

# Relatório Final do Ensaio de Proficiência em Temperatura e Umidade – 4ª Rodada - Pirômetro



Inmetro  
Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia

**PEP-Inmetro**

Programa de Ensaios de Proficiência do Inmetro

# **ENSAIO DE PROFICIÊNCIA EM TEMPERATURA E UMIDADE**

## **4ª RODADA – PIRÔMETRO**

Período de inscrição: 28/11/12 a 07/12/12

### **RELATÓRIO FINAL N°006/13**

#### **ORGANIZAÇÃO PROMOTORA DO ENSAIO DE PROFICIÊNCIA**



Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia - Inmetro  
Diretoria de Metrologia Científica e Industrial - Dimci  
Endereço: Av. Nossa Senhora das Graças, 50 – Xerém – Duque de Caxias  
RJ – Brasil – CEP: 25250-020  
E-mail para contato: [pep-inmetro@inmetro.gov.br](mailto:pep-inmetro@inmetro.gov.br)

#### **COMITÊ DE ORGANIZAÇÃO**

Adelcio Rena Lemos (Inmetro/Dimci/Dicep)  
Damares da Silva Santos (Inmetro/Dimci/Dicep)  
Paulo Roberto da Fonseca Santos (Inmetro/Dimci/Dicep)  
Renato Nunes Teixeira (Inmetro/Dimci/Diter)  
Ricardo Savio Teixeira Moretz Sohn (Inmetro/Dimci/Diter)

#### **COMITÊ TÉCNICO**

Joyce Costa Andrade (Inmetro/Dimci/Dicep)  
Mario Antonio Fernandes da Silva (Inmetro/Cgcre/Dicla)  
Renato Nunes Teixeira (Inmetro/Dimci/Diter)  
Ricardo Sávio Teixeira Moretz Sohn (Inmetro/Dimci/Diter)

## **SUMÁRIO**

1. Introdução .....	2
2. Materiais e Métodos .....	3
2.1. Item de Ensaio .....	3
2.2. Metodologia .....	3
2.3. Estabilidade do Item de Ensaio.....	4
3. Avaliação de Desempenho.....	4
3.1. Erro Normalizado ( $E_n$ ).....	4
4. Valores Designados .....	5
5. Resultados dos Participantes .....	6
6. Conclusões .....	23
7. Participantes.....	24
8. Referências Bibliográficas .....	25

## **1. Introdução**

Os pirômetros, instrumentos de medição utilizados para indicar a temperatura de um corpo através da radiação térmica por ele emitida, estão sendo cada vez mais utilizados em função de fatores como contínua redução do seu custo, avanços tecnológicos, facilidade de uso e portabilidade.

Os pirômetros são os termômetros mais indicados nos casos em que as temperaturas envolvidas são elevadas e os termômetros de contato seriam danificados ou quando há superfícies em movimento como nos rotores ou ainda em medições que requeiram uma resposta rápida e em medições que necessitem ser realizadas sem o contato direto do termômetro por questões de contaminação, por exemplo. Esse tipo de instrumento de medição tem utilização frequente em monitoração e controle de processos em ambientes de pesquisa e industriais como, por exemplo, indústrias metalúrgica, petrolífera e alimentícia, na identificação de defeitos em componentes eletrônicos e até na medição da temperatura humana e de animais, de modo que é essencial que os laboratórios de calibração desses instrumentos possam avaliá-los adequadamente e com as menores incertezas possíveis.

O Ensaio de Proficiência (EP) é uma ferramenta indispensável para a determinação do desempenho de laboratórios em ensaios ou calibrações e avaliação da competência técnica de laboratórios. A participação dos laboratórios em programas de ensaio de proficiência (PEP) é fundamental para o aumento da credibilidade dos resultados das medições e, consequentemente, facilitar o comércio internacional e prevenir barreiras técnicas.

Um EP comprehende a organização, o desempenho e a avaliação de ensaios nos mesmos itens ou em itens de ensaio similares, por dois ou mais laboratórios, de acordo com condições predeterminadas. Além disso, podem ser destacados os seguintes objetivos nesse EP:

- a) Determinar desempenho de laboratórios para as calibrações propostas;
- b) Agregar valor ao controle da qualidade dos laboratórios;
- c) Identificar diferenças interlaboratoriais;

Este relatório apresenta os resultados da avaliação de desempenho dos participantes do ensaio de proficiência com pirômetro, organizado pelo Inmetro através da Divisão de Comparações Interlaboratoriais e Ensaios de Proficiência (Dicep) e da Divisão de Metrologia Térmica (Diter) para a Comissão Técnica de Temperatura e Umidade (CT 11) da Dicla, sendo considerada atividade obrigatória para os laboratórios acreditados, conforme item 9.3.2.2 da NIT-DICLA-026 Rev. 08,

“Requisitos Sobre a Participação dos Laboratórios de Ensaio e de Calibração em Atividades de Ensaio de Proficiência”.

## **2. Materiais e Métodos**

### **2.1. Item de Ensaio**

O item de ensaio foi um pirômetro da marca Mikron, modelo M190Q-TS, com banda espectral de 1,0 a 1,6  $\mu\text{m}$  e faixa de temperatura entre 225 °C a 1300 °C. Para a realização deste EP, o pirômetro foi calibrado nos pontos de calibração 230, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100, 1200 e 1300 °C.

Juntamente com o pirômetro, foi enviada uma fonte de alimentação com tensão de entrada de 120 V (corrente alternada) e um conjunto de placas de abertura circular com 10, 15, 20, 25 e 30 mm de diâmetro. Estes elementos se destinaram à determinação do efeito do tamanho do alvo para os laboratórios que realizam a calibração em fornos, que não é objetivo deste relatório.

### **2.2. Metodologia**

Este EP foi tratado como um trabalho de rotina do laboratório, onde os participantes deveriam realizar as calibrações em todas as temperaturas citadas na seção ITEM DE ENSAIO deste documento e que estivessem dentro de sua capacidade de medição. Foram dadas as seguintes orientações:

- O pirômetro deveria ser calibrado numa série de pontos de referência com os valores nominais 230, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100, 1200 e 1300 °C, levando-se em consideração os pontos que fazem parte da faixa de serviços prestados pelo laboratório participante;
- As temperaturas reais das fontes poderiam variar em relação às temperaturas de referência no máximo em 3 °C para cima ou para baixo, caso contrário, o resultado seria desconsiderado. O ponto deveria ser definido pela indicação do padrão de referência do laboratório;
- A indicação de temperatura do pirômetro a ser considerada: **somente a do display digital** e, portanto, não deveria ser utilizada a saída serial (RS232) nem a saída analógica;
- Caso a calibração fosse realizada com a utilização de fornos com cavidade de corpo negro: Essa cavidade deveria ter pelo menos 30 mm de diâmetro (três vezes o tamanho mínimo de alvo do M190Q-TS);
- O pirômetro deveria ser focalizado no plano da abertura da cavidade de corpo negro, atentando para o fato de que a abertura da cavidade geralmente não coincide com a

superfície externa do forno.

- O pirômetro deveria ser ligado com antecedência de pelo menos 30 minutos antes da calibração, para que o mesmo pudesse atingir sua temperatura normal de funcionamento. Para ligá-lo deveria ser utilizada a fonte de alimentação, que acompanhava o mesmo, cuja tensão de entrada é de 120 V (corrente alternada).
- Excetuando-se o valor da emissividade da fonte de radiação, nenhum outro parâmetro de configuração armazenado no pirômetro deveria ser alterado.

Cada participante informou via e-mail, à coordenação do EP, se teria condições de realizar as medições para determinação do Efeito de Tamanho de Alvo (ETA) (SSE – Size of Source Effect) do pirômetro, de acordo com as instruções contidas no anexo do protocolo do EP. O resultado da avaliação deste efeito será tratado em outro documento.

### **2.3. Estabilidade do Item de Ensaio**

A estabilidade do item de ensaio foi avaliada calculando-se o erro normalizado entre as calibrações sucessivas, com base nos certificados de calibração do item, em anos anteriores (2008 e 2010) e em calibração realizada em 2012, antes da liberação do item para circulação entre os laboratórios participantes. Também foi realizada no Inmetro uma calibração após a circulação do item de ensaio. Com exceção do ponto inferior da faixa de operação do item (230 °C), todos os demais pontos apresentaram erro normalizado inferior à unidade.

## **3. Avaliação de Desempenho**

### **3.1. Erro Normalizado ( $E_n$ )**

Para avaliação de desempenho dos participantes foi utilizado o teste descrito na ABNT NBR ISO/IEC 17043:2011 [1], o erro normalizado ( $E_n$ ), calculado conforme a Equação 1. Para isto, os participantes deveriam reportar a incerteza dos resultados e o fator de abrangência ( $k$ ) de suas medidas.

$$E_{n_i} = \frac{y_i - y_{des}}{\sqrt{U_i^2 + U_{des}^2}} \quad (1)$$

Onde:

$y_{des}$  = valor designado, valor definido a partir das calibrações do Lapir;

$y_i$  = resultado de medição de um laboratório específico  $i$ ;

$U_{des}$  = valor de incerteza expandida do valor designado, obtido a partir das calibrações do Lapir;

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

A interpretação do erro normalizado é apresentada a seguir:

$|E_n| \leq 1,0$  Indica desempenho satisfatório e não gera sinal de ação para o participante;

$|E_n| > 1,0$  Indica desempenho insatisfatório e gera um sinal de ação para o participante.

#### 4. Valores Designados

Conforme mencionado no protocolo, o valor designado de cada ponto de temperatura deste EP foi determinado pelos resultados da calibração do pirômetro no Lapir no início (antes do início da circulação do item de ensaio entre os participantes) e no fim do EP (realizada após a calibração feita pelo último participante). Em cada ponto, o valor designado foi definido pela média aritmética dos resultados das duas calibrações. A incerteza de cada ponto foi determinada pela combinação das incertezas destas calibrações através da lei da propagação da incerteza.

