

# Relatório Final do Ensaio de Proficiência na Calibração de Multímetros 6½ dígitos

## 1ª Rodada



**PEP-Inmetro**

PROGRAMA DE ENSAIOS DE PROFICIÊNCIA DO INMETRO

Os resultados deste relatório referem-se somente aos itens ensaiados e aos respectivos participantes. Este relatório somente pode ser reproduzido em sua forma integral. Reproduções parciais devem ser previamente autorizadas pelo Inmetro.



# **ENSAIO DE PROFICIÊNCIA NA CALIBRAÇÃO DE MULTÍMETROS 6½ DÍGITOS – 1ª RODADA**

Período de realização: 07/05/2024 a 28/04/25

## **RELATÓRIO FINAL Nº 003/2025**

### **ORGANIZAÇÃO E COORDENAÇÃO DO ENSAIO DE PROFICIÊNCIA**



Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia – Inmetro

Diretoria de Metrologia Científica, Industrial e Tecnologia – Dimci

Laboratório de Programas de Ensaios de Proficiência

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) – Telefone: (21) 2679-9071

### **COMITÊ DE ORGANIZAÇÃO E COORDENAÇÃO**

Adelcio Rena Lemos (Inmetro/Dimci/Lapep)

Diego Soares Siqueira (Inmetro/Dimci/Lapep)

Edson Afonso (Inmetro/Dimci/Diele)

Leidiane Rangel da Silveira Kefler (Inmetro/Dimci/Lapep)

José Ricardo Bardellini da Silva (Inmetro/Dimci/Lapep)

Lucas Dias Barros (Inmetro/Dimci/Lapep)

Rodrigo Caciano de Sena (Inmetro/Dimci/Lapep) – Chefe do Lapep

Rodrigo Vargas Freitas Ventura (Inmetro/Dimci/Diele/Lacel)

### **COMITÊ TÉCNICO**

Leonardo Victor da Silva Costa (Inmetro/Dimci/ Diele/Lacel)

Marcus Vinicius Viegas Pinto (Inmetro/Dimci/ Diele/Lacel)

Rodrigo Vargas Freitas Ventura (Inmetro/Dimci/Diele/Lacel)

Aprovado por: Rodrigo Caciano de Sena

## SUMÁRIO

1. Introdução .....	3
2. Materiais e Métodos.....	3
2.1. Item de Ensaio.....	3
2.1.1. Preparo do item de ensaio .....	4
2.2. Avaliação da Homogeneidade e da Estabilidade do Item de Ensaio .....	4
2.3. Atribuição dos valores designados do EP .....	5
2.4. Avaliação de Desempenho dos Participantes.....	6
3. Resultados e Discussões .....	6
3.1. Estabilidade do Item de Ensaio .....	6
3.1.1 Tensão Contínua e Tensão Alternada.....	6
3.1.2 Corrente Contínua e Corrente Alternada.....	7
3.1.3 Resistência.....	8
3.2. Atribuição do Valor Designado .....	9
3.2.1. Tensão Contínua e Tensão Alternada.....	9
3.2.2. Corrente Contínua e Corrente Alternada.....	10
3.2.3. Resistência.....	11
3.3. Resultados dos Participantes .....	11
3.3.1. Tensão Contínua e Tensão Alternada.....	11
3.3.2. Corrente Contínua e Corrente Alternada.....	33
3.3.2. Resistência.....	43
3.4. Avaliação de Desempenho – Erro Normalizado .....	49
3.5. Considerações .....	51
3.5.1. Resultados reportados pelos participantes.....	51
4. Confidencialidade .....	53
5. Conclusões .....	53
6. Participantes.....	54
7. Referências Bibliográficas .....	55
8. ANEXO A – Estabilidade do Item de Ensaio.....	56

## 1. Introdução

O multímetro é um instrumento de medição essencial em diversas áreas da engenharia, eletrônica e metrologia, projetado para medir grandezas elétricas como tensão (volts), corrente (amperes) e resistência (ohms), além de, em modelos mais avançados, parâmetros como capacitância, frequência e temperatura.

Sua aplicação abrange desde a manutenção de equipamentos eletrônicos até a pesquisa e desenvolvimento de novas tecnologias. Em oficinas, é usado para diagnosticar falhas em circuitos, como curtos ou interrupções. Na indústria, desempenha um papel crítico na calibração de máquinas e no controle de qualidade de componentes elétricos.

O ensaio de proficiência (EP) na calibração de multímetros de precisão foi motivado pela necessidade de avaliar a capacidade de medição e as condições de execução desse serviço pelos laboratórios acreditados e instituições da comunidade metrológica.

O Laboratório de Calibração em Metrologia Elétrica (Lacel), da Divisão de Metrologia Elétrica (Diele) do Inmetro foi o responsável por realizar as calibrações utilizadas para definir os valores designados deste EP. Esse laboratório é o responsável nacional pela disseminação da rastreabilidade nas grandezas elétricas do escopo deste EP no Brasil.

Este EP teve como objetivo:

- Avaliar o desempenho de laboratórios para calibração de multímetros de 6½ dígitos;
- Identificar eventuais problemas de medição nas referidas grandezas;
- Contribuir para o aumento da confiança nos resultados das medições dos laboratórios.

## 2. Materiais e Métodos

### 2.1. Item de Ensaio

O item de ensaio deste EP foi cedido pelo Lacel e sua descrição encontra-se na Tabela 1.

Tabela 1 – Especificação do Item do EP.

Descrição	Fabricante	Modelo
Multímetro Digital de 6½ dígitos	Fluke	8846A (Nº de série: 1421032)

Fonte: Protocolo de EP Dimci/Lapep nº 001/2023 – Revisão nº 06

### 2.1.1. Preparo do item de ensaio

O item de ensaio foi calibrado no início e ao final da circulação pelo Lacel para as grandezas e pontos de medição descritos na tabela 2.

Tabela 2 – Grandezas e Pontos de Medição.

Grandeza	Pontos de Medição
Tensão Contínua	Faixa: 100 mV / Ponto: 100 mV Faixa: 10 V / Ponto: 5 V Faixa: 1000 V / Ponto: 950 V
Tensão Alternada	Faixa: 100 mV / Ponto: 100 mV (60 Hz e 1 kHz) (Opcionais: 50 Hz e 10 kHz) Faixa: 10 V / Ponto: 5 V (60 Hz e 1 kHz) (Opcionais: 50 Hz e 10 kHz) Faixa: 1000 V / Pontos: 127 V, 220 V e 700 V (60 Hz e 1 kHz) (Opcional: 50 Hz)
Corrente Contínua	Faixa: 1 mA / Ponto: 1 mA Faixa: 100 mA / Ponto: 100 mA
Corrente Alternada	Faixa: 10 mA / Ponto: 10 mA (60 Hz e 1 kHz) (Opcional: 50 Hz) Faixa: 100 mA / Ponto: 100 mA (60 Hz e 1 kHz) (Opcional: 50 Hz)
Resistência	Faixa: 10 $\Omega$ / Ponto: 10 $\Omega$ Faixa: 10 k $\Omega$ / Ponto: 10 k $\Omega$ Faixa: 10 M $\Omega$ / Ponto: 10 M $\Omega$

Fonte: Protocolo de EP Dimci/Lapep nº 001/2023 – Revisão nº 06

O erro em cada ponto de calibração foi calculado como a diferença entre o valor medido o valor de referência.

### 2.2. Avaliação da Homogeneidade e da Estabilidade do Item de Ensaio

A avaliação da homogeneidade não se aplica neste EP.

A estabilidade das grandezas avaliadas neste EP foi realizada por meio do erro normalizado (equação 1), comparando os resultados das calibrações realizadas no início do EP ( $L_{ant}$ ) e das calibrações realizadas ao final ( $L_{post}$ ), conforme definido no cronograma de circulação do item de ensaio.

$$|E_n| = \frac{|L_{post} - L_{ant}|}{2\sqrt{u_{post}^2 + u_{ant}^2 + u_{estabilidade}^2}} \quad (1)$$

Na qual;

$E_n$  é o valor do erro normalizado;

$L_{post}$  é o valor da medição (do laboratório de referência) ao final do EP;

$L_{ant}$  é o valor da medição (do laboratório de referência) antes da circulação entre os participantes;

$u_{post}$  e  $u_{ant}$  são as respectivas incertezas-padrão;

$u_{estabilidade}$  é a incerteza-padrão associada com o histórico de estabilidade do item de ensaio.

Nos casos em que os parâmetros que apresentaram valores de  $|E_n|$  superior a 1,0; realizou-se uma análise para avaliar se a instabilidade observada estava dentro dos limites aceitáveis.

### 2.3. Atribuição dos valores designados do EP

O valor designado para cada ponto de calibração foi determinado a partir dos resultados das calibrações realizadas pelo laboratório do Inmetro, por meio da Equação 2 e a incerteza expandida foi calculada de acordo com a Equação 3.

$$x_{pt} = \frac{e_{ant} + e_{post}}{2} \quad (2)$$

Na qual:

$x_{pt}$  = valor designado para cada ponto de medição;

$e_{ant}$  = erro obtido na calibração inicial realizada pelo Lacel/Diele/Inmetro;

$e_{post}$  = erro obtido na calibração realizada pelo Lacel/Diele/Inmetro

$$U(x_{pt}) = k \cdot \sqrt{u_{post}^2 + u_{ant}^2 + u_{estabilidade}^2} \quad (3)$$

Na qual:

$U(x_{pt})$  = valor de incerteza expandida do valor designado;

$u_{ant}$  = valor de incerteza-padrão da calibração inicial realizada Lacel/Diele/Inmetro;

$u_{post}$  = valor de incerteza-padrão da calibração realizada pelo Lacel/Diele/ Inmetro ao final do EP;

$u_{est}$  = valor da incerteza-padrão do histórico de estabilidade do item de ensaio do EP;

$k$  = fator de abrangência ( $k = 2,00$ ).

A rastreabilidade ao Sistema Internacional de Unidades (SI) foi assegurada pelos respectivos certificados de calibração emitidos pelo Lacel para o item de ensaio especificado neste relatório.

## **2.4. Avaliação de Desempenho dos Participantes**

Para a avaliação de desempenho dos participantes foi utilizado o erro normalizado ( $E_n$ ). Este parâmetro serve para verificar se o resultado da medição de cada participante está em conformidade com o valor designado, levando em consideração os resultados das medições e suas respectivas incertezas. O erro normalizado foi calculado conforme a Equação 4.

$$E_{n_i} = \frac{x_i - x_{pt}}{\sqrt{U_i^2 + U^2(x_{pt})}} \quad (4)$$

Na qual:

$x_i$  = resultado de medição obtida pelo i-ésimo participante;

$x_{pt}$  = valor designado para cada ponto de calibração;

$U(x_{pt})$  = valor da incerteza expandida do valor designado em cada ponto de calibração;

$U_i$  = valor da incerteza expandida de  $x_i$  obtida pelo i-ésimo participante.

A interpretação do valor do ( $E_n$ ) para avaliação do desempenho de cada participante está descrita abaixo:

$|E_n| < 1,0$       indica desempenho “satisfatório” e não gera sinal;

$|E_n| \geq 1,0$       indica desempenho “insatisfatório” e gera um sinal de ação.

O valor de  $E_n$  para cada participante foi arredondado para duas casas decimais, seguindo as regras de arredondamento. Valores de  $E_n$  superiores à 10 foram reportados com apenas uma casa decimal.

## **3. Resultados e Discussões**

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

A estabilidade do item de ensaios foi avaliada por meio da comparação dos resultados das calibrações realizadas pelos laboratórios do Inmetro, conforme descrito na seção 2.2 deste relatório.

#### **3.1.1 Tensão Contínua e Tensão Alternada**

Os resultados da avaliação da estabilidade do multímetro utilizado neste EP para as grandezas tensão contínua e tensão alternada são apresentados nas tabelas 3 e 4, respectivamente.

Tabela 3: Avaliação da estabilidade do item de ensaio: tensão contínua.

Tensão Contínua				
Faixa	Valor Nominal	$ L_{post} - L_{ant} $	$2\sqrt{u_{post}^2 + u_{ant}^2 + u_{estabilidade}^2}$	$ E_n $
100 mV	100 mV	0,0010 mV	0,0012 mV	0,83
10 V	5 V	0,00002 V	0,00003 V	0,67
1000 V	950 V	0,006 V	0,006 V	1,00

Fonte: Certificados de calibração Dimci 0442/2024 e Dimci 0145/2025

Tabela 4: Avaliação da estabilidade do item de ensaio: tensão alternada.

Tensão Alternada					
Faixa	Valor Nominal	Frequência	$ L_{post} - L_{ant} $	$2\sqrt{u_{post}^2 + u_{ant}^2 + u_{estabilidade}^2}$	$ E_n $
100 mV	100 mV	50 Hz	0,0020 mV	0,0053 mV	0,38
10 V	5 V	50 Hz	0,00003 V	0,00030 V	0,10
1000 V	127 V	50 Hz	0,003 V	0,018 V	0,17
	220 V		0,001 V	0,049 V	0,02
	700 V		0,003 V	0,038 V	0,08
100 mV	100 mV	60 Hz	0,0017 mV	0,0040 mV	0,43
10 V	5 V	60 Hz	0,00006 V	0,00028 V	0,21
1000 V	127 V	60 Hz	0,018 V	0,018 V	1,00
	220 V		0,016 V	0,033 V	0,48
	700 V		0,003 V	0,050 V	0,06
100 mV	100 mV	1 kHz	0,0012 mV	0,0046 mV	0,26
10 V	5 V	1 kHz	0,00008 V	0,00029 V	0,28
1000 V	127 V	1 kHz	0,009 V	0,015 V	0,60
	220 V		0,006 V	0,037 V	0,16
	700 V		0,009 V	0,033 V	0,27
100 mV	100 mV	10 kHz	0,0010 mV	0,0047 mV	0,21
10 V	5 V		0,00007 V	0,00028 V	0,25

Fonte: Certificados de calibração Dimci 0442/2024 e Dimci 0145/2025

Todos os valores de  $|E_n|$  para as faixas calibradas para as grandezas tensão contínua e tensão alternada foram menores ou iguais a 1, indicando que a variação observada entre o início e o final do ensaio de proficiência não foi significativa a ponto de impactar a avaliação de desempenho dos participantes.

### 3.1.2 Corrente Contínua e Corrente Alternada

Os resultados da avaliação da estabilidade para as grandezas corrente contínua e corrente alternada são apresentados nas tabelas 5 e 6.



Nota – No Anexo A são apresentados os dados das calibrações, das incertezas das calibrações e da estabilidade do item de ensaio que foram utilizadas para calcular os valores de  $E_n$  para cada ponto de calibração.

Tabela 5: Avaliação da estabilidade do item de ensaio: corrente contínua

Corrente Contínua				
Faixa (mA)	Valor Nominal (mA)	$ L_{post} - L_{ant} $	$2\sqrt{u_{post}^2 + u_{ant}^2 + u_{estabilidade}^2}$	$ E_n $
1	1	0,000004 mA	0,000018 mA	0,22
100	100	0,0009 mA	0,0039 mA	0,23

Fonte: Certificados de calibração Dimci 0442/2024 e Dimci 0145/2025

Tabela 6: Avaliação da estabilidade do item de ensaio: corrente alternada.

Corrente Alternada					
Faixa (mA)	Valor Nominal (mA)	Frequência	$ L_{post} - L_{ant} $	$2\sqrt{u_{post}^2 + u_{ant}^2 + u_{estabilidade}^2}$	$ E_n $
10	10	50 Hz	0,0001 mA	0,0005 mA	0,20
100	100		0,002 mA	0,006 mA	0,33
10	10	60 Hz	0,0001 mA	0,0006 mA	0,17
100	100		0,001 mA	0,007 mA	0,14
10	10	1 kHz	0,0000 mA	0,0005 mA	0,00
100	100		0,002 mA	0,006 mA	0,33

Fonte: Certificados de calibração Dimci 0442/2024 e Dimci 0145/2025

Todos os valores de  $|E_n|$  para as faixas calibradas para as grandezas corrente contínua e corrente alternada foram menores ou iguais a 1, indicando que a variação observada entre o início e o final do ensaio de proficiência não foi significativa a ponto de impactar a avaliação de desempenho dos participantes.

