteza Expandida	Temperatura Indicada	Correção	Incerteza Expandida	
20 °C	20,4	-0,2	0,3	20,2	-0,2	0,3	0,0
30 °C	30,2	0,0	0,3	30,2	-0,1	0,3	0,2
40 °C	40,1	0,1	0,3	40,2	-0,1	0,3	0,5

Tabela 22 – Resultados de Temperatura do Laboratório 86

Ponto Nominal	Laboratório (°C)			Inmetro (°C)			E _n
	Temperatura Indicada	Correção	Incerteza Expandida	Temperatura Indicada	Correção	Incerteza Expandida	
20 °C	20,2	0,1	0,7	20,2	-0,2	0,3	0,4
30 °C	30,1	0,0	0,8	30,2	-0,1	0,3	0,1
40 °C	40,1	0,0	0,8	40,2	-0,1	0,3	0,1

As figuras de 16 a 18 a seguir apresentam o desempenho dos laboratórios participantes em cada ponto de temperatura da CI. Nos gráficos, as linhas vermelhas representam o critério de aceitação do erro normalizado. Os laboratórios que não realizaram o ponto de calibração em questão não aparecem no gráfico.

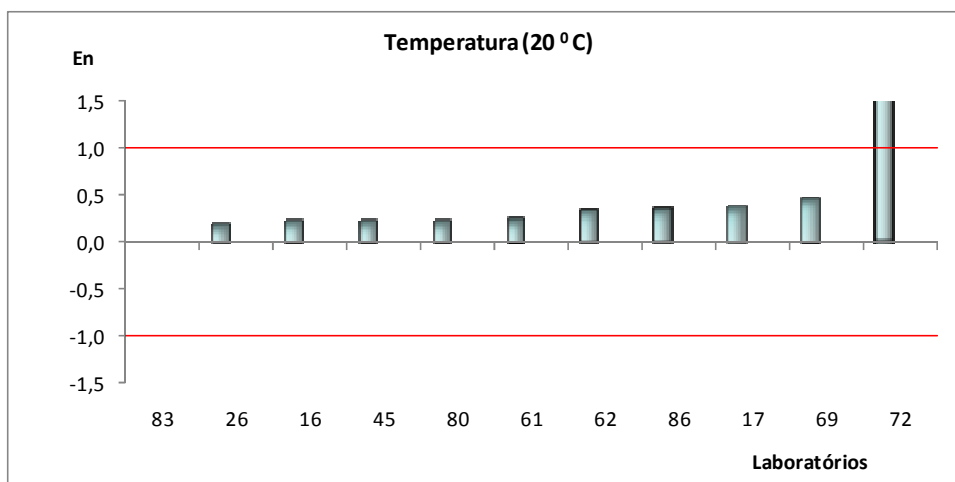


Figura 16 – Gráfico da Análise no Ponto 20 °C

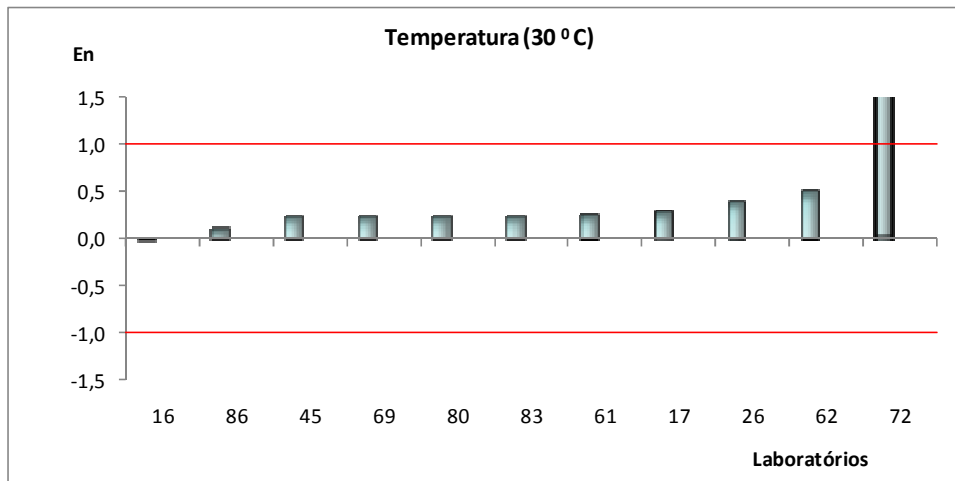


Figura 17 – Gráfico da Análise no Ponto 30 °C

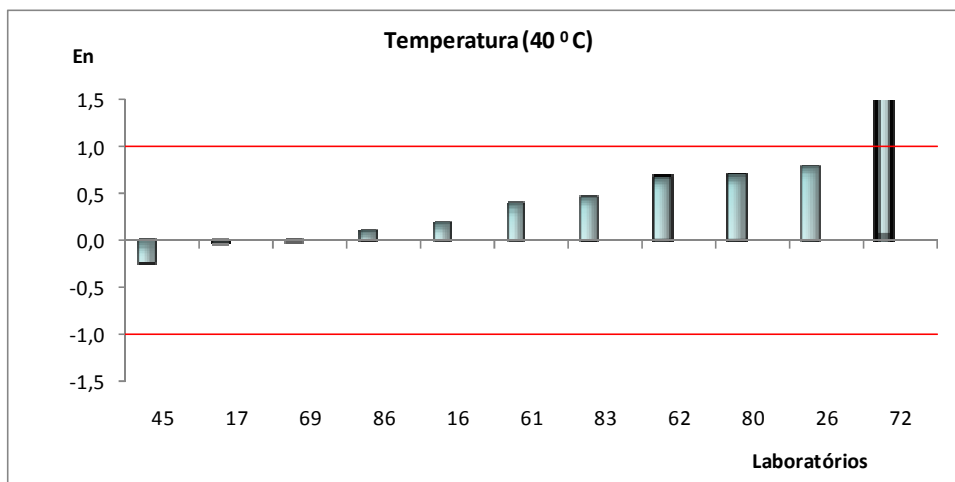


Figura 18 – Gráfico da Análise no Ponto 40 °C

6. Conclusões

Onze laboratórios participaram desta CI. Pelos resultados apresentados na seção anterior, podemos inferir que a disseminação das grandezas umidade relativa e temperatura, no que se refere à calibração de um termohigrômetro elétrico, tem uma situação bastante satisfatória, como veremos nestas conclusões. Contudo, dois laboratórios carecem de algumas ações corretivas.