Chamando as incertezas expandidas de  $Y_1$  por  $U_1$  e de  $Y_2$  por  $U_2$  ( $k=2$ ), a incerteza no valor de  $Y_{ref}$ ,  $U_{ref}$ , é obtida combinando-se a contribuição da deriva do pirômetro com a da lei de propagação da incerteza [2], onde o coeficiente de correlação foi considerado como sendo  $r = 1$ , de acordo com a Equação 2.

$$U_{ref} = 2 \times \sqrt{\left(\frac{Y_1 - Y_2}{\sqrt{12}}\right)^2 + \left(\frac{\partial Y_{ref}}{\partial Y_1}\right)^2 \left(\frac{U_1}{2}\right)^2 + \left(\frac{\partial Y_{ref}}{\partial Y_2}\right)^2 \left(\frac{U_2}{2}\right)^2 + 2r \left(\frac{\partial Y_{ref}}{\partial Y_1}\right) \left(\frac{\partial Y_{ref}}{\partial Y_2}\right) \left(\frac{U_1}{2}\right) \left(\frac{U_2}{2}\right)} \quad (2)$$

A Tabela 1 apresenta os valores das calibrações realizadas pelo Lapir/Inmetro para o pirômetro utilizado neste EP. A Tabela 2 apresenta os valores de referência para avaliação dos participantes.

Tabela 1 – Resultados das calibrações do Inmetro com o pirômetro

Ponto Nominal (°C)	Calibração Inicial		Calibração Final	
	Correção (°C)	Incerteza Expandida (°C)	Correção (°C)	Incerteza Expandida (°C)
230	0,2	0,6	1,7	0,8
300	1,5	0,7	1,8	0,6
400	1,3	0,7	1,2	0,7
500	2,9	0,7	2,7	0,7
600	2,9	0,8	3,0	0,8
700	-1,0	0,9	-0,8	0,8
800	-0,5	1,0	-0,5	0,9
900	-0,5	1,1	-1,0	0,9
1000	-0,3	1,1	-1,1	1,0
1100	-0,1	1,2	-0,6	1,1
1200	0,0	1,2	-0,5	1,2
1300	-0,2	1,3	-0,6	1,3

Tabela 2 – Valores de referência do EP

Ponto Nominal (°C)	Correção (°C)	Incerteza Expandida (°C)
230	1,0	1,1
300	1,7	0,7
400	1,3	0,7
500	2,8	0,7
600	3,0	0,8
700	-0,9	0,9
800	-0,5	1,0
900	-0,8	1,0
1000	-0,7	1,1
1100	-0,4	1,2
1200	-0,3	1,2
1300	-0,4	1,3

## 5. Resultados dos Participantes

As calibrações foram realizadas entre dezembro de 2012 e junho de 2013.

Os resultados das calibrações realizadas no pirômetro, enviadas pelos 14 (quatorze) participantes desse EP, estão apresentados nas tabelas 3 a 14.

Os resultados de cada participante são exibidos respeitando a formatação adotada por cada um destes no registro dos resultados.

**Cabe ressaltar que cada participante foi identificado apenas pela numeração final do seu código de identificação nos gráficos, tabelas e textos deste relatório. O número de casas decimais dos resultados apresentados pelos participantes está conforme recebido no formulário de registro de resultados.**

Tabela 3: Resultados recebidos para o ponto 230 °C.

Código do Laboratório	Temperatura do Padrão (°C)	Temperatura Indicada no PR 014 (°C)	Correção (°C)	Incerteza Expandida (°C)	$ E_n $
20	230,1	230,8	-0,71	1,96	0,7
32	230,1	228,5	1,60	1,5	0,3
34	230,0	232,8	-2,80	3,8	0,9
41	227,4	264,3	-36,90	2,6	13,4*
42	230,2	231,3	-1,10	3,7	0,5
48	229,7	232,5	-2,80	2,1	1,6*
51	230,1	230,4	-0,30	2,1	0,5
53	229,6	232,4	-2,80	1,9	1,7*
69	229,7	230,7	-1,00	3,5	0,5
81	230,3	231,9	-1,60	3,9	0,6
83	230,0	231,1	-1,15	0,80	1,5*
99	230,0	240,7	-10,70	1,4	6,5*

\*Resultados insatisfatórios

Tabela 4: Resultados recebidos para o ponto 300 °C.

Código do Laboratório	Temperatura do Padrão (°C)	Temperatura Indicada no PR 014 (°C)	Correção (°C)	Incerteza Expandida (°C)	$ E_n $
10	300,0	304,0	-4,00	1,8	2,9*
11	300,0	299,8	0,20	2,1	0,7
19	300,0	301,5	-1,54	1,96	1,5*
23	299,4	301,9	-2,50	2,1	1,9*
39	301,0	299,5	1,50	3,9	0,0
52	300,0	301,5	-1,50	3,8	0,8
57	300,0	300,3	-0,27	0,80	1,8*
68	300,0	300,2	-0,20	2,1	0,8
75	299,8	300,6	-0,80	3,5	0,7
82	300,7	301,5	-0,80	3,7	0,7
86	300,1	298,6	1,50	2,5	0,1
88	298,5	312,1	-13,60	2,6	5,7*

\*Resultados insatisfatórios

Tabela 5: Resultados recebidos para o ponto 400 °C.

Código do Laboratório	Temperatura do Padrão (°C)	Temperatura Indicada no PR 014 (°C)	Correção (°C)	Incerteza Expandida (°C)	$ E_n $
09	400,1	401,2	-1,10	3,7	0,6
14	400,2	401,5	-1,29	1,96	1,2*
17	398,3	408,3	-10,00	2,6	4,2*
33	400,0	401,1	-1,10	3,5	0,7
50	399,9	400,3	-0,39	0,80	1,5*
59	399,9	399,9	0,00	3,9	0,3
60	401,3	400,8	0,50	2,1	0,3
64	399,0	400,6	-1,60	3,9	0,7
80	400,0	403,5	-3,50	2,3	2,0*
87	399,6	403,8	-4,20	2,6	2,0*
95	400,1	398,8	1,30	2,5	0,0
98	400,0	404,4	-4,40	4,3	1,3*

\*Resultados insatisfatórios

Tabela 6: Resultados recebidos para o ponto 500 °C.

Código do Laboratório	Temperatura do Padrão (°C)	Temperatura Indicada no PR 014 (°C)	Correção (°C)	Incerteza Expandida (°C)	$ E_n $
05	500,7	499,4	1,33	0,83	1,3*
06	498,9	498,3	0,60	3,5	0,6
22	500,1	498,9	1,20	2,5	0,6
27	501,7	497,3	4,40	1,7	0,9
35	499,8	497,0	2,80	3,2	0,0
40	500,6	502,8	-2,24	1,96	2,4*
45	497,5	501,3	-3,80	4,4	1,5*
58	499,7	508,9	-9,20	2,6	4,5*
63	500,0	499,7	0,30	4,0	0,6
67	495,6	497,7	-2,10	2,9	1,6*
78	502,7	498,7	4,00	3,9	0,3
92	498,1	503,8	-5,70	3,4	2,4*

\*Resultados insatisfatórios

Tabela 7: Resultados recebidos para o ponto 600 °C.

Código do Laboratório	Temperatura do Padrão (°C)	Temperatura Indicada no PR 014 (°C)	Correção (°C)	Incerteza Expandida (°C)	$ E_n $
16	600,1	598,7	1,40	3,2	0,5
21	601,8	598,2	3,60	3,9	0,2
29	601,0	597,0	4,00	1,7	0,6
85	601,0	596,4	4,60	4,5	0,4
89	600,4	603,4	-3,00	2,27	2,5*
93	600,0	596,9	3,10	4,6	0,0

\*Resultados insatisfatórios

Tabela 8: Resultados recebidos para o ponto 700 °C.

Código do Laboratório	Temperatura do Padrão (°C)	Temperatura Indicada no PR 014 (°C)	Correção (°C)	Incerteza Expandida (°C)	$ E_n $
01	700,0	702,1	-2,10	4,8	0,2
36	700,0	703,9	-3,86	2,27	1,2*
47	701,5	701,8	-0,30	1,8	0,3
49	700,2	698,7	1,50	3,2	0,7
71	699,0	698,2	0,80	4,7	0,4
73	700,2	699,0	1,20	3,9	0,5

\*Resultados insatisfatórios

Tabela 9: Resultados recebidos para o ponto 800 °C.

Código do Laboratório	Temperatura do Padrão (°C)	Temperatura Indicada no PR 014 (°C)	Correção (°C)	Incerteza Expandida (°C)	$ E_n $
07	800,0	800,8	-0,80	5,2	0,1
12	801,0	801,2	-0,20	3,9	0,1
55	800,0	801,6	-1,60	4,0	0,3
62	800,2	798,8	1,40	3,2	0,6
66	802,0	801,5	0,50	1,9	0,5
74	800,6	806,6	-6,00	2,27	2,2*
94	799,0	797,6	1,40	4,2	0,4

\*Resultados insatisfatórios

Tabela 10: Resultados recebidos para o ponto 900 °C.

Código do Laboratório	Temperatura do Padrão (°C)	Temperatura Indicada no PR 014 (°C)	Correção (°C)	Incerteza Expandida (°C)	$ E_n $
04	898,2	902,8	-4,60	3,9	1,0
15	900,7	908,1	-7,36	2,27	2,6*
26	898,0	896,5	1,50	4,2	0,5
44	900,0	902,5	-2,50	4,0	0,4
56	901,0	901,0	0,00	1,9	0,3
77	900,2	898,7	1,50	3,2	0,7
90	900,0	901,6	-1,60	6,1	0,1

\*Resultados insatisfatórios

Tabela 11: Resultados recebidos para o ponto 1000 °C.

Código do Laboratório	Temperatura do Padrão (°C)	Temperatura Indicada no PR 014 (°C)	Correção (°C)	Incerteza Expandida (°C)	$ E_n $
13	999,6	1000,3	-0,70	2,4	0,0
24	1001,0	1003,1	-2,10	4,0	0,3
37	1000,3	1007,3	-7,01	2,05	2,7*
38	1000,0	1001,0	-1,00	6,3	0,0
70	999,0	997,1	1,90	3,2	0,8
96	999,8	1001,3	-1,50	3,9	0,2

\*Resultados insatisfatórios

Tabela 12: Resultados recebidos para o ponto 1100 °C.