### 3.1.3 Resistência

Os resultados da avaliação da estabilidade para a grandeza resistência são apresentados na tabela 7.

Tabela 7: Avaliação da estabilidade do item de ensaio: resistência.

Resistência				
Faixa	Valor Nominal	$ L_{post} - L_{ant} $	$2\sqrt{u_{post}^2 + u_{ant}^2 + u_{estabilidade}^2}$	$ E_n $
10 $\Omega$	10 $\Omega$	0,00026 $\Omega$	0,00026 $\Omega$	1,00
10 k $\Omega$	10 k $\Omega$	0,00001 k $\Omega$	0,00007 k $\Omega$	0,14
10 M $\Omega$	10 M $\Omega$	0,00039 M $\Omega$	0,00042 M $\Omega$	0,93

Fonte: Certificados de calibração Dimci 0442/2024 e Dimci 0145/2025

Todos os valores de  $|E_n|$  para as faixas calibradas para a grandezas resistência foram menores ou iguais a 1, indicando que a variação observada entre o início e o final do ensaio de proficiência não foi significativa a ponto de impactar a avaliação de desempenho dos participantes.

### 3.2. Atribuição do Valor Designado

O valor designado para todas as grandezas e pontos de calibração foi determinado como o valor médio da calibração inicial e final, conforme descrito na seção 2.3. A incerteza expandida de cada valor designado foi calculada conforme a equação 2 (seção 2.3).

#### 3.2.1. Tensão Contínua e Tensão Alternada

As tabelas 8 e 9 apresentam o valor designado com sua respectiva incerteza expandida para cada ponto de calibração das grandezas tensão contínua e tensão alternada.

Tabela 8: Valores designados e incertezas expandidas: tensão contínua.

Tensão Contínua			
Faixa (mV)	Valor Nominal (mV)	Erro (mV)	U (mV)
100	100	-0,0011	0,0012
Faixa (V)	Valor Nominal (V)	Erro (V)	U (V)
10	5	0,00002	0,00003
1000	950	0,003	0,006

Fonte: Certificados de calibração Dimci 0442/2024 e Dimci 0145/2025

Tabela 9: Valores designados e incertezas expandidas: tensão alternada.

Tensão Alternada				
Faixa (mV)	Valor Nominal (mV)	Frequência	Erro (mV)	U (mV)
100	100	50 H	0,0415	0,0053
		60 Hz	0,0404	0,0040
		1 kHz	0,0494	0,0046
		10 kHz	0,0401	0,0047
Faixa (V)	Valor de Referência (V)	Frequência	Erro (V)	U (V)
10	5	50 H	-0,00059	0,00030
		60 Hz	-0,00066	0,00028
		1 kHz	-0,00025	0,00029
		10 kHz	-0,00024	0,00028
1000	127	50 H	-0,066	0,018
		60 Hz	-0,059	0,018
		1 kHz	-0,054	0,015
	220	50 H	-0,031	0,049
		60 Hz	-0,030	0,033
		1 kHz	-0,021	0,037
	700	50 H	-0,067	0,038
		60 Hz	-0,080	0,050
		1 kHz	-0,020	0,033

Fonte: Certificados de calibração Dimci 0442/2024 e Dimci 0145/2025

### 3.2.2. Corrente Contínua e Corrente Alternada

As tabelas 10 e 11 apresentam o valor designado com sua respectiva incerteza expandida para cada ponto de calibração das grandezas corrente contínua e corrente alternada.

Tabela 10: Valores designados e incertezas expandidas: corrente contínua.

Corrente Contínua			
Faixa (mA)	Valor Nominal (mA)	Erro (mA)	U (mA)
1	1	0,000071	0,000018
100	100	-0,0053	0,0039

Fonte: Certificados de calibração Dimci 0442/2024 e Dimci 0145/2025

Tabela 11: Valores designados e incertezas expandidas: corrente alternada

Corrente Alternada				
Faixa (mA)	Valor Nominal (mA)	Frequência	Erro (mA)	U (mA)
10	10	50 Hz	0,0045	0,0005
		60 Hz	0,0044	0,0006
		1 kHz	0,0050	0,0005
100	100	50 Hz	0,040	0,006
		60 Hz	0,038	0,007
		1 kHz	0,048	0,006

Fonte: Certificados de calibração Dimci 0442/2024 e Dimci 0145/2025

### 3.2.3. Resistência

A tabela 12 apresenta o valor designado com sua respectiva incerteza expandida para cada ponto de calibração da grandeza resistência.

Tabela 12: Valores designados e incertezas expandidas: resistência.

Resistência			
Faixa	Valor Nominal	Erro	U
10 $\Omega$	10 $\Omega$	-0,00070 $\Omega$	0,00026 $\Omega$
10 k $\Omega$	10 k $\Omega$	-0,00019 k $\Omega$	0,00007 k $\Omega$
10 M $\Omega$	10 M $\Omega$	-0,00033 M $\Omega$	0,00042 M $\Omega$

Fonte: Certificados de calibração Dimci 0442/2024 e Dimci 0145/2025

### 3.3. Resultados dos Participantes

Os resultados reportados pelos participantes referentes às calibrações do item de ensaio estão detalhados nas subseções subsequentes.

**Os participantes são identificados nos gráficos, tabelas e textos deste relatório pelos dois últimos caracteres do seu código de identificação.**

#### 3.3.1. Tensão Contínua e Tensão Alternada

Os resultados das medições do item de ensaio para as grandezas de tensão contínua e alternada, reportados pelos participantes, estão detalhados nas tabelas 13 a 22. Esses resultados são exibidos com o número de casas decimais conforme informado por cada participante.

Cabe destacar que os participantes 16, 29 e 44 apresentaram os valores das calibrações para o valor nominal de 100 mV em volts (V), e, para fins de normalização, o Comitê de organização realizou a

conversão desses dados para milivolts (mV). Essa conversão foi realizada de forma excepcional pelo Comitê de Organização.

Tabela 13: Resultados das calibrações para grandeza tensão contínua reportadas pelos participantes.

Tensão Contínua			
Código do Participante	Erro (mV)	U (mV)	k
Valor Nominal 100 mV			
5	-0,0022	0,005	2
6	-0,00277	0,00082	2,05
11	-0,002	0,015	2
15	0,0013	0,0083	2
16	-0,0002	0,0006	2
21	-0,0027	0,0012	2
22	-0,00014	0,00072	2
29	-0,005	0,018	2,00
34	0,00014	0,0024	2
40	0,0004	0,0013	2
44	-0,0021	0,0036	2
46	-0,0022 mV	0,002 mV	2,00

Fonte: Participantes da 1ª Rodada do EP na calibração de Multímetro.

Tabela 14: Resultados das calibrações para grandeza tensão contínua reportadas pelos participantes.

Tensão Contínua			
Código do Participante	Erro (V)	U (V)	k
Valor Nominal 5 V			
5	0,00007	0,00013	2,04
6	0,000009	0,000026	2
11	0,00004	0,0004	2
15	-0,00003	0,00025	2
16	0,00002	0,00003	2
21	0,000037	0,00003	2
22	0,000019	0,000026	2
29	0,0000	0,0020	2,00
34	-0,00003	0,000070	2
40	0,00003	0,00003	2
44	0,00001	0,0002	2
46	0,000018 V	0,000026 V	2,00

Tensão Contínua			
Código do Participante	Erro (V)	U (V)	k
Valor Nominal 950 V			
5	-0,001	0,014	2
6	-0,003	0,007	2
11	0,005	0,068	2
15	-0,008	0,076	2
16	0,002	0,006	2
21	-0,004	0,0115	2
22	0,0015	0,007	2
29	-0,007	0,044	2,00
34	-0,011	0,014	2
40	0,002	0,008	2
44	-0,002	0,022	2
46	0,0059 V	0,0080 V	2,00

Fonte: Participantes da 1ª Rodada do EP na calibração de Multímetro.

Tabela 15: Resultados das calibrações para grandeza tensão alternada para a frequência de 50 Hz reportadas pelos participantes.

Tensão Alternada			
Código do Participante	Erro (mV)	U (mV)	k
Valor Nominal 100 mV (50 Hz)			
5	N/A	N/A	N/A
6	N/A	N/A	N/A
11	0,049	0,09	2,01
15	-0,05	0,20	2
16	N/A	N/A	N/A
21	0,024	0,015	2
22	N/A	N/A	N/A
29	N/A	N/A	N/A
34	0,0244	0,019	2
40	0,037	0,017	2
44	N/A	N/A	N/A
46	0,046 mV	0,018 mV	2,00

Fonte: Participantes da 1ª Rodada do EP na calibração de Multímetro.

N/A = Não Aplicado.

Tabela 16: Resultados das calibrações para grandeza tensão alternada para a frequência de 50 Hz reportadas pelos participantes.

Tensão Alternada			
Código do Participante	Erro (V)	U (V)	k
Valor Nominal 5 V (50 Hz)			
5	N/A	N/A	N/A
6	N/A	N/A	N/A
11	-0,0008	0,0037	2
15	-0,0014	0,0069	2
16	N/A	N/A	N/A
21	-0,00019	0,00031	2
22	N/A	N/A	N/A
29	N/A	N/A	N/A
34	-0,00200	0,0012	2
40	-0,00069	0,00064	2
44	N/A	N/A	N/A
46	-0,00039 V	0,00036 V	2,00
Valor Nominal 127 V (50 Hz)			
5	N/A	N/A	N/A
6	N/A	N/A	N/A
11	-0,05	0,13	2
15	-0,02	0,19	2
16	N/A	N/A	N/A
21	-0,0063	0,0079	2
22	N/A	N/A	N/A
29	N/A	N/A	N/A
34	0,234	0,70	2,32
40	-0,06	0,008	2
44	N/A	N/A	N/A
46	-0,065 V	0,013 V	2,00
Valor Nominal 220 V (50 Hz)			
5	N/A	N/A	N/A
6	N/A	N/A	N/A
11	0	0,21	2
15	-0,07	0,33	2
16	N/A	N/A	N/A
21	-0,024	0,015	2
22	N/A	N/A	N/A

Tensão Alternada			
Código do Participante	Erro (V)	U (V)	k
29	N/A	N/A	N/A
34	-0,033	0,041	2
40	-0,024	0,022	2
44	N/A	N/A	N/A
46	-0,021 V	0,024 V	2,00
Valor Nominal 700 V (50 Hz)			
5	N/A	N/A	N/A
6	N/A	N/A	N/A
11	-0,02	0,95	2
15	-0,17	0,74	2
16	N/A	N/A	N/A
21	-0,052	0,044	2
22	N/A	N/A	N/A
29	N/A	N/A	N/A
34	-0,118	0,23	2
40	-0,068	0,061	2
44	N/A	N/A	N/A
46	-0,036 V	0,077 V	2,00

Fonte: Participantes da 1ª Rodada do EP na calibração de Multímetro.  
N/A = Não Aplicado.

Tabela 17: Resultados das calibrações para grandeza tensão alternada para a frequência de 60 Hz reportadas pelos participantes.

Tensão Alternada			
Código do Participante	Erro (mV)	U (mV)	k
Valor Nominal 100 mV (60 Hz)			
5	0,035	0,069	2
6	0,04	0,019	2
11	0,05	0,09	2
15	-0,040	0,20	2
16	0,032	0,017	2
21	0,022	0,015	2
22	0,036	0,021	2,03
29	0	0,14	3,31
34	0,0285	0,019	2



Tensão Alternada			
Código do Participante	Erro (mV)	U (mV)	k
40	0,037	0,017	2
44	0,0374	28	2
46	0,044 mV	0,018 mV	2,00

Fonte: Participantes da 1ª Rodada do EP na calibração de Multímetro.

Tabela 18: Resultados das calibrações para grandeza tensão alternada para a frequência de 60 Hz reportadas pelos participantes.

Tensão Alternada			
Código do Participante	Erro (V)	U (V)	k
Valor Nominal 5 V (60 Hz)			
5	-0,0015	0,0018	2
6	-0,00066	0,00077	2
11	-0,0006	0,0037	2
15	-0,0007	0,0069	2
16	-0,00198	0,00078	2
21	-0,0002	0,00031	2
22	-0,00061	0,00082	2
29	-0,001	0,013	2,37
34	-0,00187	0,0012	2
40	-0,00077	0,00064	2
44	-0,00083	0,002	2
46	-0,00039 V	0,00037 V	2,01
Valor Nominal 127 V (60 Hz)			
5	-0,065	0,091	2
6	-0,063	0,016	2
11	-0,07	0,13	2
15	-0,05	0,19	2
16	-0,203	0,016	2
21	-0,0053	0,0079	2
22	-0,043	0,017	2
29	-0,07	0,13	2,00
34	-0,079	0,026	2
40	-0,065	0,008	2
44	-0,065	0,032	2

Tensão Alternada			
Código do Participante	Erro (V)	U (V)	k
46	-0,068 V	0,013 V	2,00
Valor Nominal 220 V (60 Hz)			
5	-0,03	0,13	2
6	-0,033	0,054	2
11	-0,02	0,21	2
15	-0,06	0,33	2
16	-0,158	0,051	2
21	-0,016	0,015	2
22	-0,019	0,056	2,01
29	-0,04	0,13	2,00
34	-0,047	0,041	2
40	-0,031	0,022	2
44	-0,028	0,053	2
46	-0,023 V	0,024 V	2,00
Valor Nominal 700 V (60 Hz)			
5	-0,19	0,32	2
6	-0,07	0,12	2
11	-0,05	0,95	2
15	-0,1	1,4	2
16	-0,23	0,1	2
21	-0,0511	0,044	2
22	-0,05	0,12	2
29	-0,05	0,45	2,18
34	-0,133	0,23	2
40	-0,082	0,061	2
44	-0,072	0,26	2
46	-0,043 V	0,076 V	2,00

Fonte: Participantes da 1ª Rodada do EP na calibração de Multímetro.

Tabela 19: Resultados das calibrações para grandeza tensão alternada para a frequência de 1 kHz reportadas pelos participantes.

Tensão Alternada			
Código do Participante	Erro (mV)	U (mV)	k
Valor Nominal 100 mV (1 kHz)			
5	N/A	N/A	N/A
6	0,051	0,016	2
11	N/A	N/A	N/A
15	-0,05	0,20	2
16	N/A	N/A	N/A
21	0,025	0,015	2
22	N/A	N/A	N/A
29	0,01	0,14	2,00
34	N/A	N/A	N/A
40	0,045	0,017	2
44	0,0374	28	2
46	0,052 mV	0,018 mV	2,00

Fonte: Participantes da 1ª Rodada do EP na calibração de Multímetro.

N/A = Não Aplicado.

Tabela 20: Resultados das calibrações para grandeza tensão alternada para a frequência de 1 kHz reportadas pelos participantes.

Tensão Alternada			
Código do Participante	Erro (V)	U (V)	k
Valor Nominal 5 V (1 kHz)			
5	N/A	N/A	N/A
6	-0,00033	0,00069	2
11	N/A	N/A	N/A
15	-0,0015	0,0069	2
16	N/A	N/A	N/A
21	-0,0004	0,00031	2
22	N/A	N/A	N/A
29	-0,001	0,013	2,01
34	N/A	N/A	N/A
40	-0,0003	0,00064	2
44	-0,00083	0,0031	2
46	-0,00007 V	0,00032 V	2,00

Tensão Alternada			
Código do Participante	Erro (V)	U (V)	k
Valor Nominal 127 V (1 kHz)			
5	N/A	N/A	N/A
6	-0,051	0,015	2
11	N/A	N/A	N/A
15	-0,04	0,19	2
16	N/A	N/A	N/A
21	-0,0043	0,0079	2
22	N/A	N/A	N/A
29	-0,07	0,13	2,00
34	N/A	N/A	N/A
40	-0,047	0,008	2
44	-0,065	0,039	2
46	-0,050 V	0,013 V	2,00
Valor Nominal 220 V (1 kHz)			
5	N/A	N/A	N/A
6	-0,021	0,054	2
11	N/A	N/A	N/A
15	-0,06	0,33	2
16	N/A	N/A	N/A
21	-0,013	0,015	2
22	N/A	N/A	N/A
29	-0,04	0,13	2,00
34	N/A	N/A	N/A
40	-0,009	0,022	2
44	-0,028	0,058	2
46	-0,005 V	0,024 V	2,00
Valor Nominal 700 V (1 kHz)			
5	N/A	N/A	N/A
6	-0,01	0,12	2
11	N/A	N/A	N/A
15	-0,17	0,74	2
16	N/A	N/A	N/A
21	-0,0423	0,044	2
22	N/A	N/A	N/A
29	0,0	0,45	2,00
34	N/A	N/A	N/A
40	-0,015	0,061	2

Tensão Alternada			
Código do Participante	Erro (V)	U (V)	k
44	-0,072	0,26	2
46	0,011 V	0,077 V	2,00

Fonte: Participantes da 1ª Rodada do EP na calibração de Multímetro.