Nos pontos de umidade relativa medidos a 20 °C, os 11 (onze) laboratórios participaram, porém o Laboratório 69 não mediu o ponto 30 %ur e o Laboratório 16 não mediu o ponto 90 %ur. Dos 11 (onze) laboratórios, 10 (91%) deles apresentaram $E_n \leq 1$ em todos os pontos que mediram. O Laboratório 86 apresentou valores de $E_n > 1$ para todos os pontos que mediu.

Nos pontos de umidade relativa medidos a 30 °C, 06 (seis) laboratórios participaram, porém os Laboratórios de códigos (16, 17 e 62) não mediram o ponto 20 %ur e os Laboratórios de códigos (16

e 62) não mediram o ponto 90 %ur. Os laboratórios de códigos (26, 61, 69, 83 e 86) não participaram destes pontos da CI. Dos 06 (seis) laboratórios, todos (100%) obtiveram tiveram $E_n \leq 1$ em todos os pontos que mediram.

Nos pontos de temperatura, os 11 (onze) laboratórios participaram de todos os pontos. Dos 11 laboratórios, 10 (91%) deles apresentaram $E_n \leq 1$ em todos os pontos que mediram. Apenas o laboratório 72 apresentou valores de $E_n > 1$ para todos os pontos que mediu. Os valores de E_n ficaram elevados devido ao erro cometido pelo laboratório ao preencher o formulário de registro de resultados.