Código do Laboratório	Temperatura do Padrão (°C)	Temperatura Indicada no PR 014 (°C)	Correção (°C)	Incerteza Expandida (°C)	$ E_n $
43	1100	1100	0,00	2,5	0,1
54	1098	1097	1,40	3,5	0,5
84	1098	1100,2	-2,20	4,0	0,4
97	1100	1101,2	-1,10	3,9	0,2

Tabela 13: Resultados recebidos para o ponto 1200 °C.

Código do Laboratório	Temperatura do Padrão (°C)	Temperatura Indicada no PR 014 (°C)	Correção (°C)	Incerteza Expandida (°C)	$ E_n $
02	1200	1201,7	-1,70	4,0	0,3
79	1199,3	1198,6	0,70	3,8	0,2

Tabela 14: Resultados recebidos para o ponto 1300 °C.

Código do Laboratório	Temperatura do Padrão (°C)	Temperatura Indicada no PR 014 (°C)	Correção (°C)	Incerteza Expandida (°C)	$ E_n $
<b>03</b>	1300	1302,4	-2,40	4,0	0,5
<b>18</b>	1300,4	1299,2	1,20	3,8	0,4

As figuras a seguir apresentam o desempenho dos participantes em cada ponto do EP. Os dados referentes ao Inmetro correspondem ao valor de referência determinado para cada ponto de calibração do pirômetro. Os laboratórios que não realizaram o ponto de calibração em questão não aparecem no gráfico.

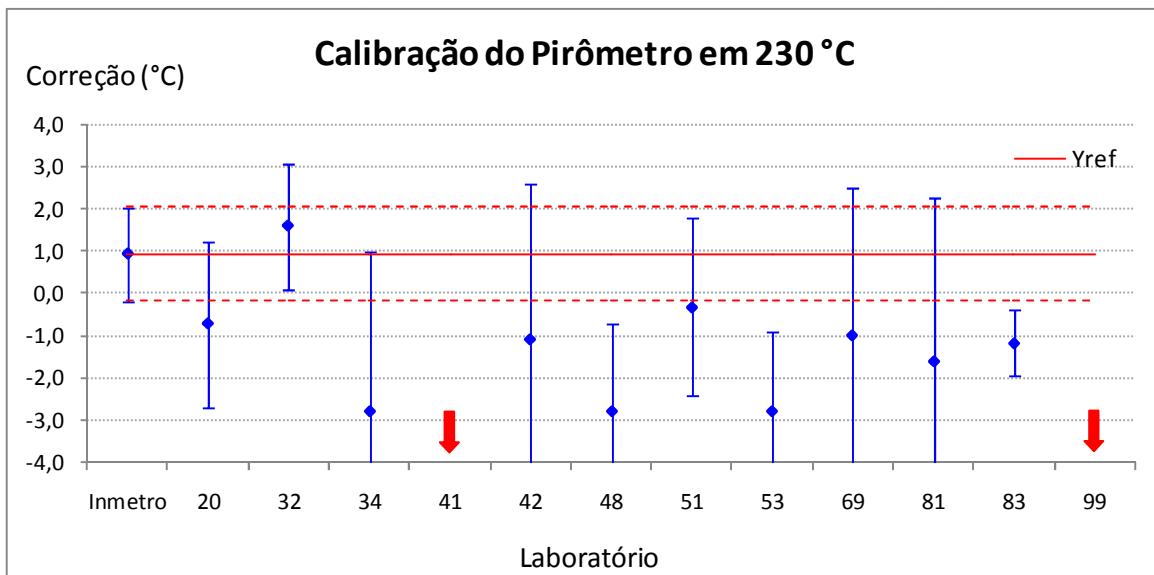


Figura 1: Dispersão dos participantes no ponto 230 °C.

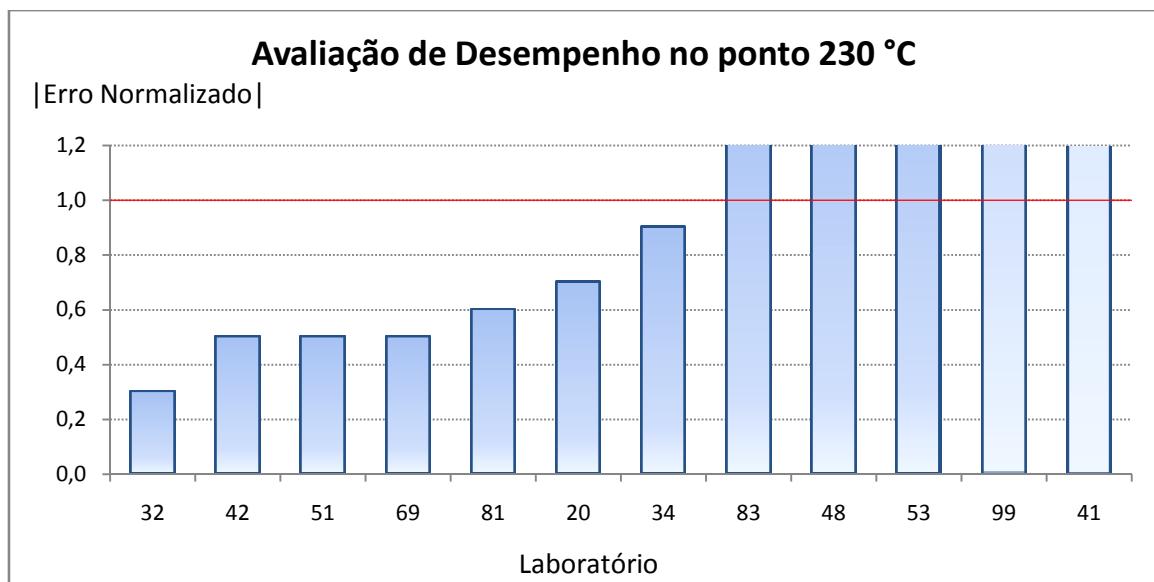


Figura 2: Análise do Erro Normalizado dos laboratórios no ponto 230 °C.

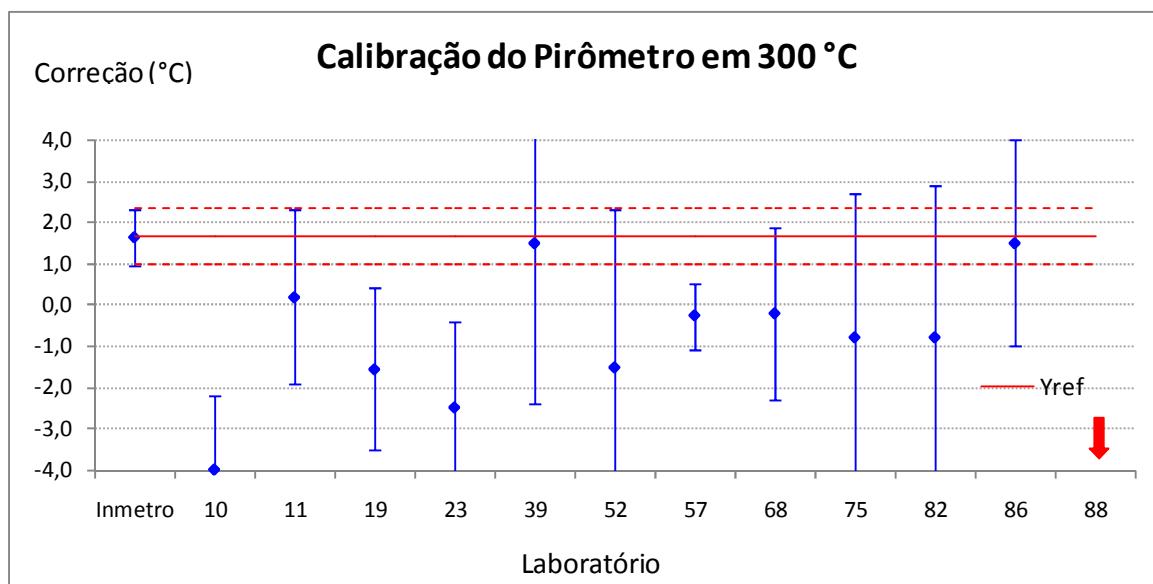


Figura 3: Dispersão dos participantes no ponto 300 °C.

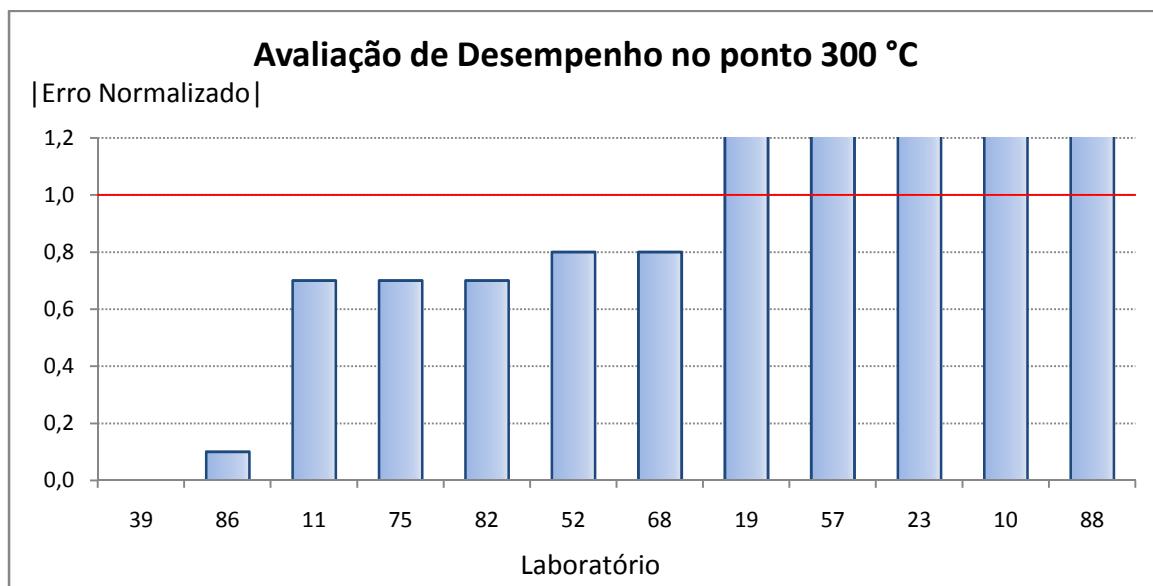


Figura 4: Análise do Erro Normalizado dos laboratórios no ponto 300 °C.