N/A = Não Aplicado.

Tabela 21: Resultados das calibrações para grandeza tensão alternada para a frequência de 10 kHz reportadas pelos participantes.

Tensão Alternada			
Código do Participante	Erro (mV)	U (mV)	k
Valor Nominal 100 mV (10 kHz)			
5	N/A	N/A	N/A
6	0,046	0,021	2
11	N/A	N/A	N/A
15	N/A	N/A	N/A
16	N/A	N/A	N/A
21	N/A	N/A	N/A
22	N/A	N/A	N/A
29	N/A	N/A	N/A
34	N/A	N/A	N/A
40	0,039	0,018	2
44	N/A	N/A	N/A
46	0,043 mV	0,018 mV	2,00

Fonte: Participantes da 1ª Rodada do EP na calibração de Multímetro.

N/A = Não Aplicado.

Tabela 22: Resultados das calibrações para grandeza tensão alternada para a frequência de 10 kHz reportadas pelos participantes.

Tensão Alternada			
Código do Participante	Erro (V)	U (V)	k
Valor Nominal 5 V (10 kHz)			
5	N/A	N/A	N/A
6	-0,00027	0,00088	2
11	N/A	N/A	N/A

Tensão Alternada			
Código do Participante	Erro (V)	U (V)	k
15	N/A	N/A	N/A
16	N/A	N/A	N/A
21	N/A	N/A	N/A
22	N/A	N/A	N/A
29	N/A	N/A	N/A
34	N/A	N/A	N/A
40	-0,0003	0,001	2
44	N/A	N/A	N/A
46	-0,00006 V	0,00032 V	2,00

Fonte: Participantes da 1ª Rodada do EP na calibração de Multímetro.  
N/A = Não Aplicado.

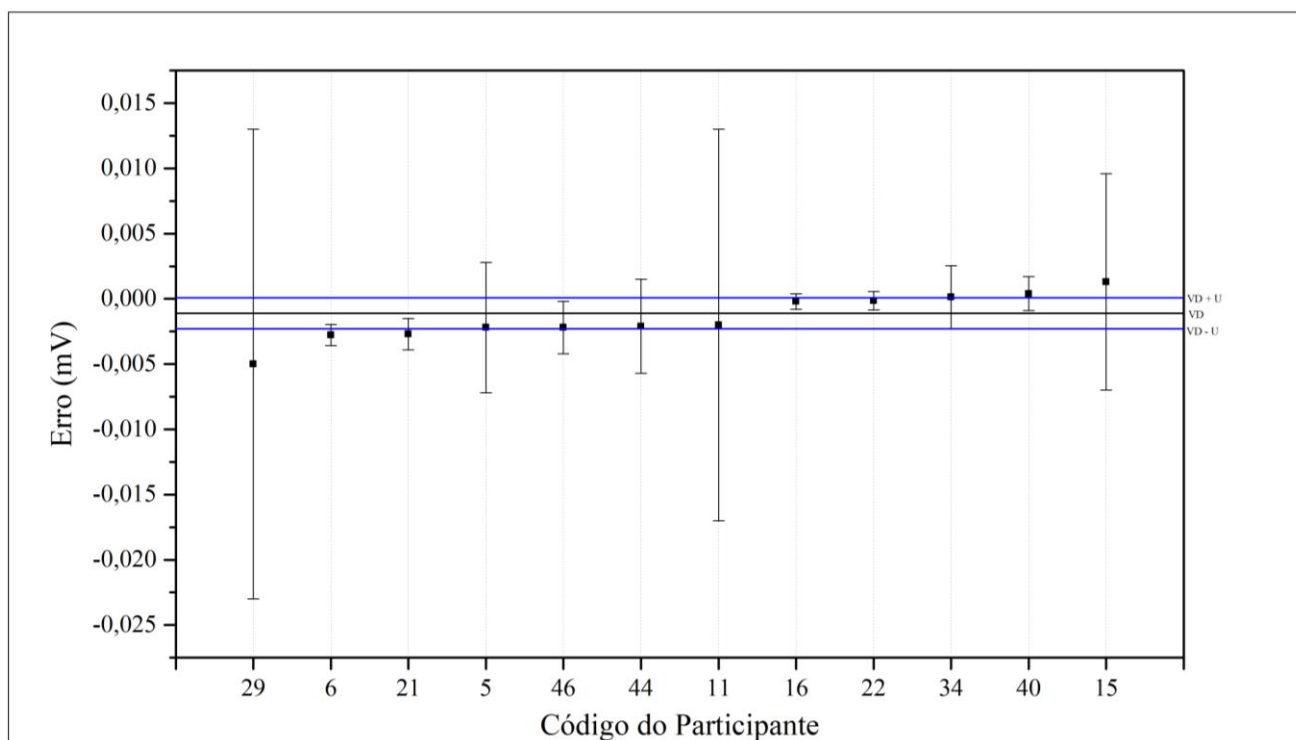
As figuras 1 a 23 mostram a dispersão dos resultados das medições reportados pelos participantes para as grandezas de tensão contínua e tensão alternada, considerando cada valor nominal previsto no protocolo desta rodada.

Nos gráficos, as barras de erro indicam a incerteza expandida dos resultados informados por cada participante. A linha contínua preta representa o valor designado (VD) para cada ponto de calibração, enquanto as linhas contínuas azuis delimitam a faixa de  $VD \pm U$ .

Em alguns casos, o erro dos valores reportados por um ou mais participantes apresentou desvios significativos em relação ao VD. Em outras situações, a incerteza expandida informada foi tão elevada que comprometeu a visualização dos dados. Nesses casos, optou-se por apresentar dois gráficos: um incluindo os resultados de todos os participantes e outro com uma ampliação da região próxima ao VD, permitindo uma análise mais detalhada dos resultados dos participantes cujos valores demonstraram maior consistência entre si e em relação ao VD.

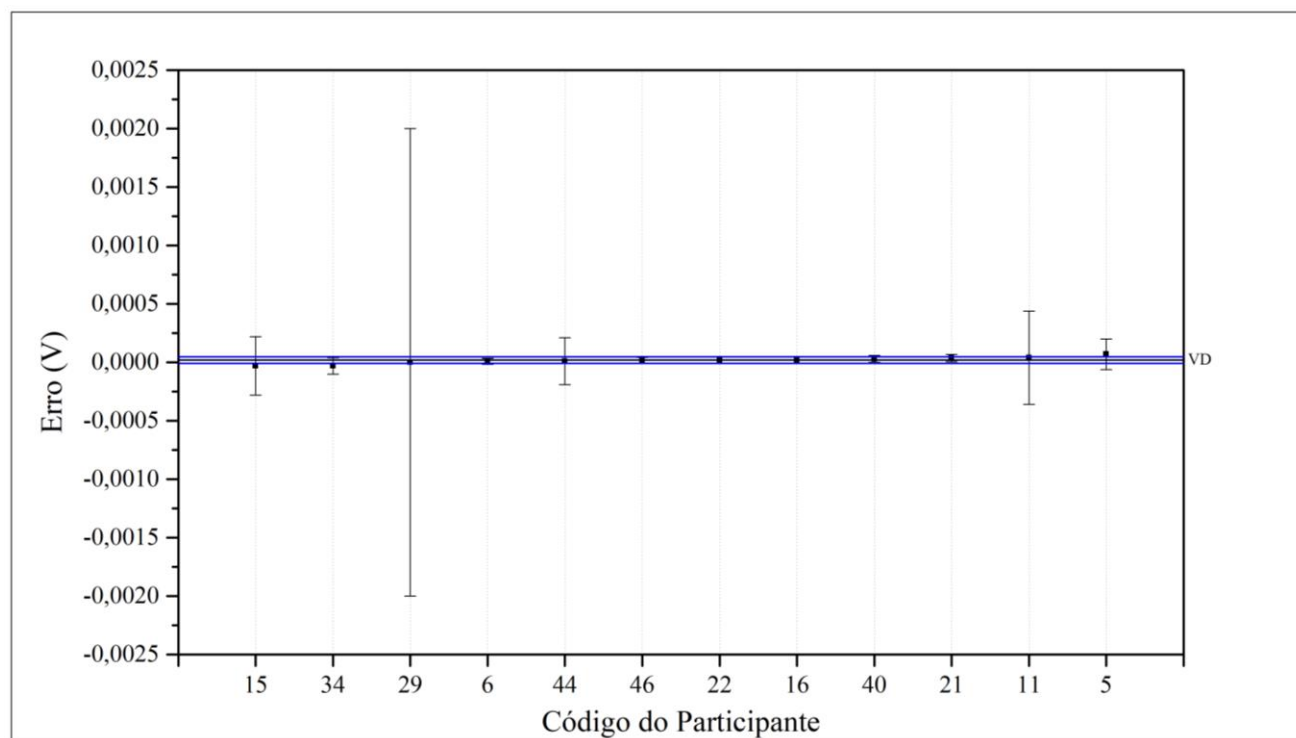
Os resultados dos participantes são apresentados nos gráficos em ordem crescente dos erros de calibração reportados. Assim, a posição dos participantes nos gráficos pode variar conforme a magnitude desses erros.

Figura 1: Dispersão dos resultados dos laboratórios – tensão contínua.  
(valor nominal - 100 mV)



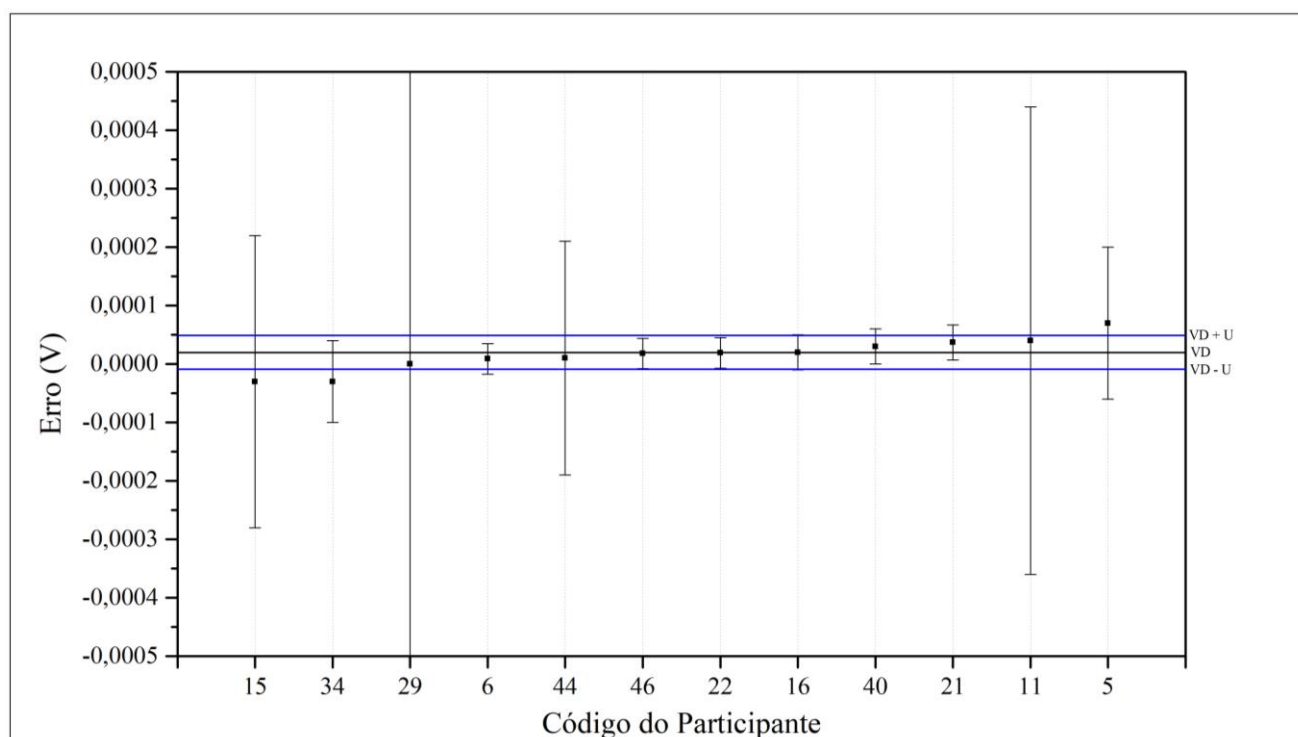
Fonte: Inmetro/Dimci/Lapep

Figura 2: Dispersão dos resultados dos laboratórios – tensão contínua.  
(valor nominal – 5 V)



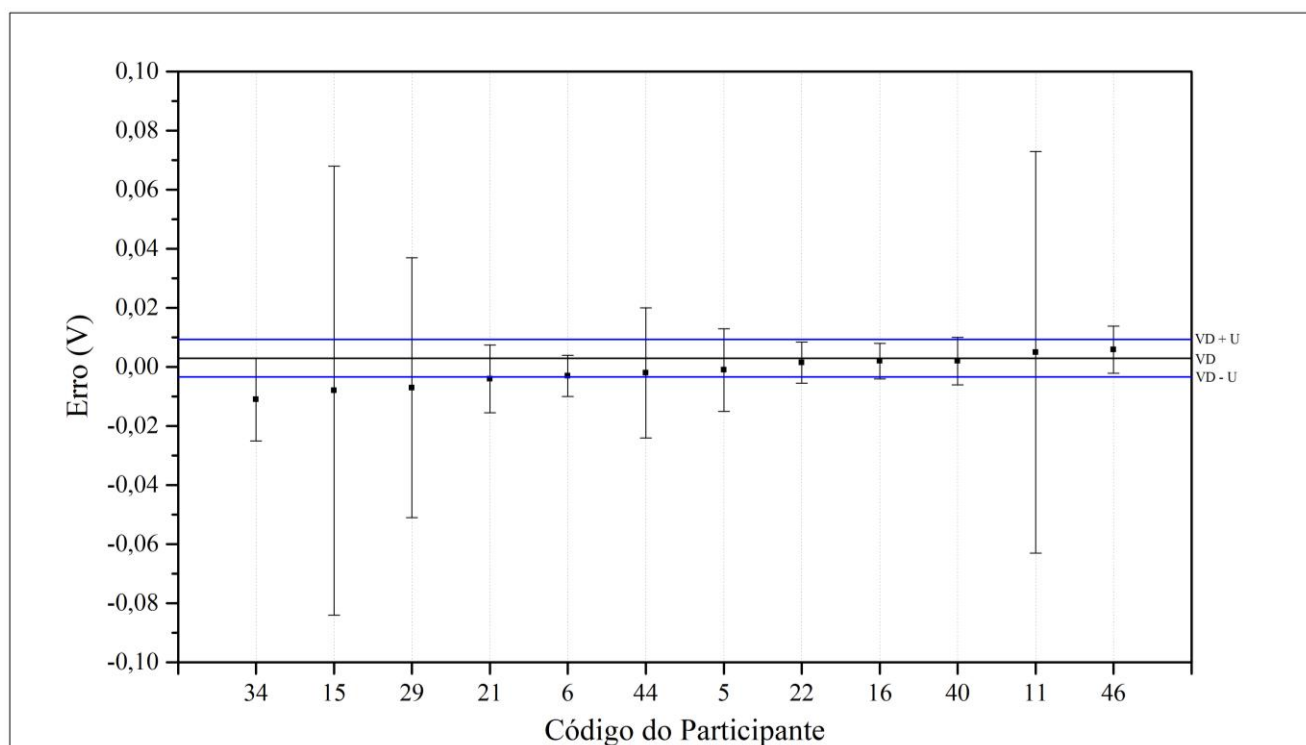
Fonte: Inmetro/Dimci/Lapep

Figura 3: Ampliação da figura 2 – tensão contínua.  
(valor nominal – 5 V)