Se todos os laboratórios participantes tivessem realizado a calibração do artefato em todos os pontos da CI, então teriam sido realizadas 198 medições. Porém, como alguns laboratórios não realizaram determinados pontos por estarem fora de seus escopos, 47 pontos não foram realizados, totalizando então a análise de 151 resultados. Destes, 141 (93%) obtiveram $E_n \leq 1$ e 10 (7%) obtiveram $E_n > 1$. Estes resultados são apresentados na tabela seguinte.

Tabela 23 – Resumo dos Valores de E_n por Ponto da CI

Ponto Nominal	Nº de Participantes	Nº de Pontos com $E_n \leq 1$	% de Pontos com $E_n \leq 1$	Nº de Pontos com $E_n > 1$	% de Pontos com $E_n > 1$
30 %ur a 20 °C	10	9	90%	1	10%
40 %ur a 20 °C	11	10	91%	1	9%
50 %ur a 20 °C	11	10	91%	1	9%
60 %ur a 20 °C	11	10	91%	1	9%
70 %ur a 20 °C	11	10	91%	1	9%
80 %ur a 20 °C	11	10	91%	1	9%
90 %ur a 20 °C	10	9	90%	1	10%
20 %ur a 30 °C	3	3	100%	0	0%
30 %ur a 30 °C	6	6	100%	0	0%
40 %ur a 30 °C	6	6	100%	0	0%
50 %ur a 30 °C	6	6	100%	0	0%
60 %ur a 30 °C	6	6	100%	0	0%
70 %ur a 30 °C	6	6	100%	0	0%
80 %ur a 30 °C	6	6	100%	0	0%
90 %ur a 30 °C	4	4	100%	0	0%
20 °C	11	10	91%	1	9%
30 °C	11	10	91%	1	9%
40 °C	11	10	91%	1	9%
TOTAL	151	141	93%	10	7%

7. Laboratórios Participantes

O Inmetro, através da Dicep, recebeu a inscrição de 11 laboratórios. Destes, 10 são acreditados ao Inmetro na área de temperatura e umidade. Todos os inscritos participaram efetivamente da CI enviando os resultados de suas calibrações para análise. Estes laboratórios estão apresentados na Tabela 24.

Os resultados desta comparação interlaboratorial são confidenciais, isto é, cada laboratório foi identificado por um código individual. Este código somente é conhecido pelo próprio laboratório, pela coordenação da CI e por responsável pela área de acreditação do Inmetro. Os resultados poderão ser utilizados em trabalhos e publicações pelo Inmetro respeitando-se a confidencialidade dos laboratórios participantes.

É importante ressaltar que a numeração da tabela é apenas indicativa do número de laboratórios inscritos na CI, não estando, em hipótese alguma, associada à identificação dos laboratórios na apresentação dos resultados.

Tabela 24 – Laboratórios Participantes

Instituição	
1	Aferitec Comprovações Metrológicas e Comércio Ltda.
2	CTJ Metrologia, Comércio e Serviços Ltda.
3	Escala Produtos e Serviços de Calibração Ltda.
4	Elus Serviços de Instrumentação Ltda.
5	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE Laboratório de Integração e Testes - LIT
6	Metrotec Comércio e Assessoria Técnica Ltda.
7	Novus Produtos Eletrônicos Ltda. Laboratório de Metrologia Novus
8	Sertin - Comércio e Serviços Técnicos de Instrumentação Ltda. Laboratório de Calibração - LABOCAL
9	Testo do Brasil - Instrumentos de Medição Ltda. Laboratório de Calibração Testo
10	União Brasileira de Educação e Assistência / Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul – UBEA / PUCRS Laboratórios Especializados em Eletro Eletrônica – LABELO
11	Visomes Comercial Metrológica Ltda. Visomes Metrologia



Programa de Ensaios de Proficiência da Diretoria de Metrologia Científica e Industrial - PEP Dimci
Av. Nossa Senhora das Graças, 50 - Xerém / Duque de Caxias - RJ - Brasil CEP: 25250 - 020
Fax: +55 21 2679-9745 / www.inmetro.gov.br / pep-dimci@inmetro.gov.br