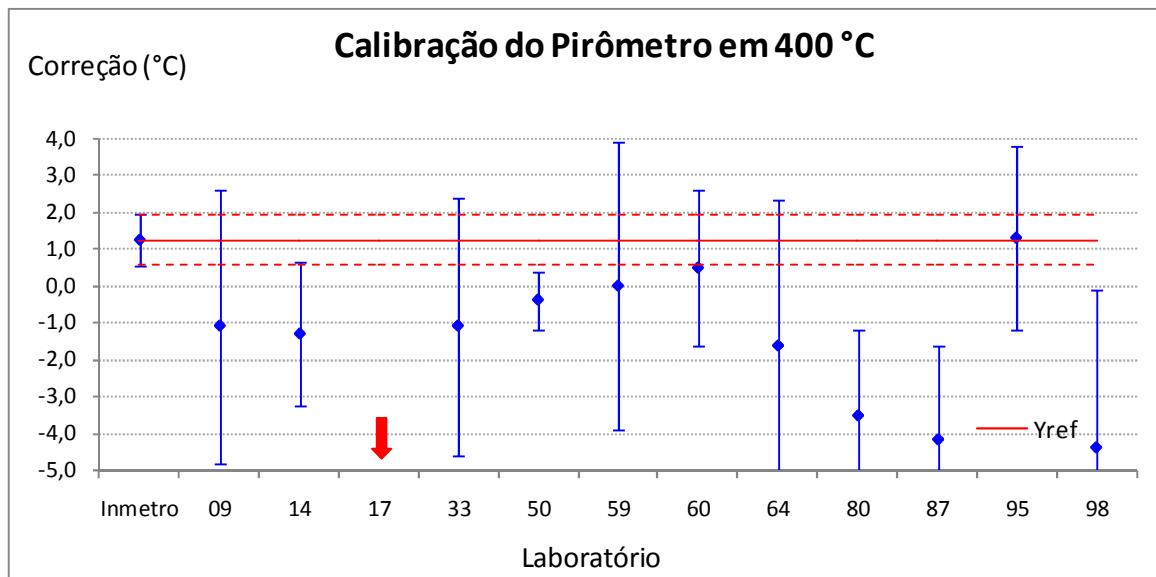


Figura 5: Dispersão dos participantes no ponto 400 °C.

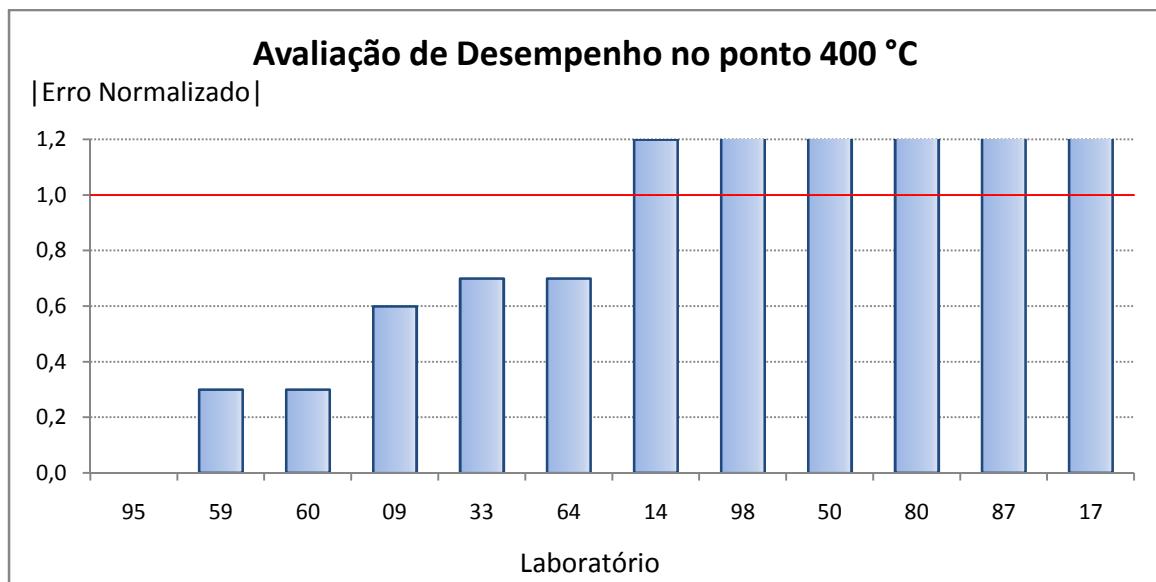


Figura 6: Análise do Erro Normalizado dos laboratórios no ponto 400 °C.

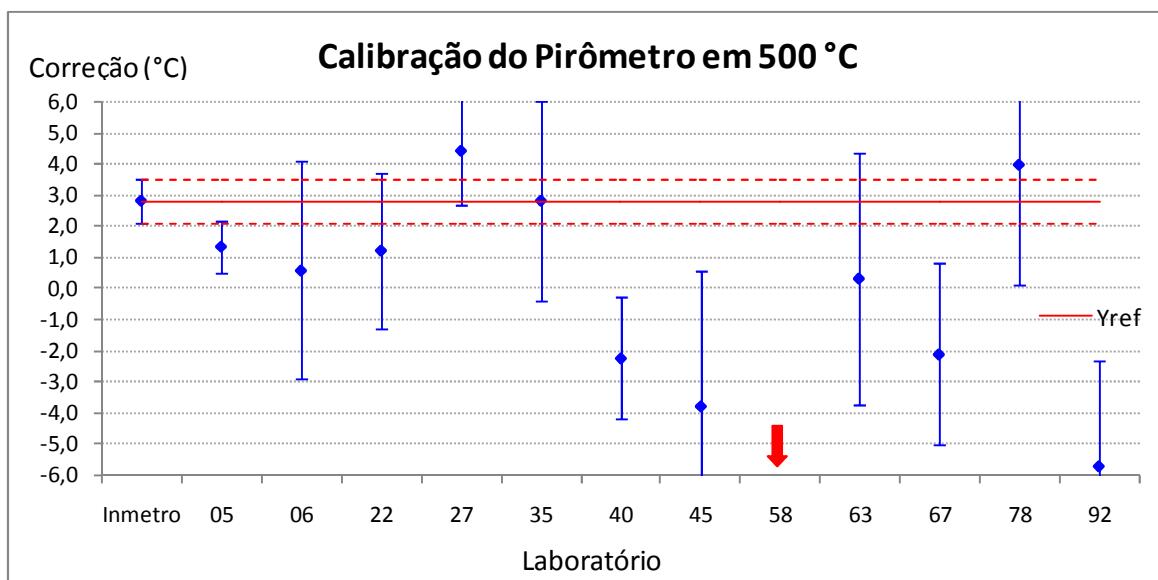


Figura 7: Dispersão dos participantes no ponto 500 °C.

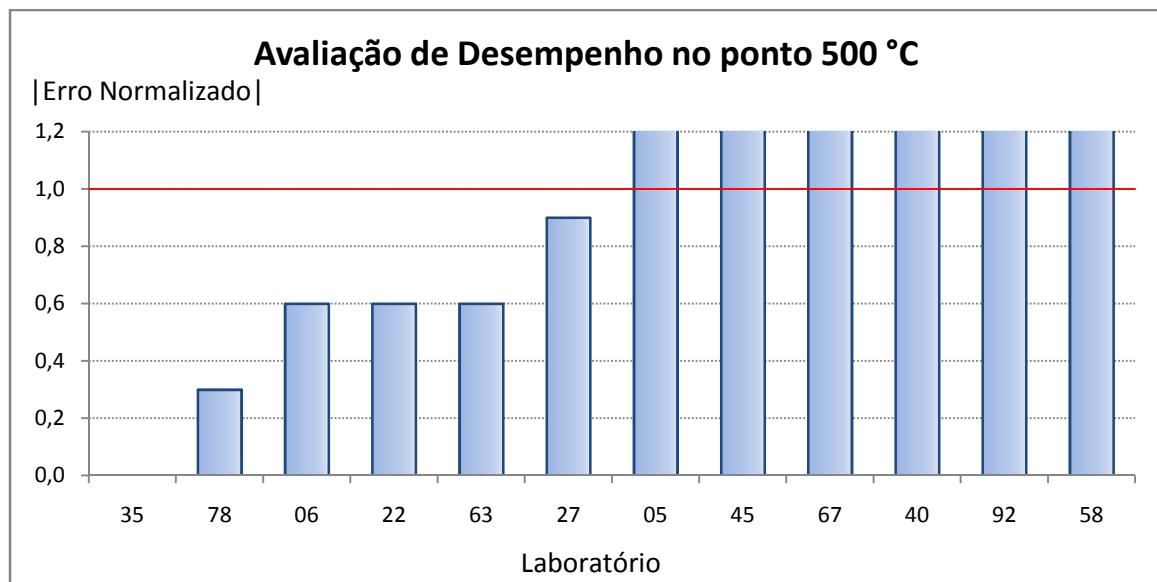


Figura 8: Análise do Erro Normalizado dos laboratórios no ponto 500 °C.