Fonte: Inmetro/Dimci/Lapep

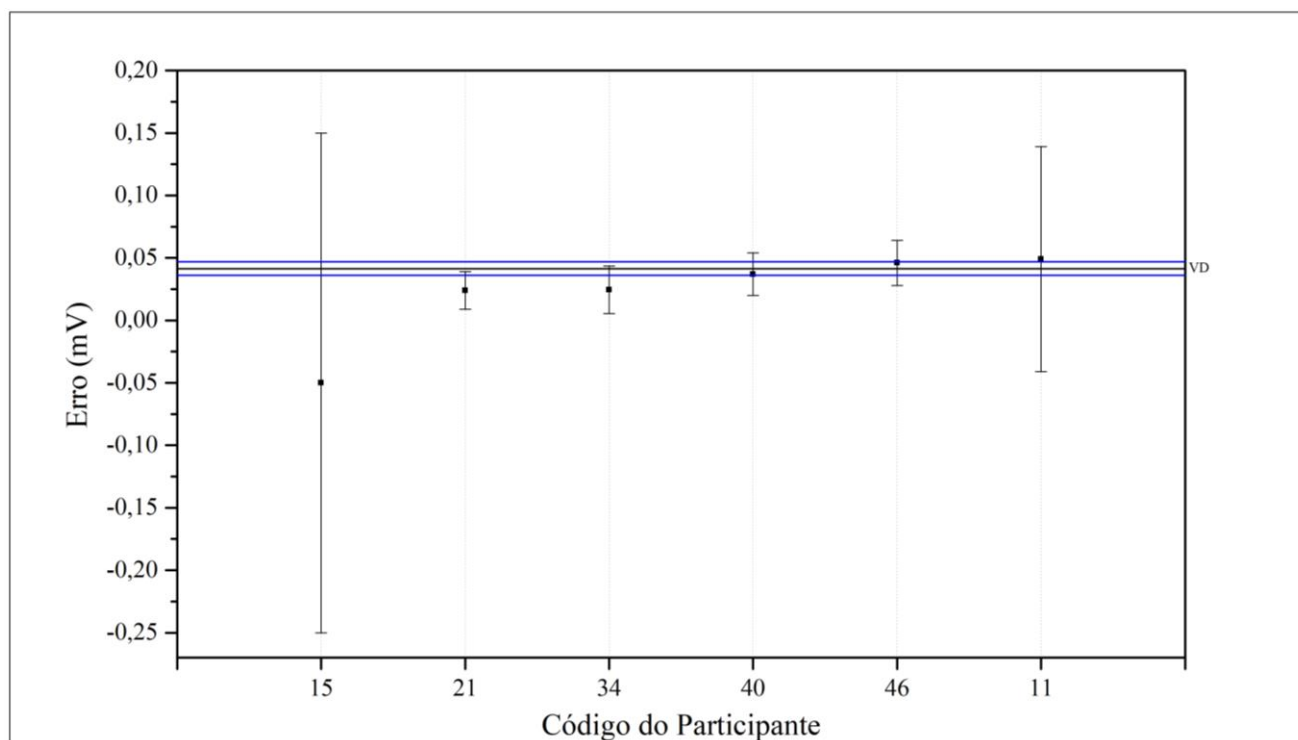
Figura 4: Dispersão dos resultados dos laboratórios – tensão contínua.  
(valor nominal – 950 V)



Fonte: Inmetro/Dimci/Lapep

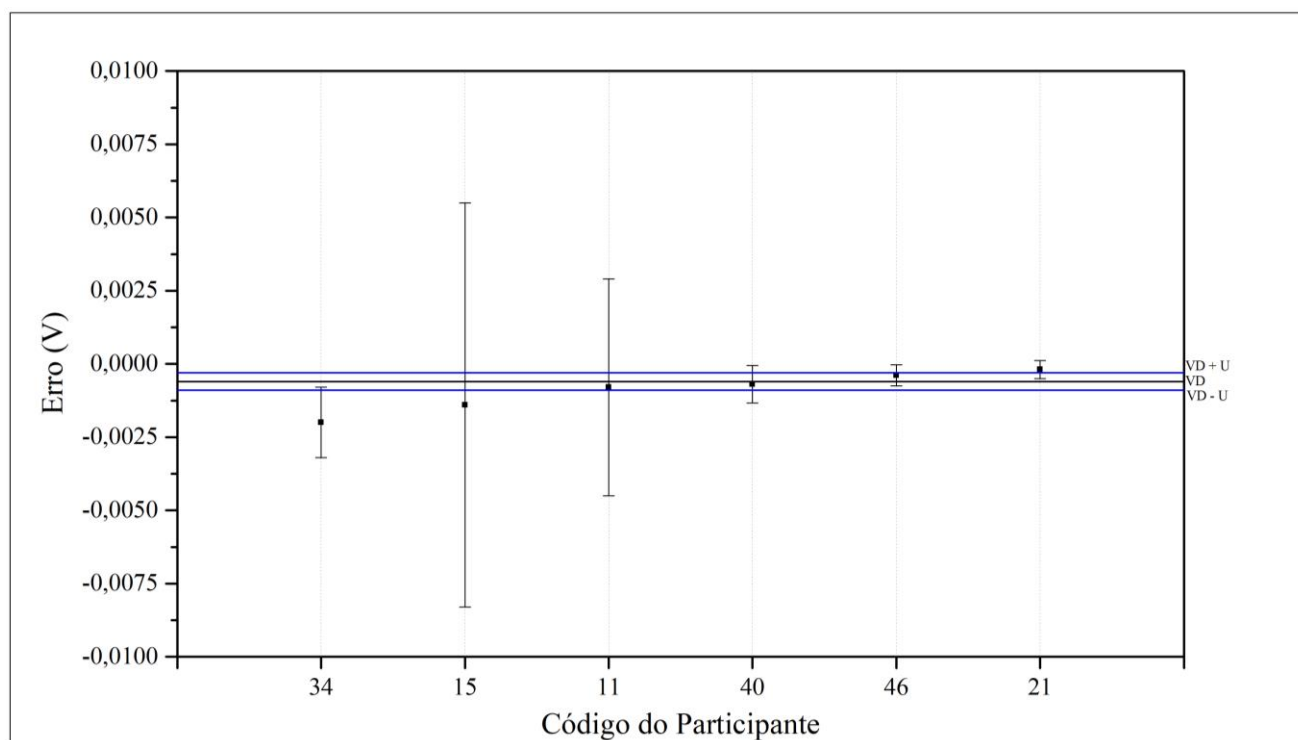


Figura 5: Dispersão dos resultados dos laboratórios – tensão alternada.  
(valor nominal – 100 mV / 50Hz)



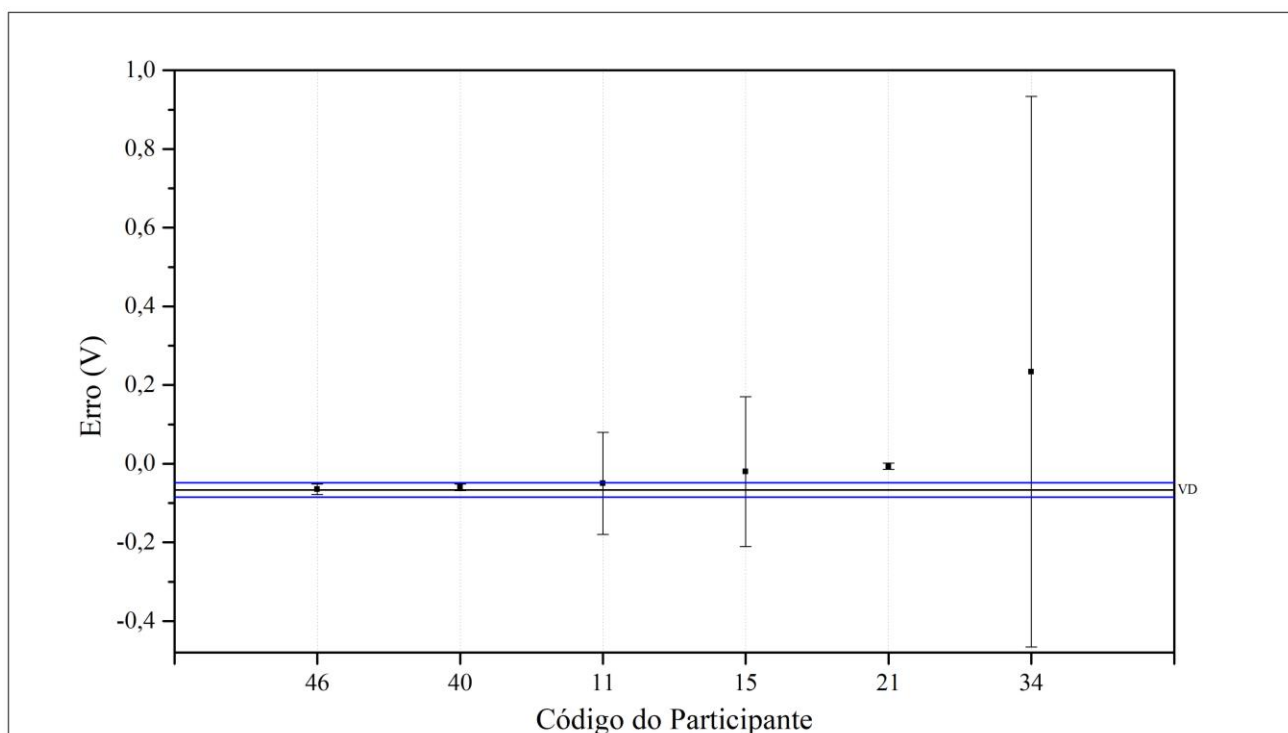
Fonte: Inmetro/Dimci/Lapep

Figura 6: Dispersão dos resultados dos laboratórios – tensão alternada.  
(valor nominal – 5 V (50Hz))



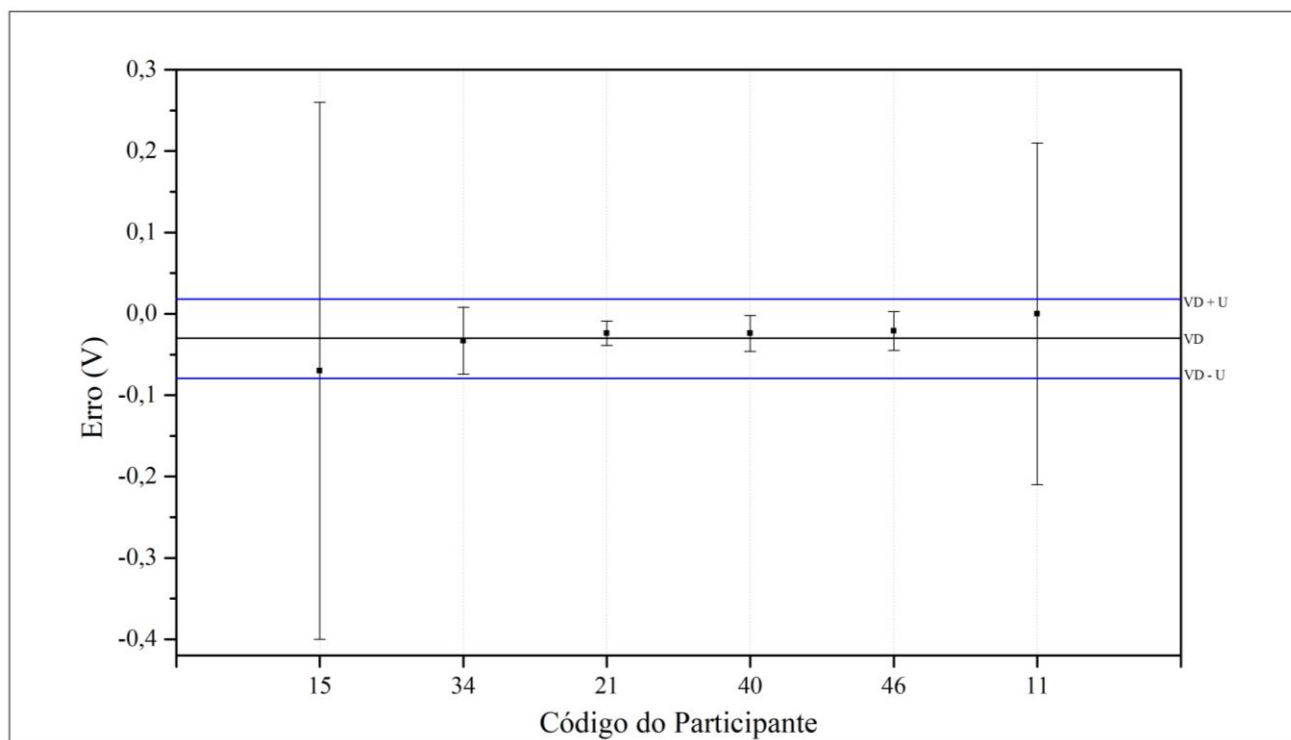
Fonte: Inmetro/Dimci/Lapep

Figura 7: Dispersão dos resultados dos laboratórios – tensão alternada.  
(valor nominal – 127 V (50Hz))



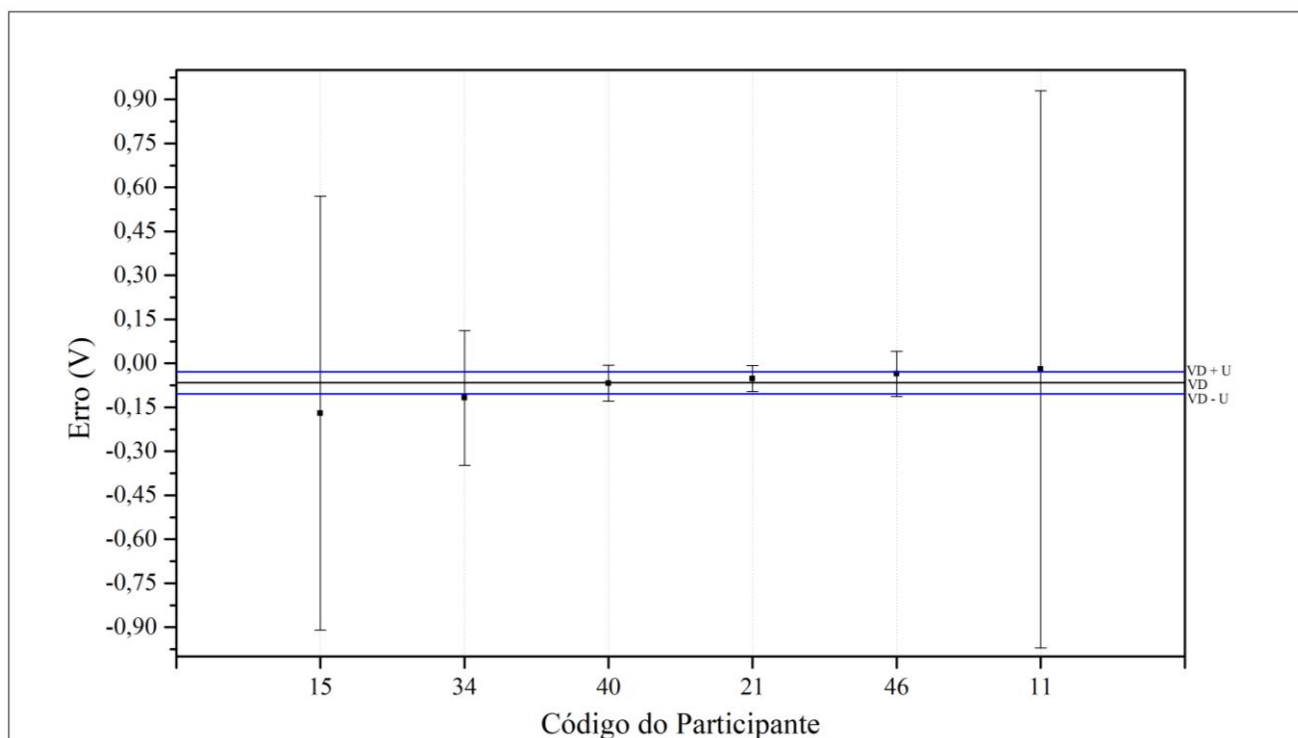
Fonte: Inmetro/Dimci/Lapep

Figura 8: Dispersão dos resultados dos laboratórios – tensão alternada.  
(valor nominal – 220 V (50Hz))



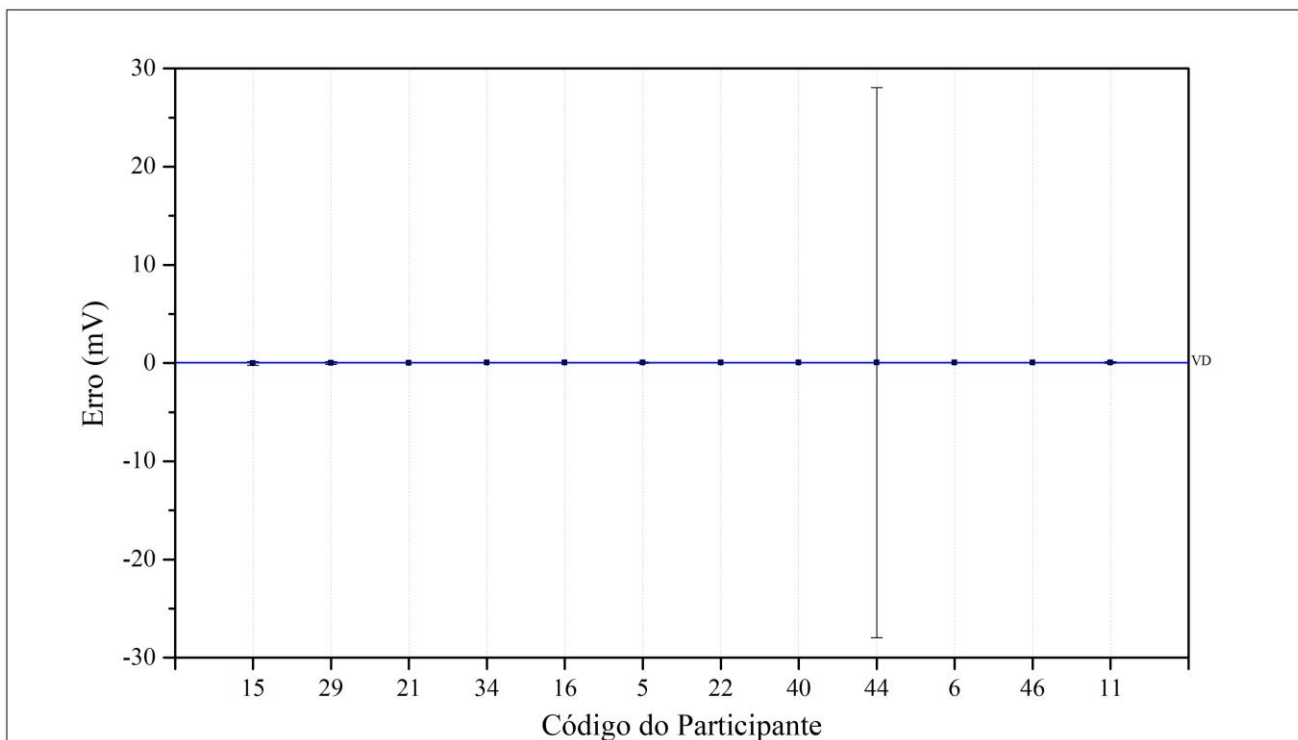
Fonte: Inmetro/Dimci/Lapep

Figura 9: Dispersão dos resultados dos laboratórios – tensão alternada.  
(valor nominal – 700 V (50Hz))



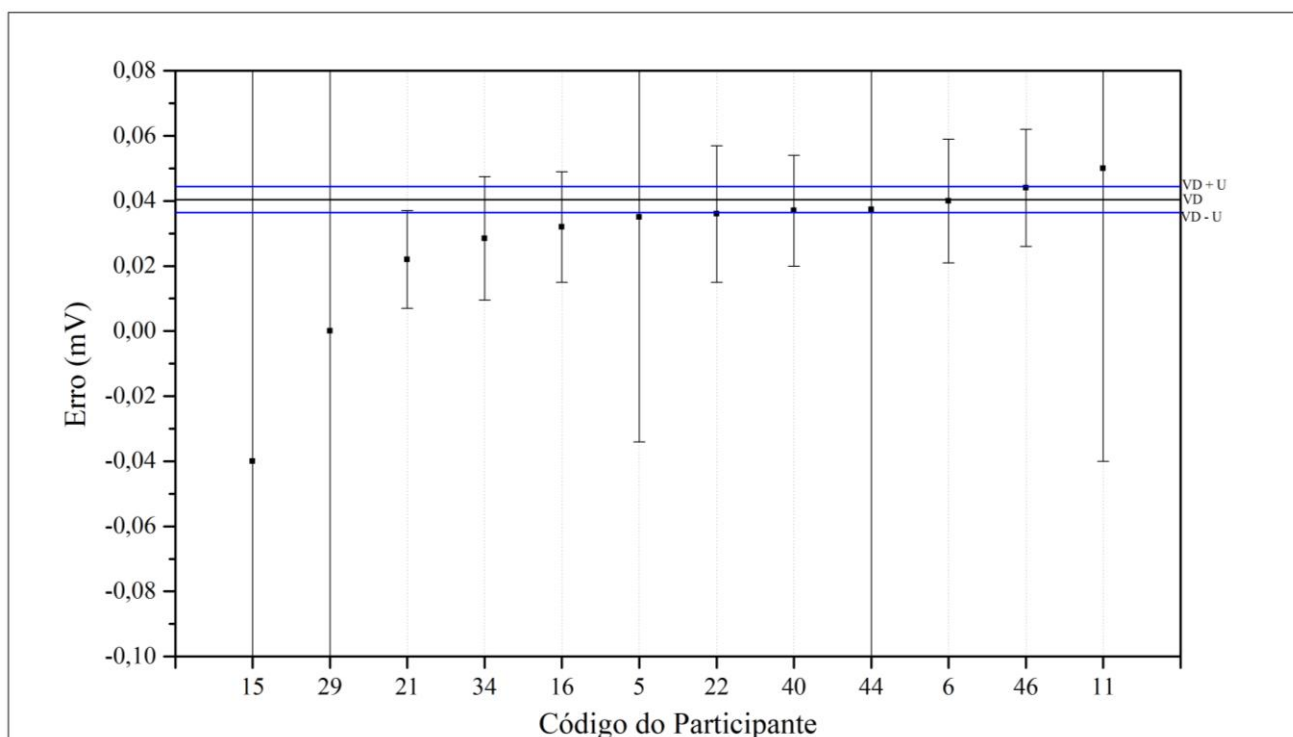
Fonte: Inmetro/Dimci/Lapep

Figura 10: Dispersão dos resultados dos laboratórios – tensão alternada.  
(valor nominal – 100 mV (60Hz))



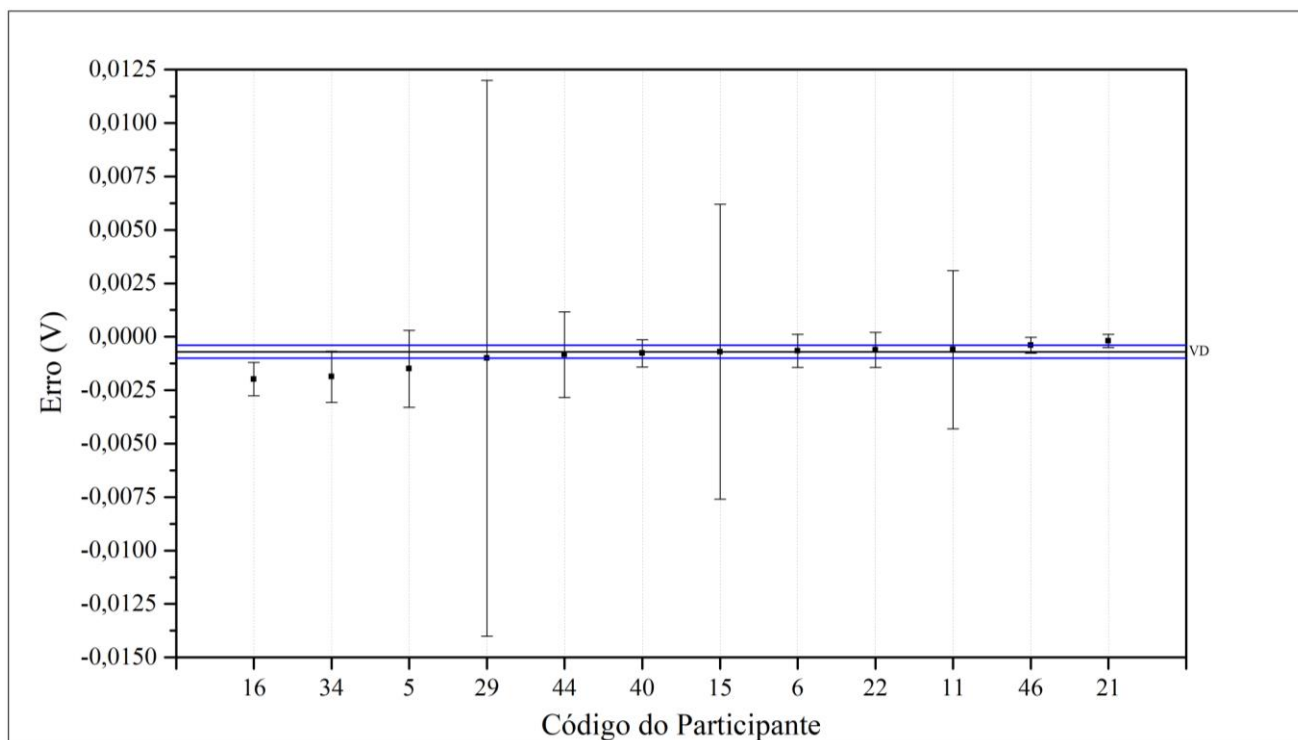
Fonte: Inmetro/Dimci/Lapep

Figura 11: Ampliação da figura 10 – tensão alternada.  
(valor nominal – 100 mV (60Hz))



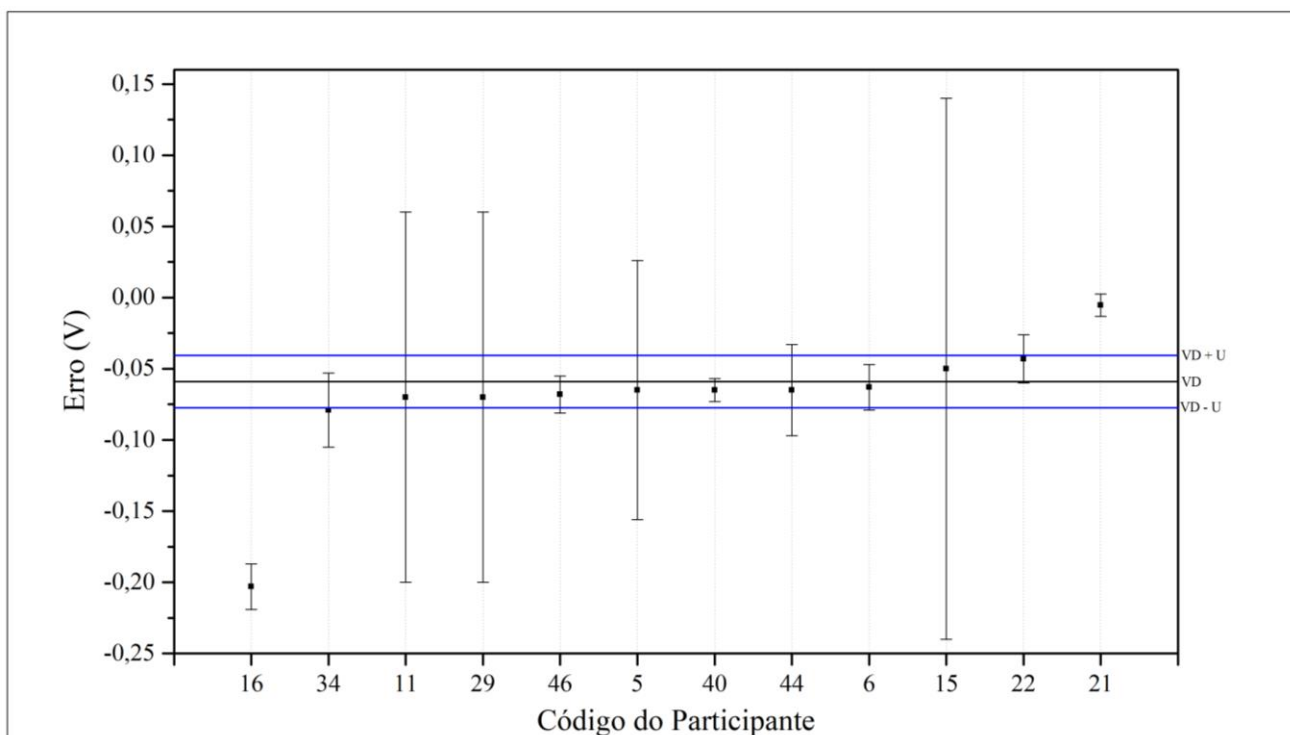
Fonte: Inmetro/Dimci/Lapep

Figura 12: Dispersão dos resultados dos laboratórios – tensão alternada.  
(valor nominal – 5 V (60Hz))



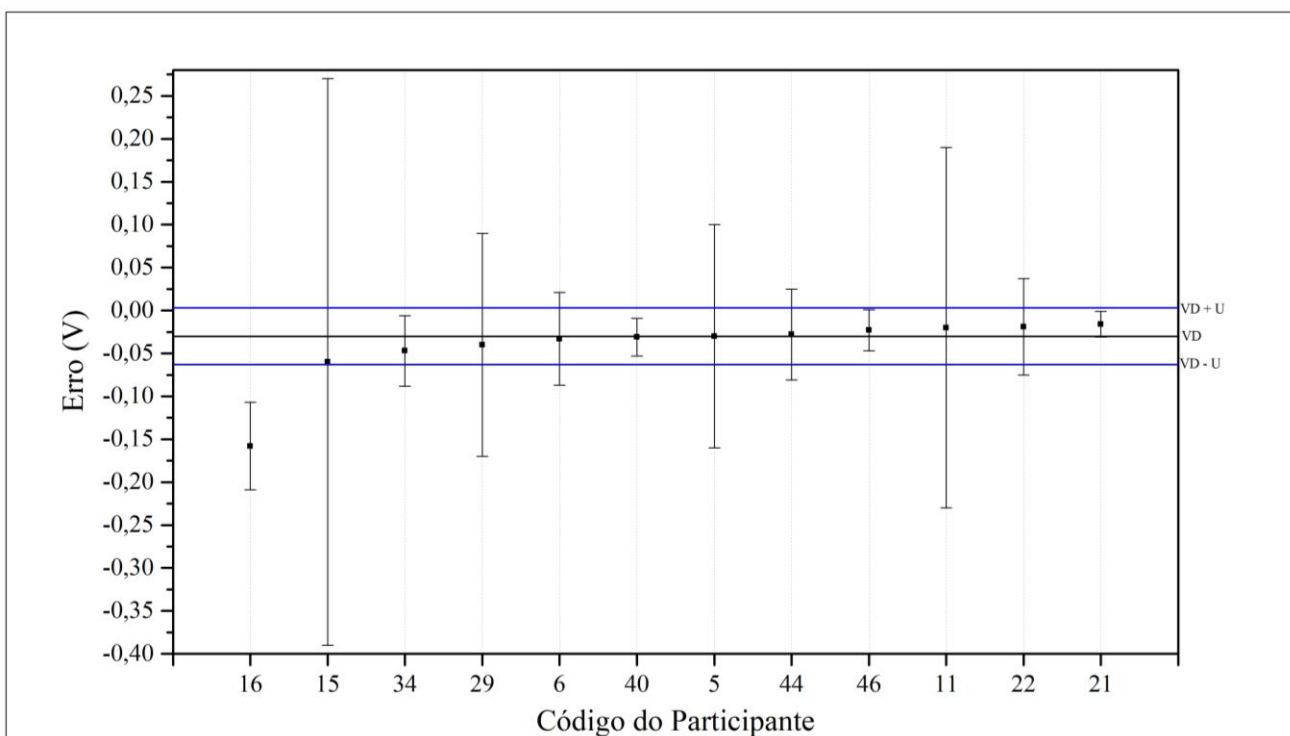
Fonte: Inmetro/Dimci/Lapep

Figura 13: Dispersão dos resultados dos laboratórios – tensão alternada.  
(valor nominal – 127 V (60Hz))