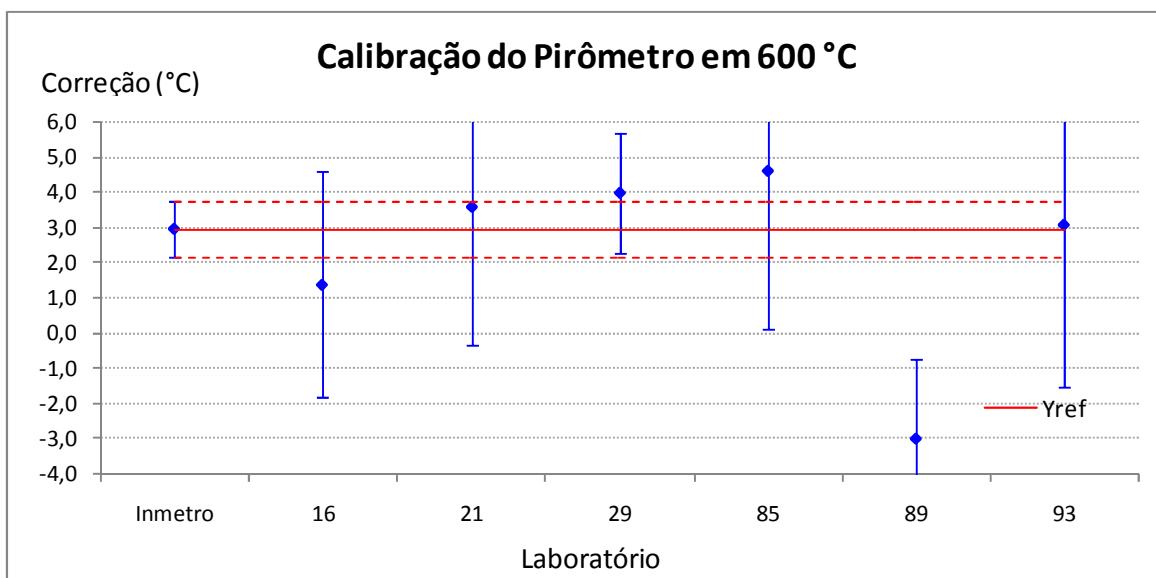


Figura 9: Dispersão dos participantes no ponto 600 °C.

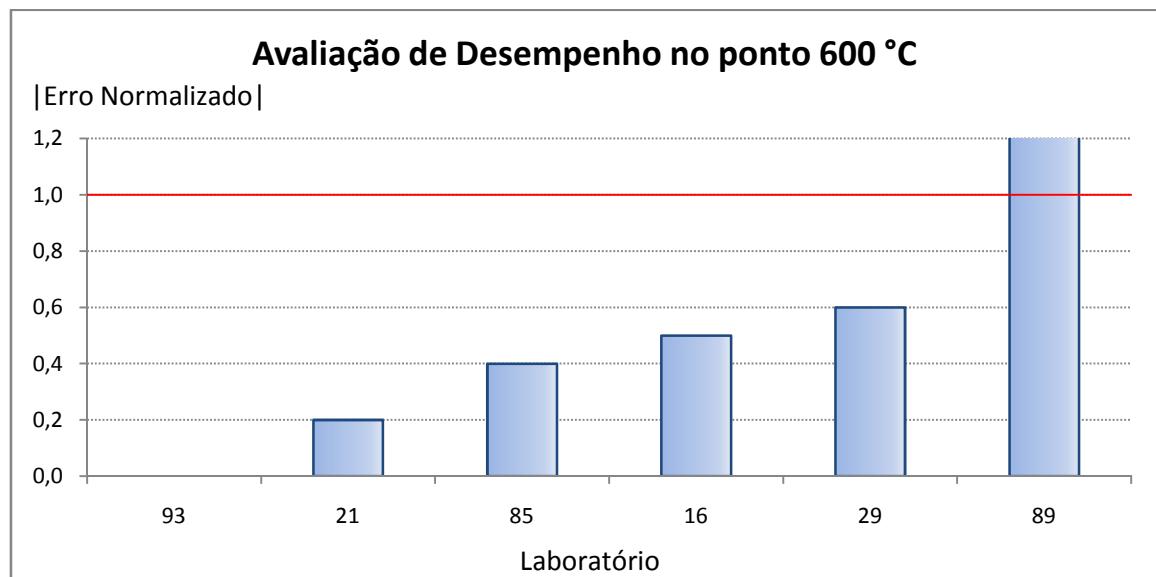


Figura 10: Análise do Erro Normalizado dos laboratórios no ponto 600 °C.

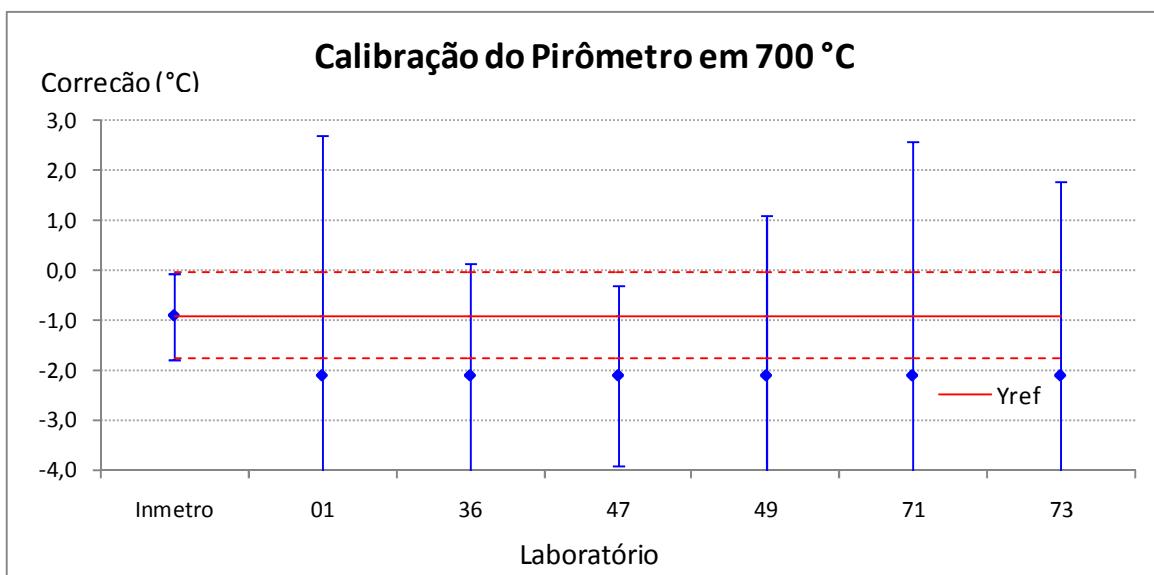


Figura 11: Dispersão dos participantes no ponto 700 °C.

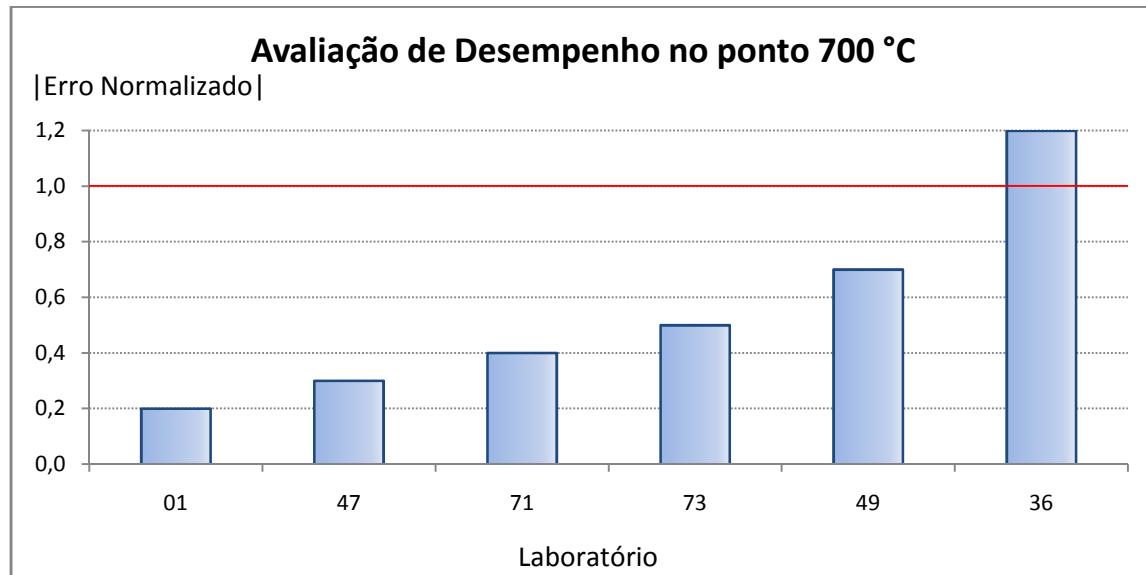


Figura 12: Análise do Erro Normalizado dos laboratórios no ponto 700 °C.

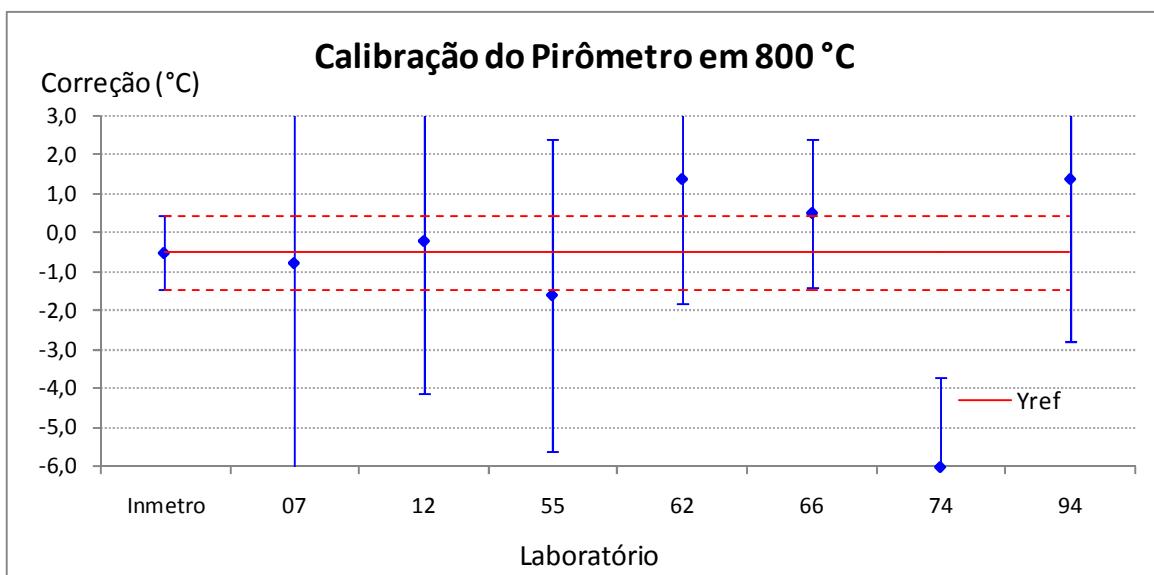


Figura 13: Dispersão dos participantes no ponto 800 °C.