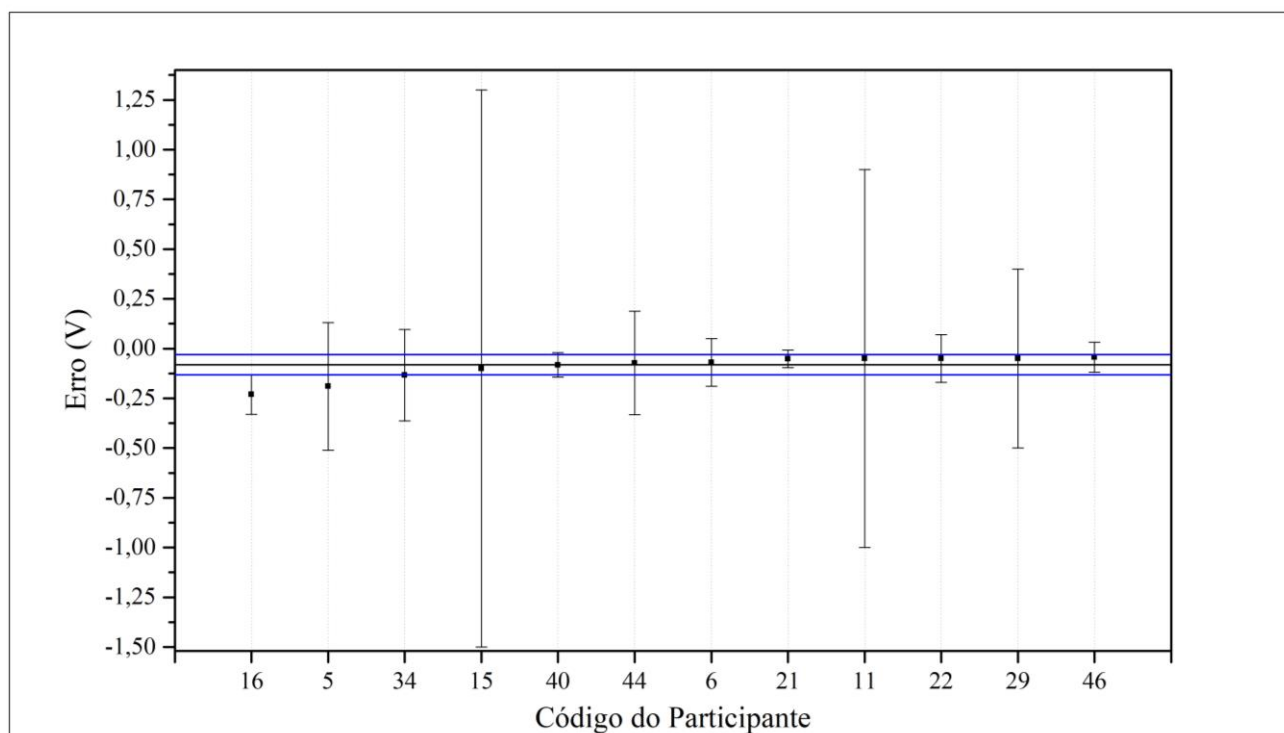
Fonte: Inmetro/Dimci/Lapep

Figura 14: Dispersão dos resultados dos laboratórios – tensão alternada.  
(valor nominal – 220 V (60Hz))



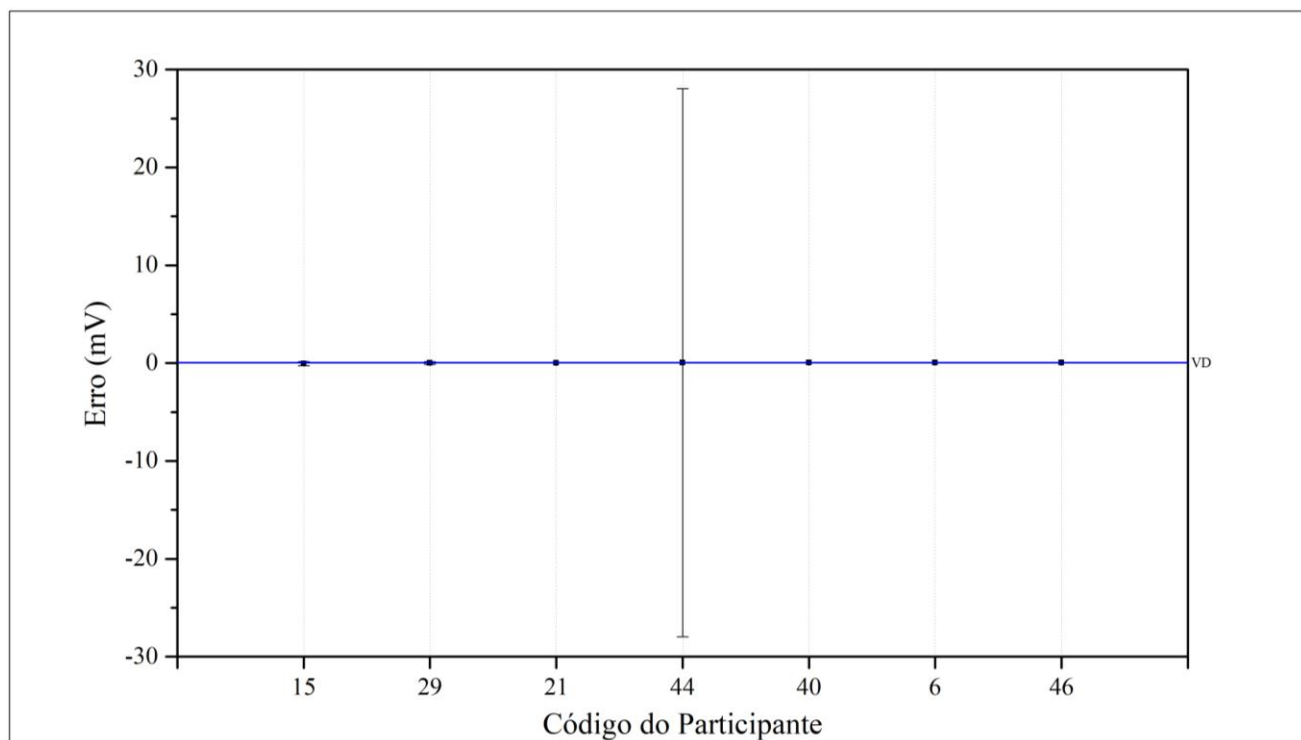
Fonte: Inmetro/Dimci/Lapep

Figura 15: Dispersão dos resultados dos laboratórios – tensão alternada.  
(valor nominal – 700 V (60Hz))



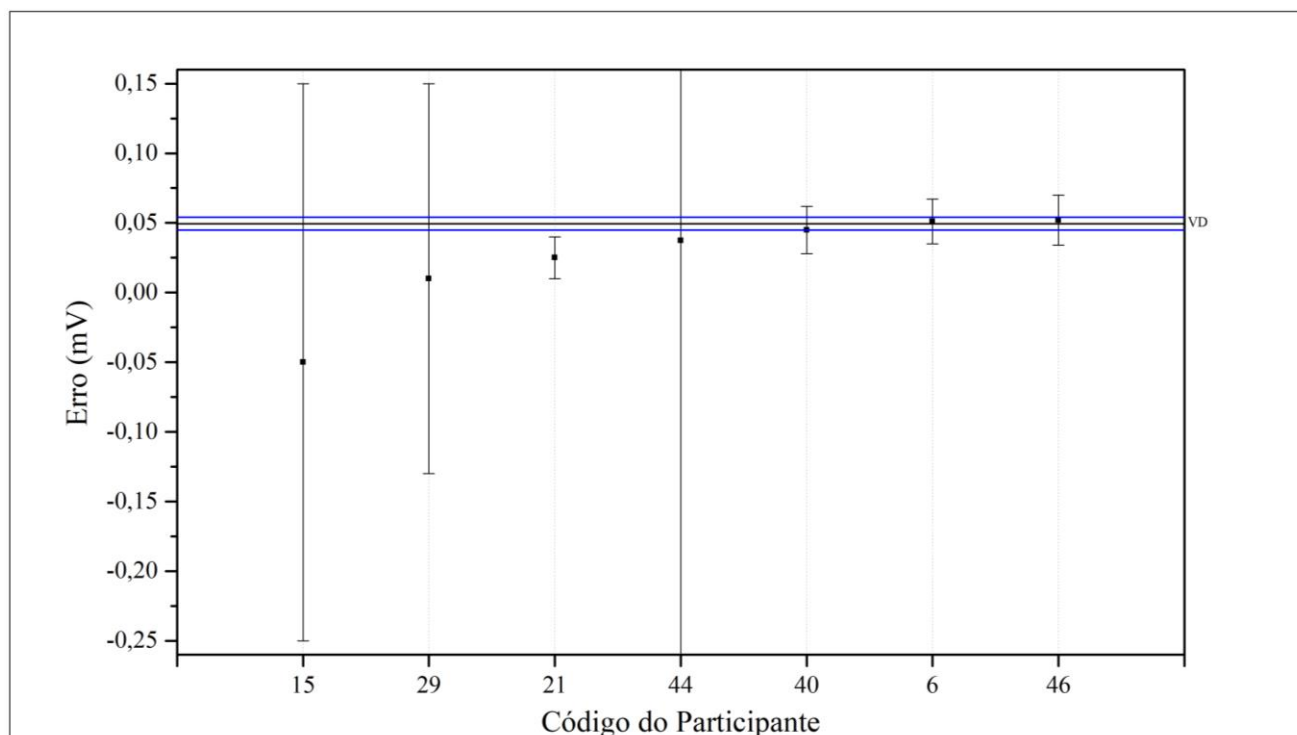
Fonte: Inmetro/Dimci/Lapep

Figura 16: Dispersão dos resultados dos laboratórios – tensão alternada.  
(valor nominal – 100 mV (1 kHz))



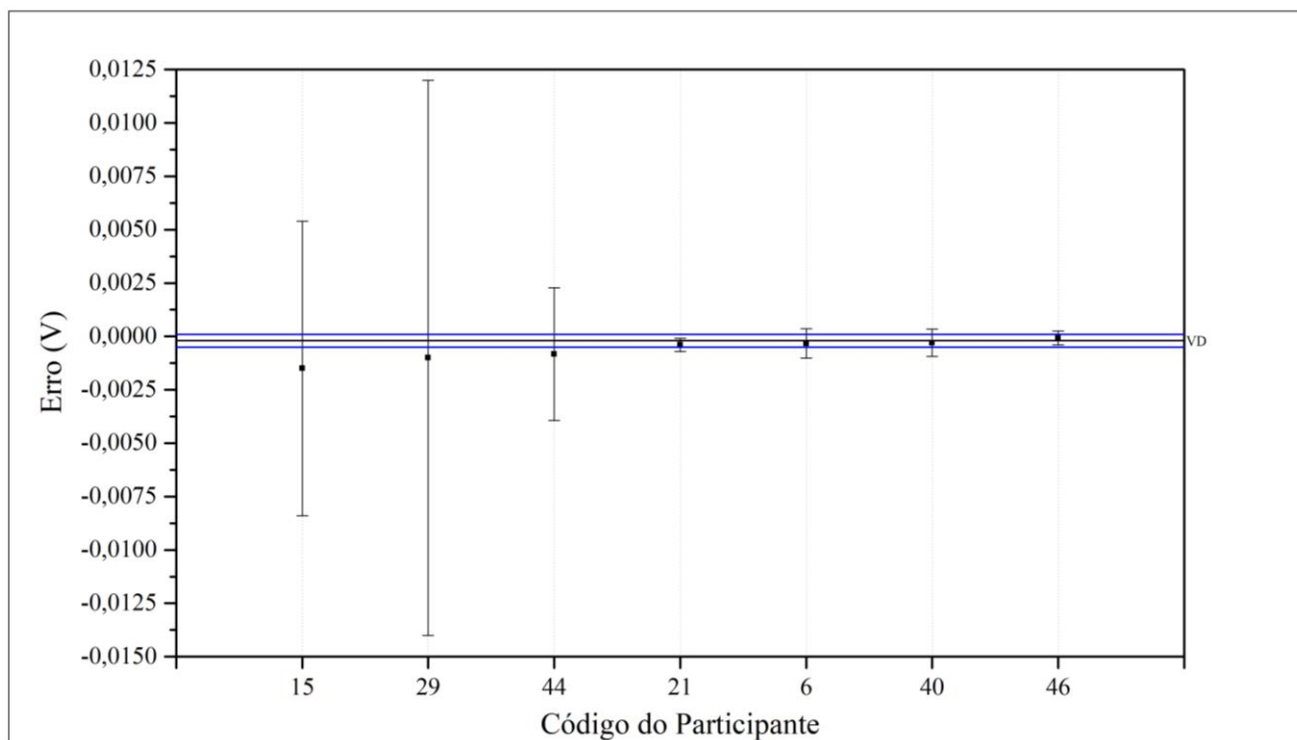
Fonte: Inmetro/Dimci/Lapep

Figura 17: Ampliação da figura 18 – tensão alternada.  
(valor nominal – 100 mV (1 kHz))



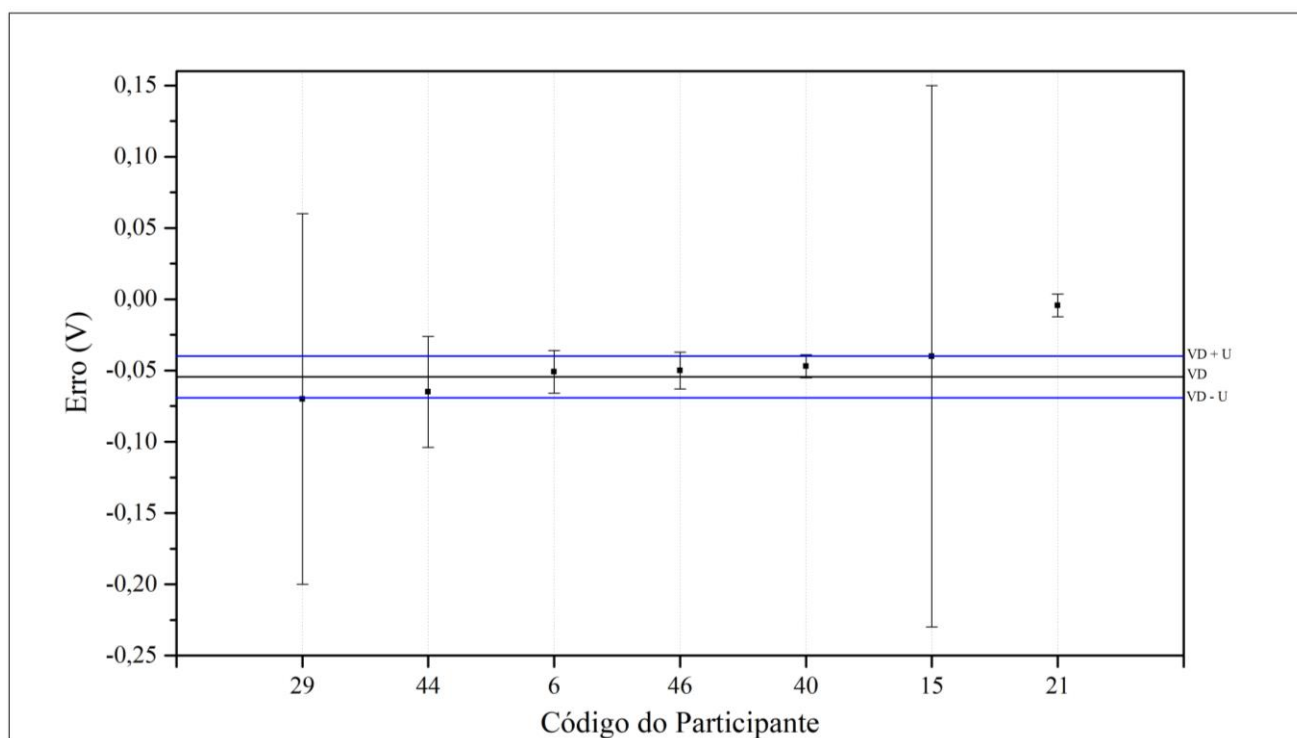
Fonte: Inmetro/Dimci/Lapep

Figura 18: Dispersão dos resultados dos laboratórios – tensão alternada.  
(valor nominal – 5V (1 kHz))