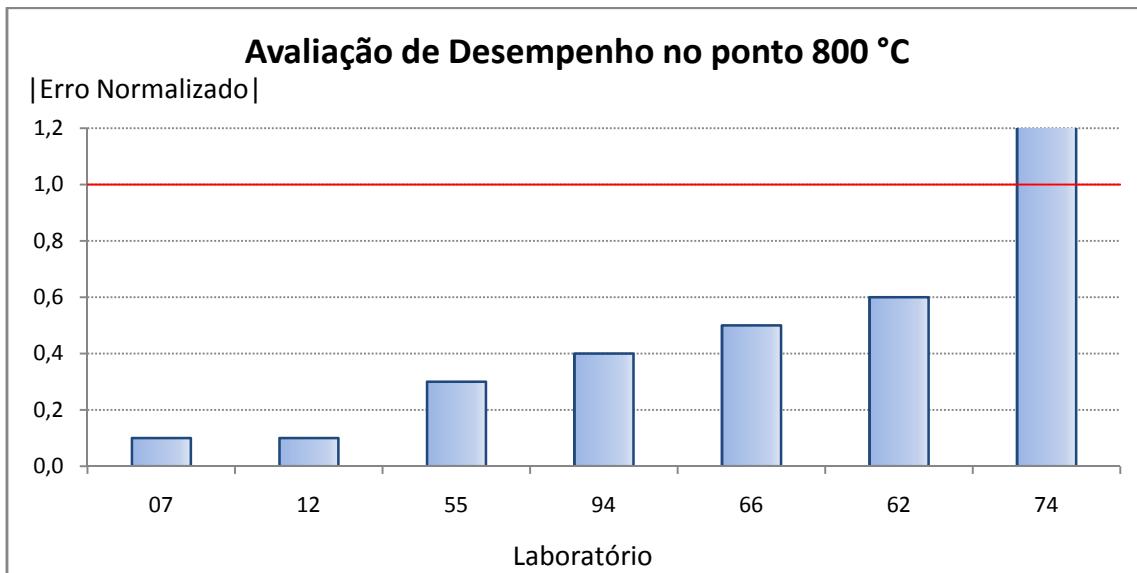


Figura 14: Análise do Erro Normalizado dos laboratórios no ponto 800 °C.

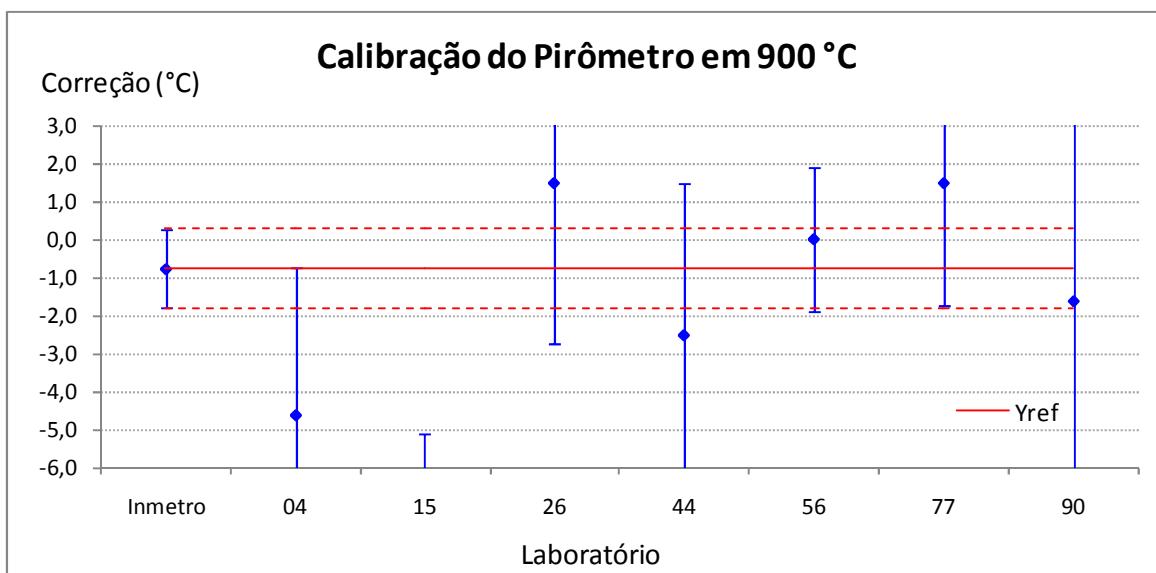


Figura 15: Dispersão dos participantes no ponto 900 °C.

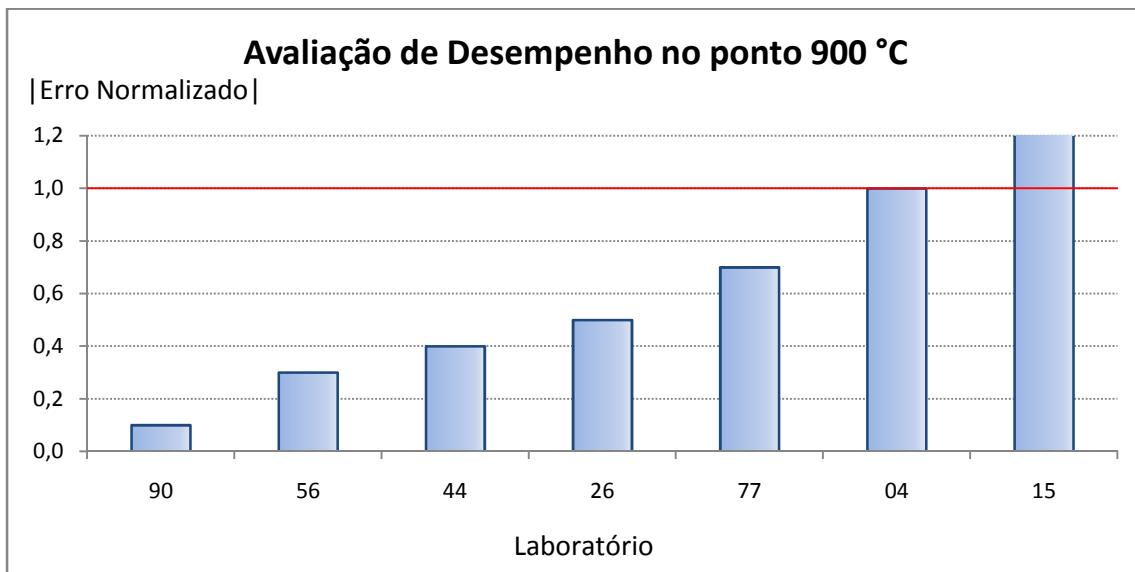


Figura 16: Análise do Erro Normalizado dos laboratórios no ponto 900 °C.

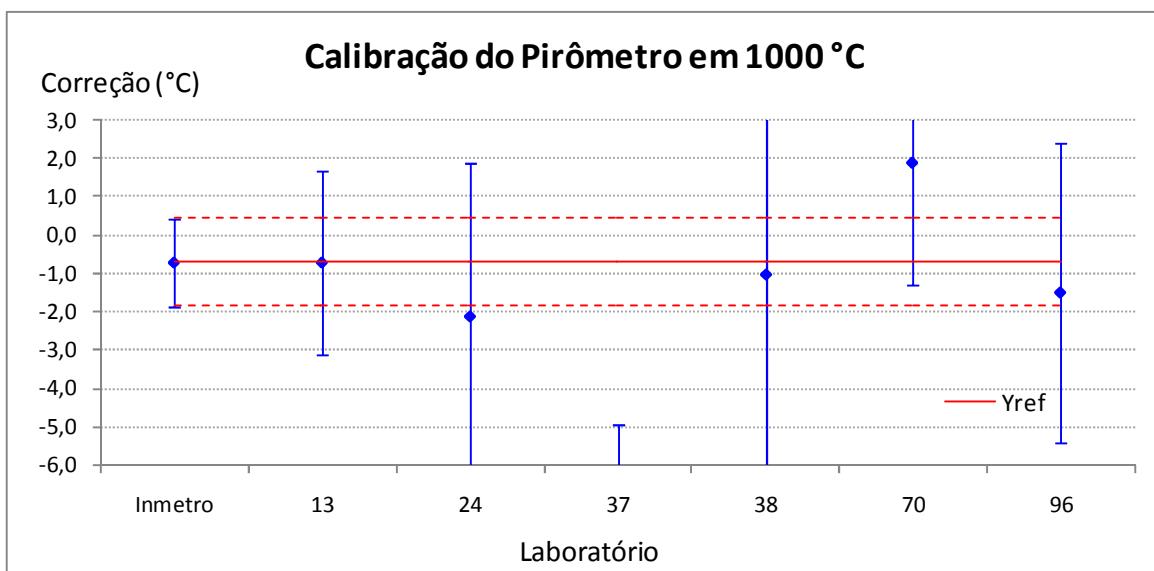


Figura 17: Dispersão dos participantes no ponto 1000 °C.

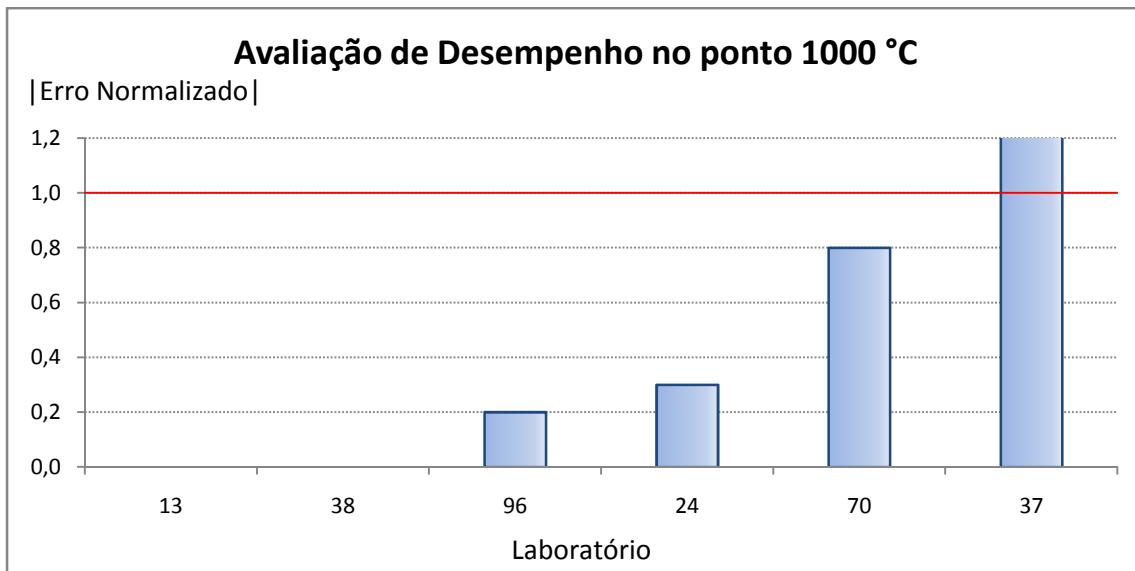


Figura 18: Análise do Erro Normalizado dos laboratórios no ponto 1000 °C.

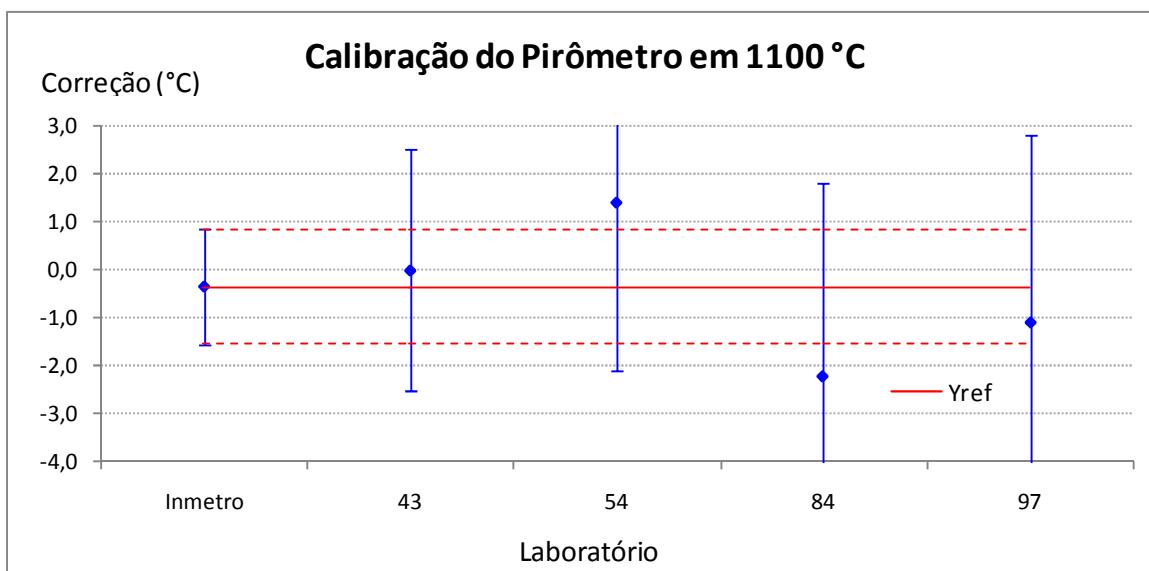


Figura 19: Dispersão dos participantes no ponto 1100 °C.

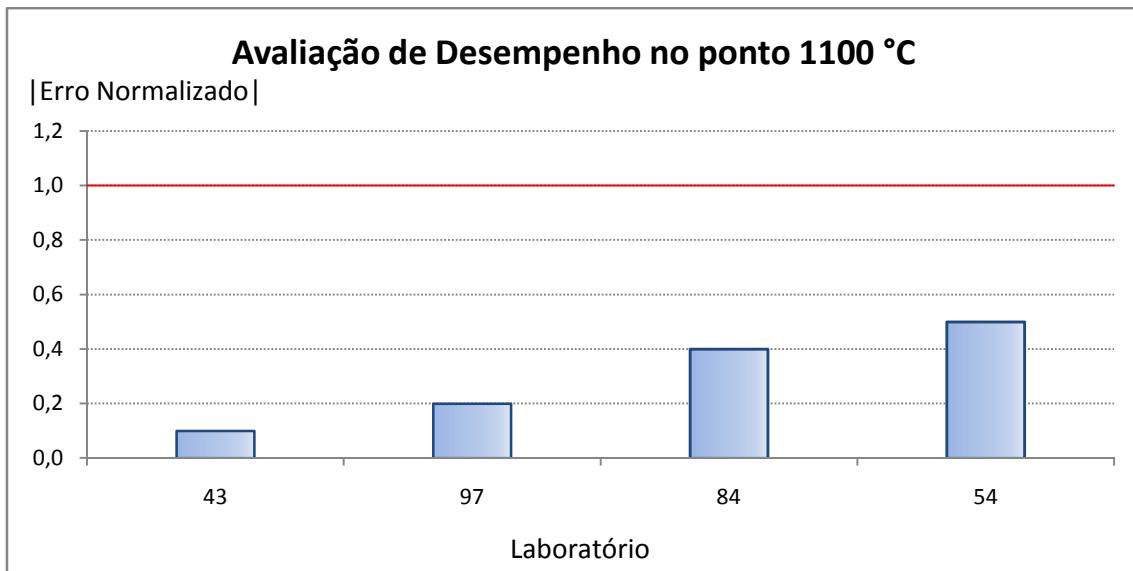


Figura 20: Análise do Erro Normalizado dos laboratórios no ponto 1100 °C.

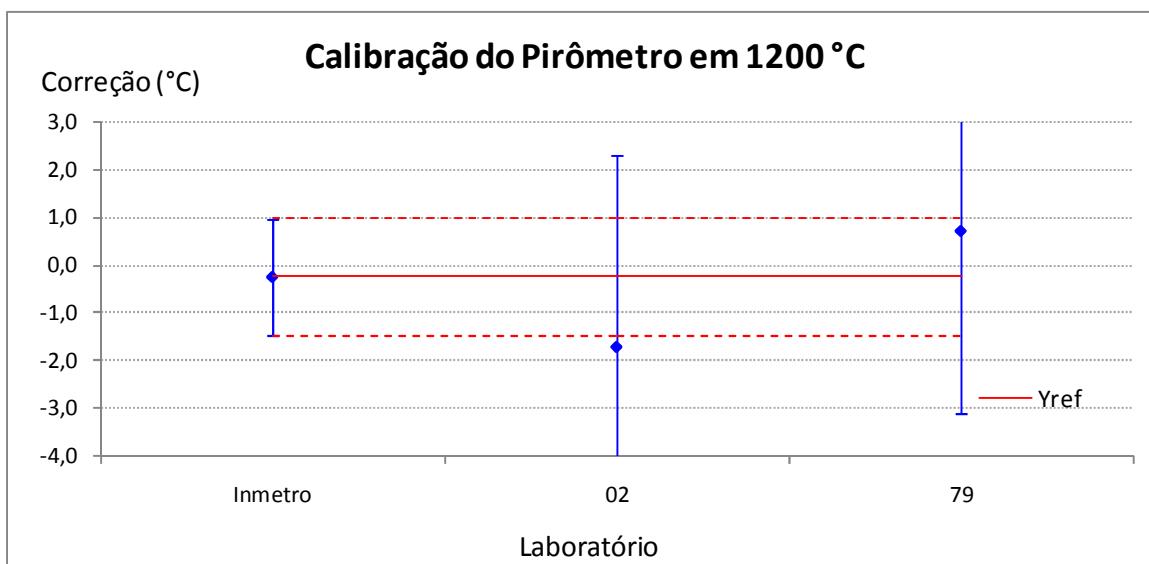


Figura 21: Dispersão dos participantes no ponto 1200 °C.

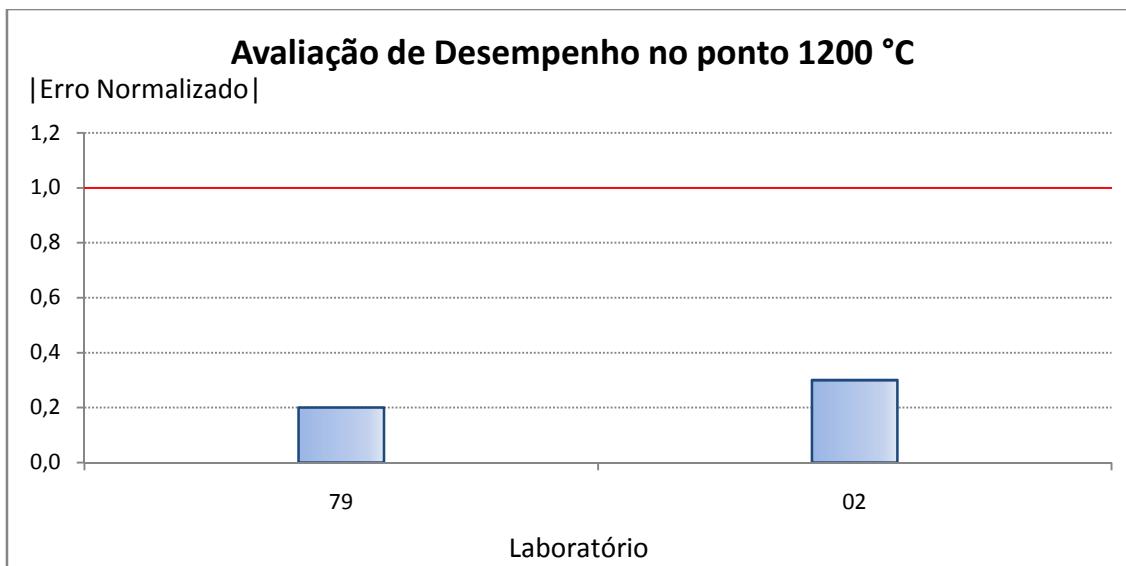


Figura 22: Análise do Erro Normalizado dos laboratórios no ponto 1200 °C.