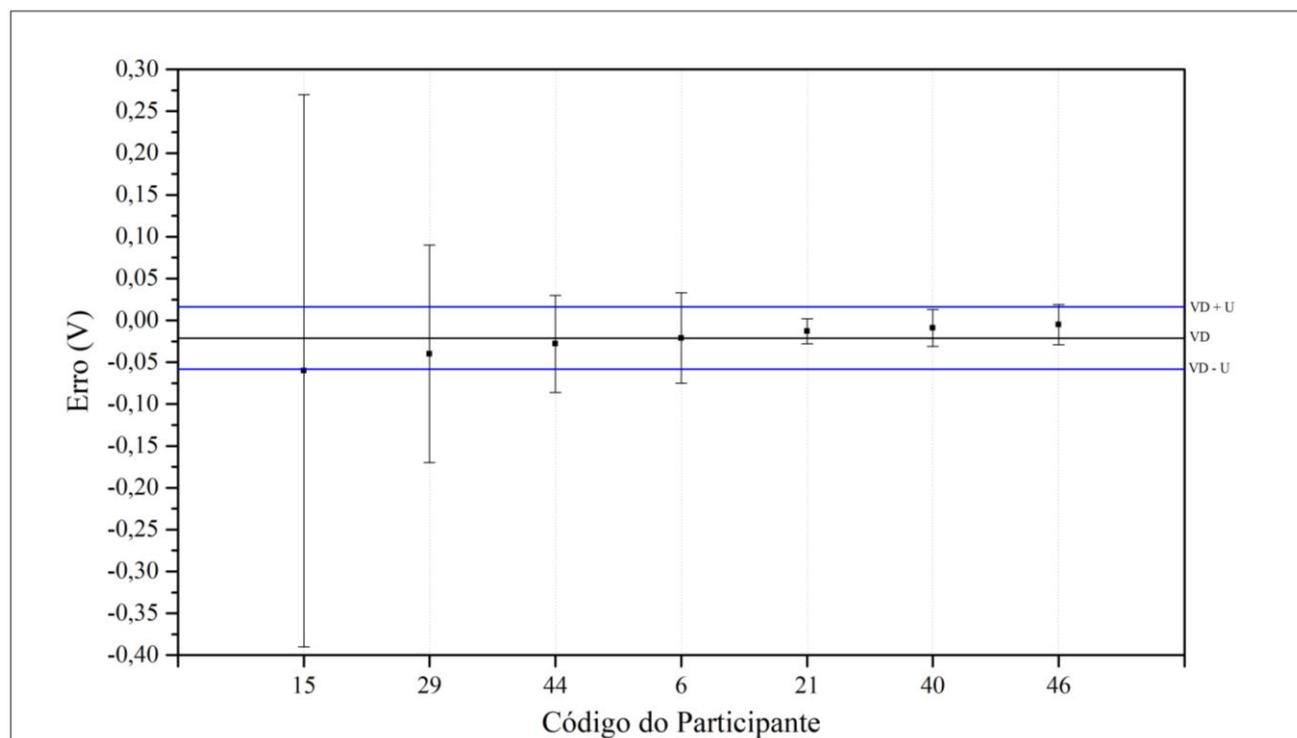
Fonte: Inmetro/Dimci/Lapep

Figura 19: Dispersão dos resultados dos laboratórios – tensão alternada.  
(valor nominal – 127V (1 kHz))



Fonte: Inmetro/Dimci/Lapep

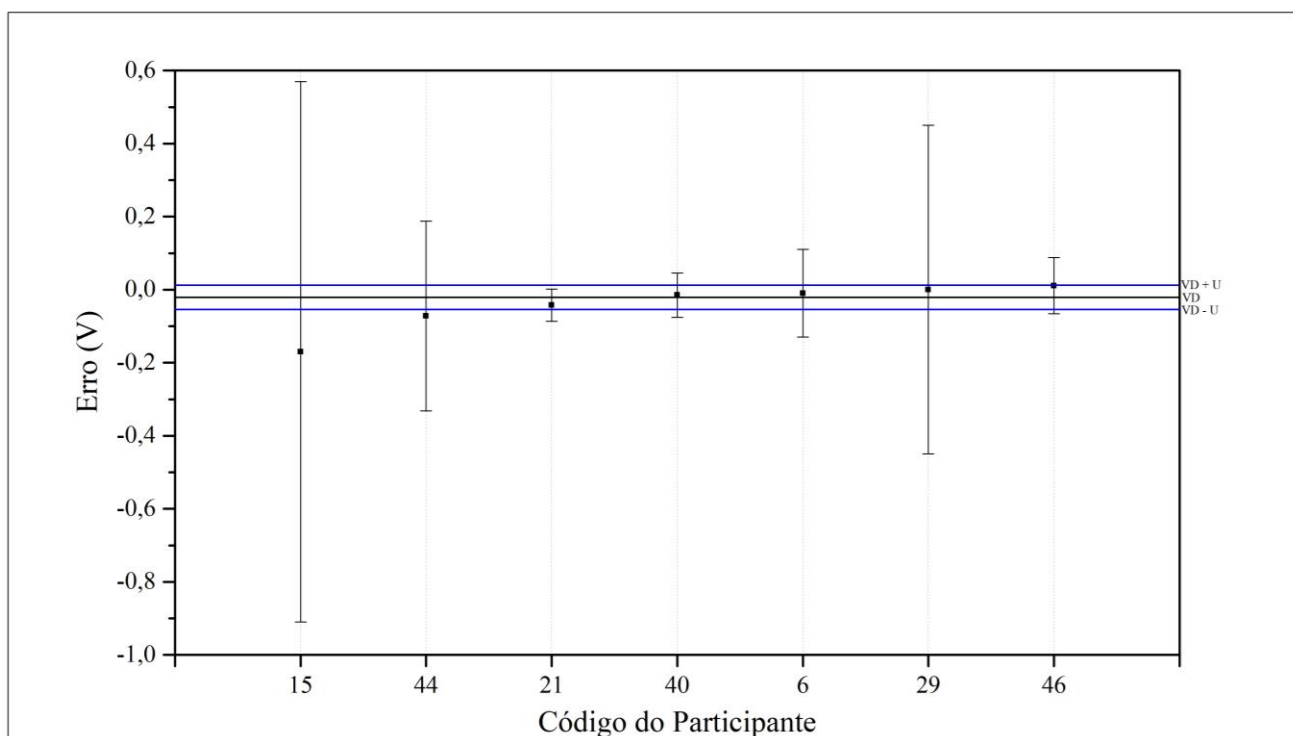
Figura 20: Dispersão dos resultados dos laboratórios – tensão alternada.  
(valor nominal – 220V (1 kHz))



Fonte: Inmetro/Dimci/Lapep

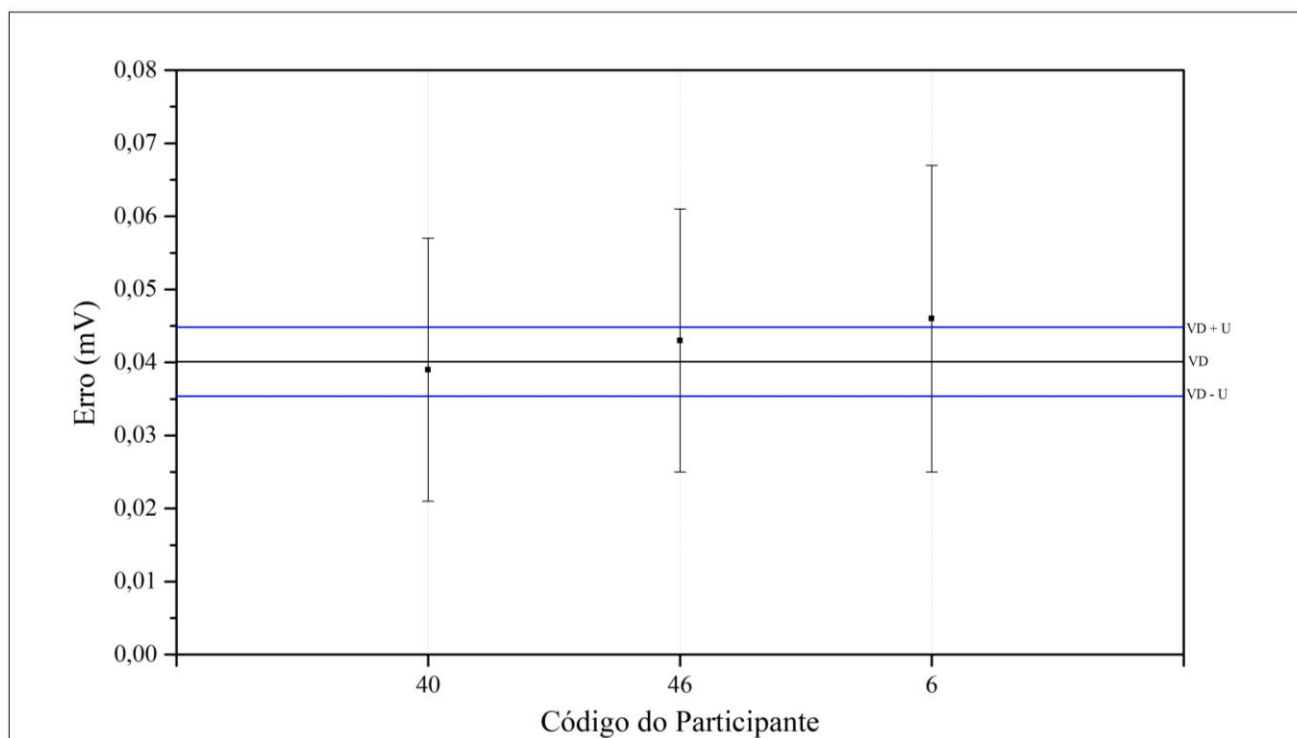


Figura 21: Dispersão dos resultados dos laboratórios – tensão alternada.  
(valor nominal – 700V (1 kHz))



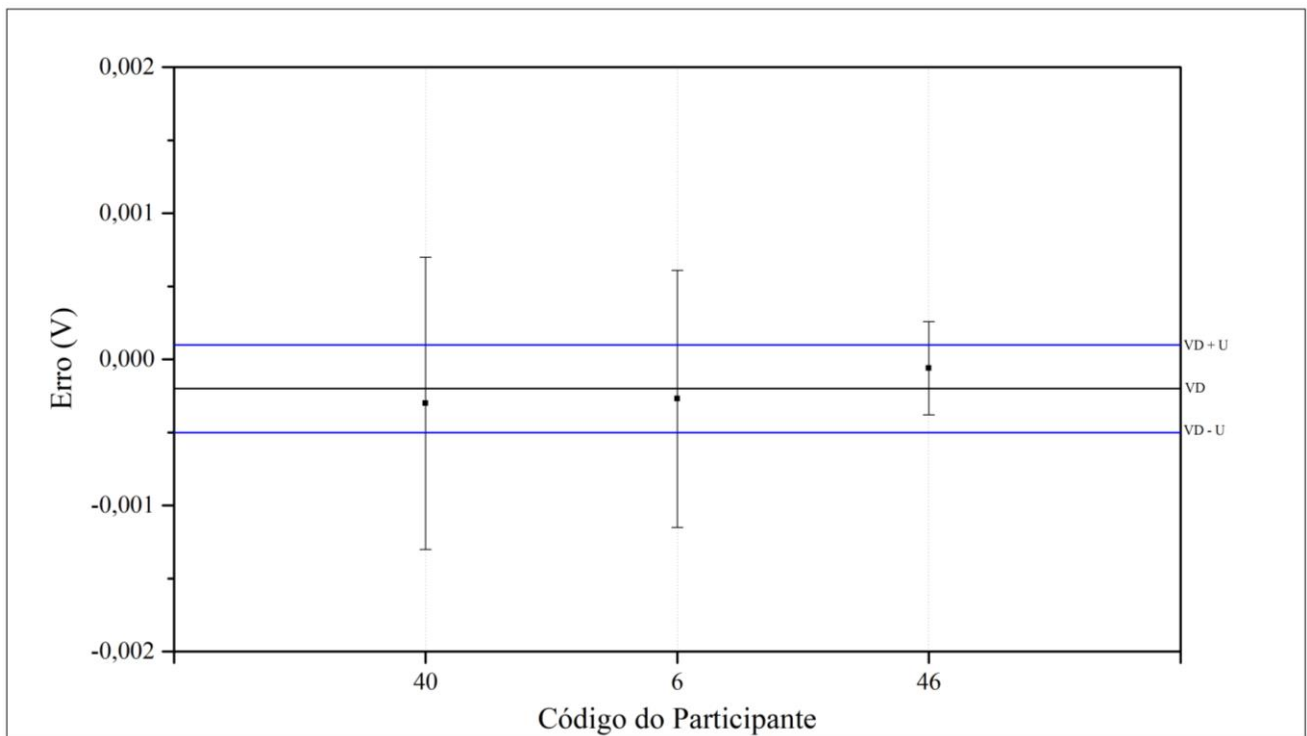
Fonte: Inmetro/Dimci/Lapep

Figura 22: Dispersão dos resultados dos laboratórios – tensão alternada.  
(valor nominal – 100 mV (10 kHz))



Fonte: Inmetro/Dimci/Lapep

Figura 23: Dispersão dos resultados dos laboratórios – tensão alternada.  
(valor nominal – 5 V (10 kHz))



Fonte: Inmetro/Dimci/Lapep

As dispersões exibidas nas figuras 1 a 22 mostram que os resultados dos participantes, em sua maioria, são consistentes entre si e em relação ao valor designado. O Comitê de Organização destaca que alguns participantes reportaram incertezas expandidas consideravelmente maiores em comparação aos demais laboratórios e ao valor designado. Por exemplo, na Figura 1, os participantes identificados pelos códigos 11, 15 e 29 apresentaram incertezas que podem indicar: (i) uma superestimação da incerteza expandida, (ii) um erro de transcrição dos resultados ou (iii) uma capacidade de medição e calibração (CMC) fora das especificações do item ensaiado.

A superestimação da incerteza de medição pode levar a uma avaliação de desempenho satisfatório, sendo que essa não irá refletir adequadamente a real CMC do participante.

### 3.3.2. Corrente Contínua e Corrente Alternada

Os resultados das medições do item de ensaio para as grandezas de corrente contínua e alternada, reportados pelos participantes, estão detalhados nas tabelas 23 a 26. Esses resultados são exibidos com o número de casas decimais conforme informado por cada participante.

Tabela 23: Resultados das calibrações para grandeza corrente contínua reportadas pelos participantes.

Corrente Contínua			
Código do Participante	Erro (mA)	U (mA)	k
Valor Nominal 1 mA			
5	0,00006	0,0003	2,03
6	0,000062	0,000019	2
11	0,00004	0,00026	2
15	-0,00005	0,00064	2
16	0,000065	0,000013	2
21	0,000081	0,000039	2
22	0,000069	0,000021	2
29	0,00002	0,00040	2,00
34	0,000036	0,00012	2
40	0,000085	0,000049	2
44	0,000068	0,00019	2
46	0,000060 mA	0,000050 mA	2,00
Valor Nominal 100 mA			
5	-0,0009	0,0051	2
6	-0,0019	0,0069	2
11	0,001	0,027	2
15	-0,01	0,15	2
16	-0,0052	0,0066	2
21	0,00044	0,0048	2
22	-0,0037	0,0052	2
29	-0,016	0,029	2,00
34	0,0008	0,010	2
40	0,0008	0,006	2
44	-0,0056	0,031	2
46	-0,0051 mA	0,0054 mA	2,00

Fonte: Participantes da 1ª Rodada do EP na calibração de Multímetro.

Tabela 24: Resultados das calibrações para grandeza corrente alternada para a frequência de 50 Hz reportadas pelos participantes.

Corrente Alternada			
Código do Participante	Erro (mA)	U (mA)	k
Valor Nominal 10 mA (50 Hz)			
5	N/A	N/A	N/A
6	N/A	N/A	N/A
11	0,006	0,022	2
15	-0,01	0,087	2
16	N/A	N/A	N/A
21	0,00354	0,0042	2
22	N/A	N/A	N/A
29	N/A	N/A	N/A
34	0,00497	0,0047	2
40	0,0045	0,0018	2
44	N/A	N/A	N/A
46	0,0049 mA	0,0017 mA	2,00
Ponto 100 mA (50 Hz)			
5	N/A	N/A	N/A
6	N/A	N/A	N/A
11	0,05	0,23	2
15	-0,04	0,30	2
16	N/A	N/A	N/A
21	0,0275	0,00042	2
22	N/A	N/A	N/A
29	N/A	N/A	N/A
34	0,0661	0,047	2
40	0,041	0,017	2
44	N/A	N/A	N/A
46	0,045 mA	0,016 mA	2,00

Fonte: Participantes da 1ª Rodada do EP na calibração de Multímetro.