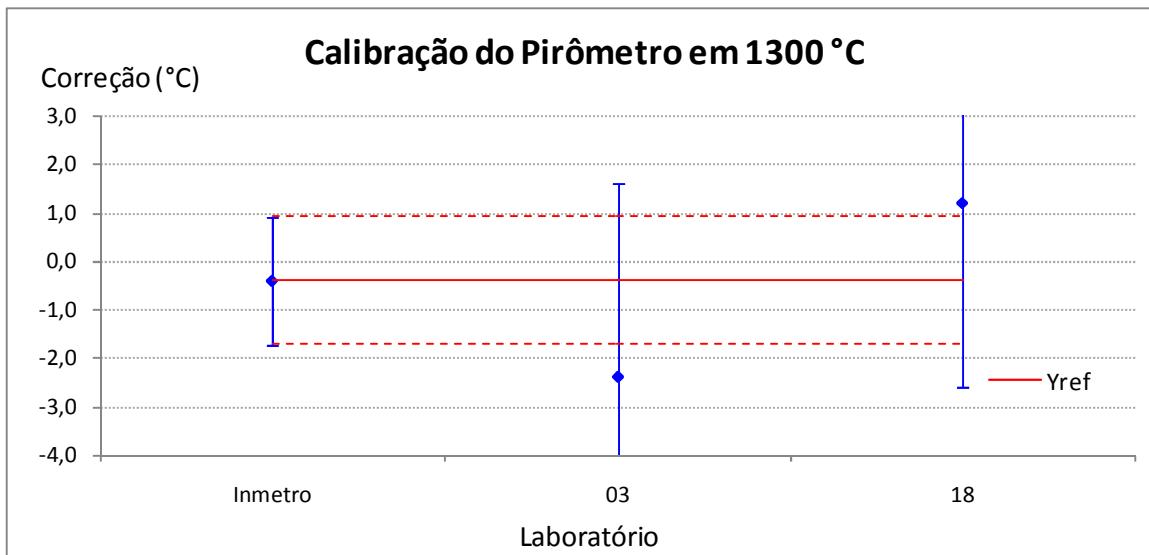


Figura 23: Dispersão dos participantes no ponto 1300 °C.

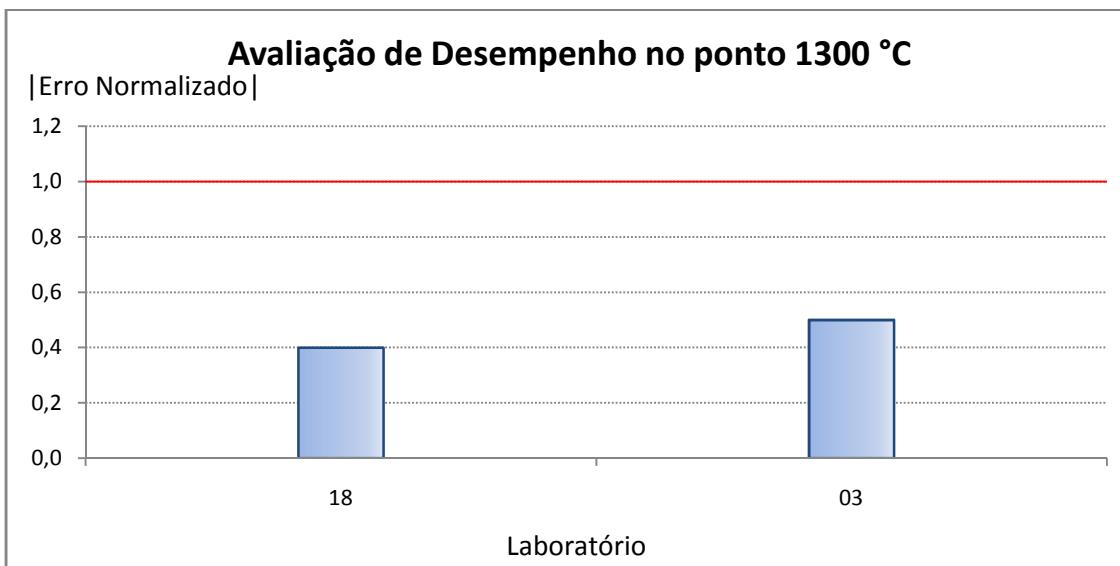


Figura 24: Análise do Erro Normalizado dos laboratórios no ponto 1300 °C.

Por fim, cabe ressaltar que o erro normalizado é apenas um indicativo do desempenho do participante e não oferece, portanto, indicativos de ações corretivas. Cabe a cada participante fazer a sua interpretação e implementar as melhorias que julgar pertinentes.

## 6. Conclusões

A calibração do item de ensaio deveria ser realizada em 12 pontos (230, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100, 1200 e 1300 °C). Contudo, nenhum realizou a calibração em todos os pontos, embora houvesse laboratórios com capacidade para fazê-lo na lista de serviços da RBC. Dos quatorze participantes, dois laboratórios fizeram a calibração em 10 pontos, três em 9 pontos, um laboratório em 8 pontos, um em 6 pontos, seis em 4 pontos e, finalmente, um em apenas 3 pontos. Importa salientar as observações seguintes:

- (1) a faixa de calibração de todos os laboratórios sempre foi contínua, isto é, ou iniciava na temperatura 230 °C ou terminava na temperatura de 1 300 °C.
- (2) apenas 50% dos participantes, ou sete laboratórios, obtiveram 100% de resultados satisfatórios ( $|E_n| \leq 1,0$ ) em todos os pontos de calibração. Dentre os outros, um laboratório obteve 90% de resultados satisfatórios, um laboratório obteve 50% de resultados satisfatórios e quatro laboratórios obtiveram resultados insatisfatórios ( $|E_n| > 1,0$ ) em todos os pontos.

Esta última observação revela que quase a metade dos laboratórios deve tomar ações corretivas em relação aos seus procedimentos para se adequarem as condições requeridas pela ISO 17025. Como evidencia a Tabela 15, estas ações se concentram nas temperaturas mais baixas, onde as incertezas têm valores menores do que em temperaturas mais elevadas.

A tabela a seguir apresenta um quadro geral dos resultados do EP.

Tabela 15 – Calibrações realizadas com o Pirômetro.

Ponto calibrado	Nº de participantes	Nº de participantes com $ E_n  > 1$
230 °C	12	5
300 °C	12	5
400 °C	12	6
500 °C	12	6
600 °C	6	1
700 °C	6	1
800 °C	7	1
900 °C	7	1
1000 °C	6	1
1100 °C	4	0
1200 °C	2	0
1300 °C	2	0

No EP, a previsão era de 168 calibrações realizadas com o pirômetro, considerando todos os pontos a serem calibrados. No entanto, 80 não foram efetuadas, totalizando 88 pontos medidos. Destes, 27 apresentaram resultados com  $|E_n| > 1,0$  (31%).

## 7. Participantes

Quinze laboratórios se inscreveram na 4<sup>a</sup> rodada deste EP, sendo que um não enviou seus resultados. A identidade dos participantes em relação aos resultados do ensaio é confidencial, sendo conhecido apenas pelo responsável do laboratório e pela organização deste ensaio de proficiência. Os participantes foram codificados de forma a não haver possibilidade de associação do resultado com o respectivo laboratório. Os participantes não têm conhecimento da identificação dos outros participantes.

A lista dos participantes é apresentada na Tabela16. É importante ressaltar que a numeração da tabela é apenas indicativa do número de participantes no EP, não estando, em hipótese alguma, associada à identificação dos participantes na apresentação dos resultados.

Tabela 16 – Participantes

Instituição	
1.	Arcelor Mittal Brasil S/A Laboratório de Calibração
2.	Consistec Controles e Sistemas de Automação Ltda Laboratório de Termometria da Consistec
3.	CTJ Metrologia Comércio & Serviços Ltda
4.	ECIL Produtos e Sistemas de Medição e Controle Ltda Laboratório de Metrologia ECIL
5.	Elus Serviço de Instrumentação Ltda ME Elus Instrumentação
6.	Escala Produtos e Serviços de Calibração Ltda
7.	Gero Comércio e Serviços Ltda
8.	Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento LACTEC
9.	Presertec – Serviços de Calibração Ltda
10.	Salcas Indústria e Comércio Ltda Laboratório de Termometria
11.	Sérgio Luiz Lenzi F.I. K&L Laboratórios de Metrologia
12.	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial – SENAI LABKELVIN da Gerência de Pesquisa e Desenvolvimento em Metrologia do Centro Tecnológico CETEC SENAI
13.	Setting Calibrações e Ensaios Ltda – EPP
14.	Visomes Comercial Metrológica Ltda. EPP Visomes Metrologia

Total de participantes: 14.

## **8. Referências Bibliográficas**

- [1] ABNT NBR ISO/IEC 17043:2011: Avaliação de Conformidade – Requisitos Gerais para ensaios de proficiência.
- [2] Guia Para a Expressão da Incerteza de Medição, 3<sup>a</sup> edição, 2003, Inmetro. Capítulo 5 e E3.
- [3] ABNT NBR ISO/IEC 17025:2005: Requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração.
- [4] Vocabulário Internacional de Metrologia: conceitos fundamentais e gerais e termos associados (VIM 2012). 1<sup>a</sup> Edição Luso – Brasileira.

---



Programa de Ensaio da Proficiência do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia - PEP-Inmetro  
Av. Nossa Senhora das Graças, 50 - Xerém - Duque de Caxias - RJ - Brasil CEP: 25250-020  
Tel/Fax: +55 21 2679-9745 - [www.inmetro.gov.br](http://www.inmetro.gov.br) - E-mail: [pep-inmetro@inmetro.gov.br](mailto:pep-inmetro@inmetro.gov.br)