N/A = Não Aplicado.

Tabela 25: Resultados das calibrações para grandeza corrente alternada para a frequência de 60 Hz reportadas pelos participantes.

Corrente Alternada			
Código do Participante	Erro (mA)	U (mA)	k
Valor Nominal 10 mA (60 Hz)			
5	0,009	0,011	2
6	0,0047	0,0058	2
11	0,004	0,022	2
15	-0,004	0,025	2
16	-0,0015	0,007	2
21	0,00342	0,0046	2
22	0,004	0,0058	2
29	0,002	0,026	4,53
34	0,00526	0,0047	2
40	0,0045	0,0018	2
44	0,00407	0,012	2
46	0,0047 mA	0,0017 mA	2,00
Ponto 100 mA (60 Hz)			
5	0,09	0,11	2
6	0,045	0,057	2
11	0,04	0,23	2
15	-0,05	0,30	2
16	0,028	0,069	2
21	0,0252	0,00046	2
22	0,021	0,057	2
29	0,03	0,26	2,00
34	0,0732	0,047	2
40	0,04	0,017	2
44	0,0327	0,072	2
46	0,045 mA	0,016 mA	2,00

Fonte: Participantes da 1ª Rodada do EP na calibração de Multímetro.

Tabela 26: Resultados das calibrações para grandeza corrente alternada para a frequência de 1 kHz reportadas pelos participantes.

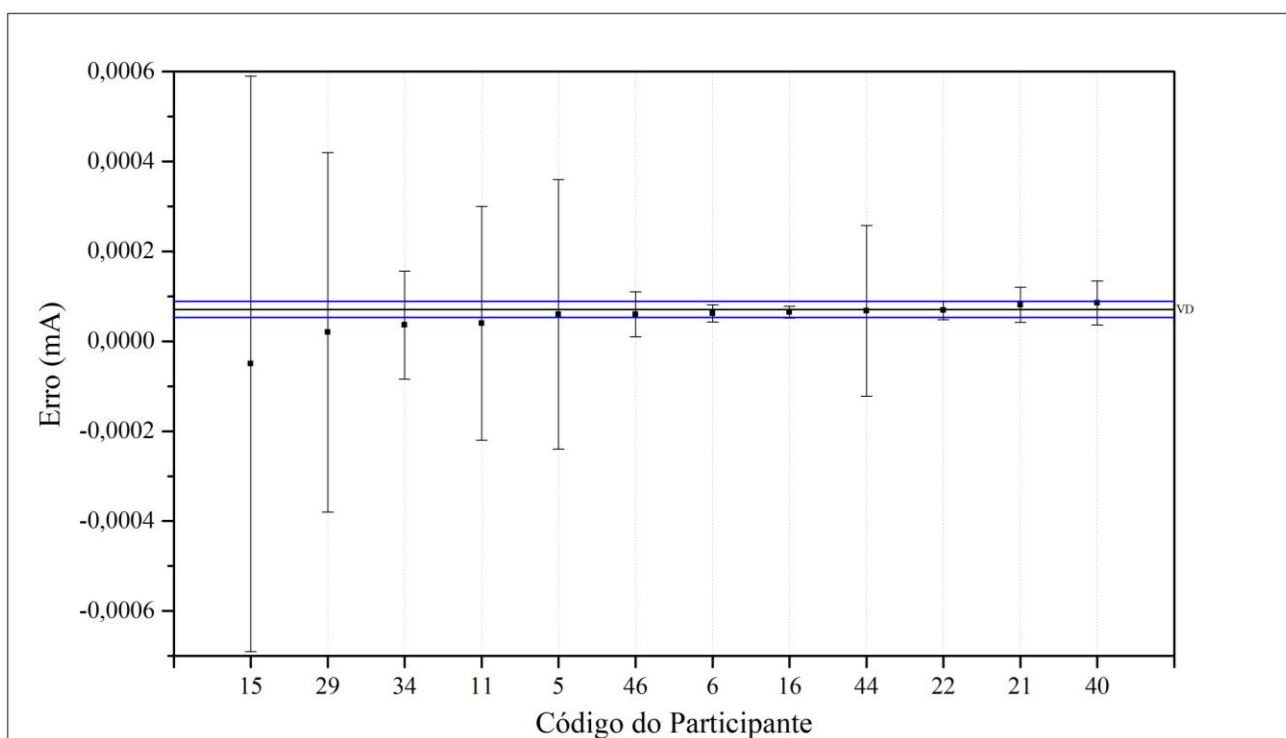
Corrente Alternada			
Código do Participante	Erro (mA)	U (mA)	k
Ponto 10 mA (1 kHz)			
5	N/A	N/A	N/A
6	0,0053	0,0058	2
11	N/A	N/A	N/A
15	-0,005	0,087	2
16	N/A	N/A	N/A
21	0,00418	0,0046	2
22	N/A	N/A	N/A
29	0,005	0,026	2,00
34	N/A	N/A	N/A
40	0,0049	0,0018	2
44	0,00473	0,012	2
46	0,0056 mA	0,0017 mA	2,00
Ponto 100 mA (1 kHz)			
5	N/A	N/A	N/A
6	0,051	0,057	2
11	N/A	N/A	N/A
15	-0,04	0,16	2
16	N/A	N/A	N/A
21	0,04381	0,00046	2
22	N/A	N/A	N/A
29	0,05	0,26	2,00
34	N/A	N/A	N/A
40	0,05	0,017	2
44	0,0433	0,074	2
46	0,052 mA	0,015 mA	2,00

Fonte: Participantes da 1ª Rodada do EP na calibração de Multímetro.  
N/A = Não Aplicado.

As figuras 24 a 33 mostram a dispersão dos resultados das medições reportados pelos participantes para as grandezas de corrente contínua e alternada, considerando cada valor nominal previsto no protocolo desta rodada.

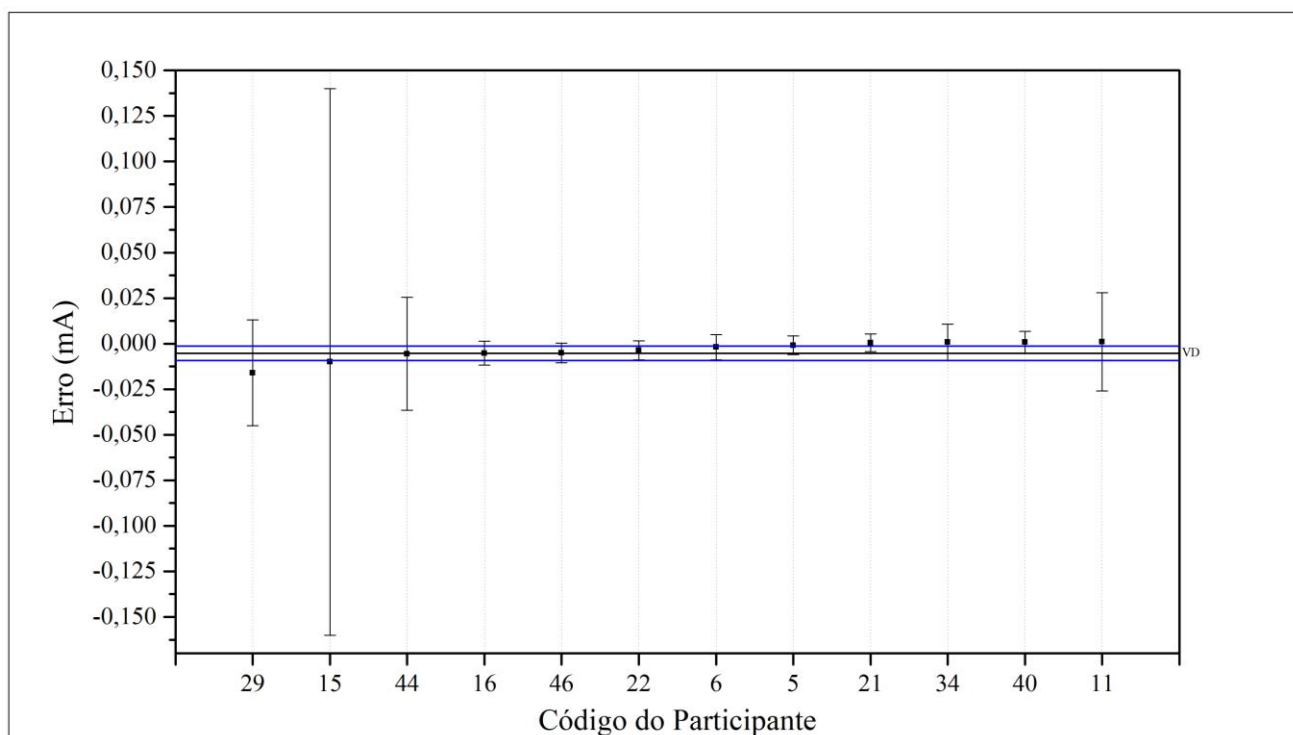
Nos gráficos, as barras de erro indicam a incerteza expandida dos resultados informados por cada participante. A linha contínua preta representa o valor designado (VD) para cada ponto de calibração, enquanto as linhas contínuas azuis delimitam a faixa de  $VD \pm U$ .

Figura 24: Dispersão dos resultados dos laboratórios – corrente contínua.  
(valor nominal – 1 mA)



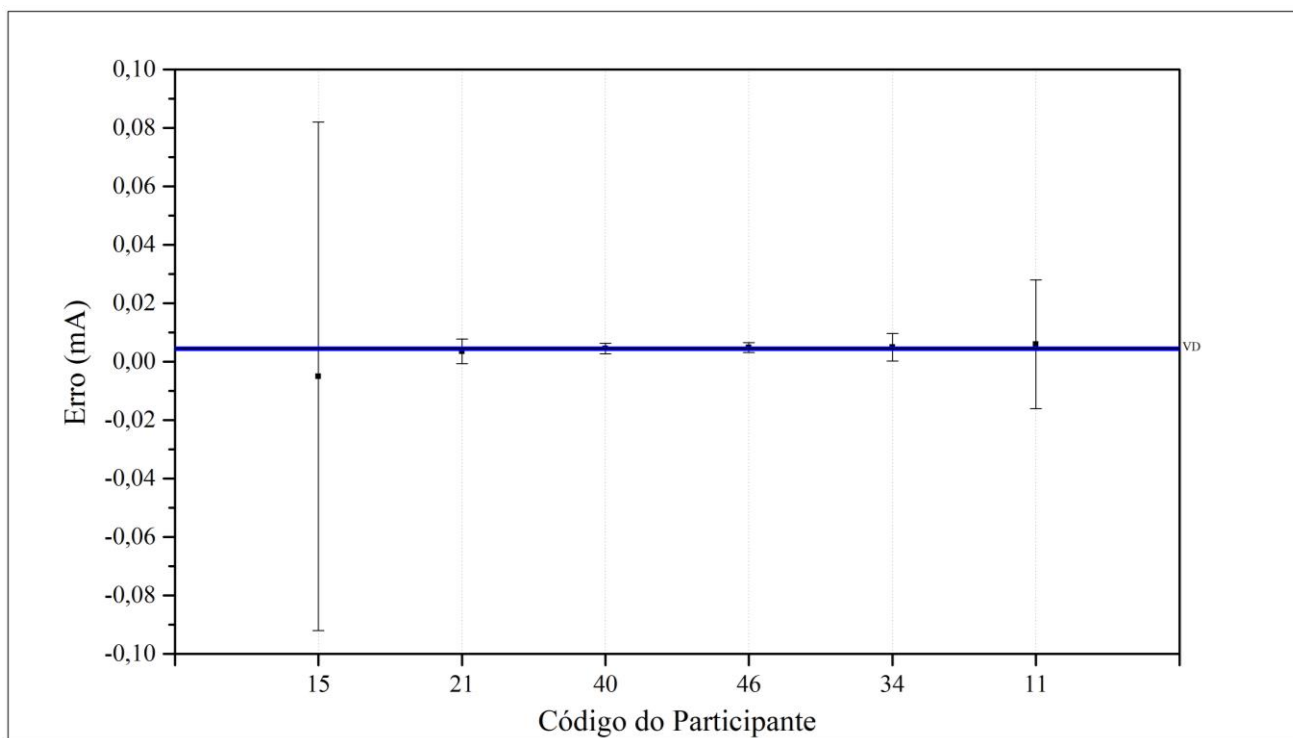
Fonte: Inmetro/Dimci/Lapep

Figura 25: Dispersão dos resultados dos laboratórios – corrente contínua.  
(valor nominal – 100 mA)



Fonte: Inmetro/Dimci/Lapep

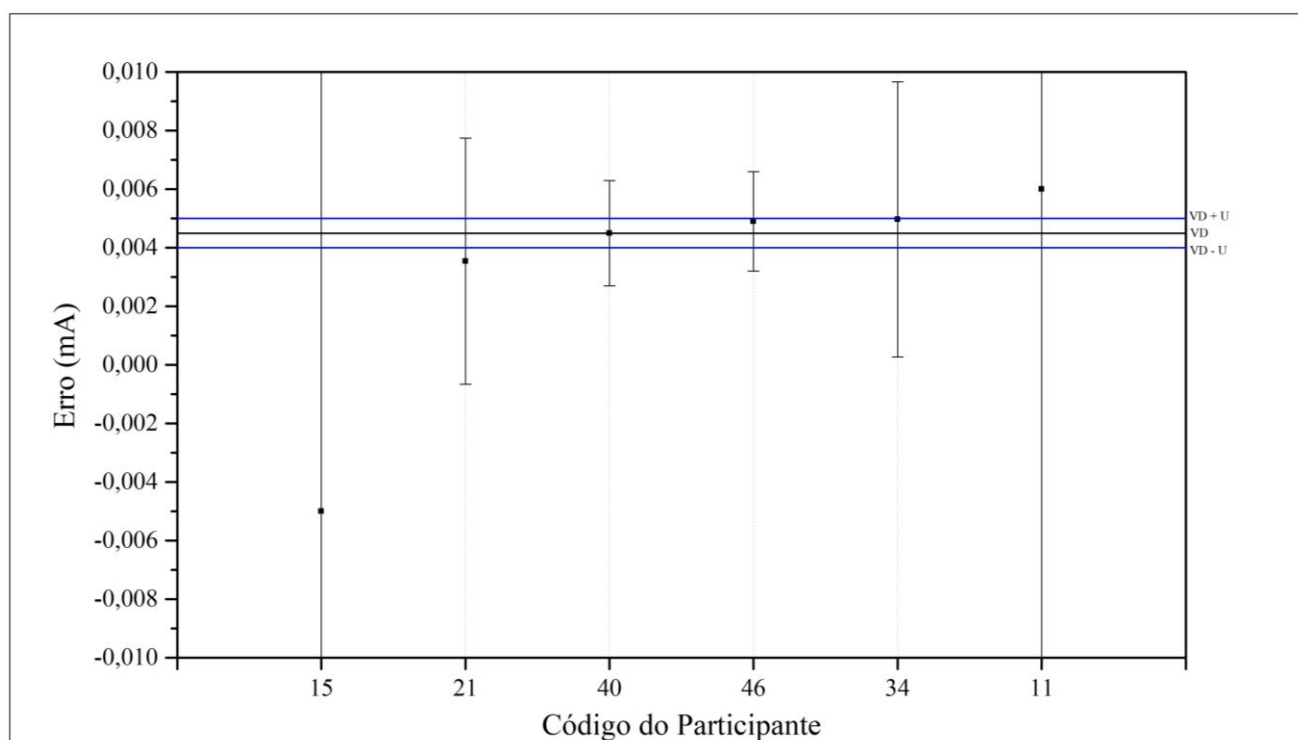
Figura 26: Dispersão dos resultados dos laboratórios – corrente alternada.  
(valor nominal – 10 mA / 50 Hz)



Fonte: Inmetro/Dimci/Lapep

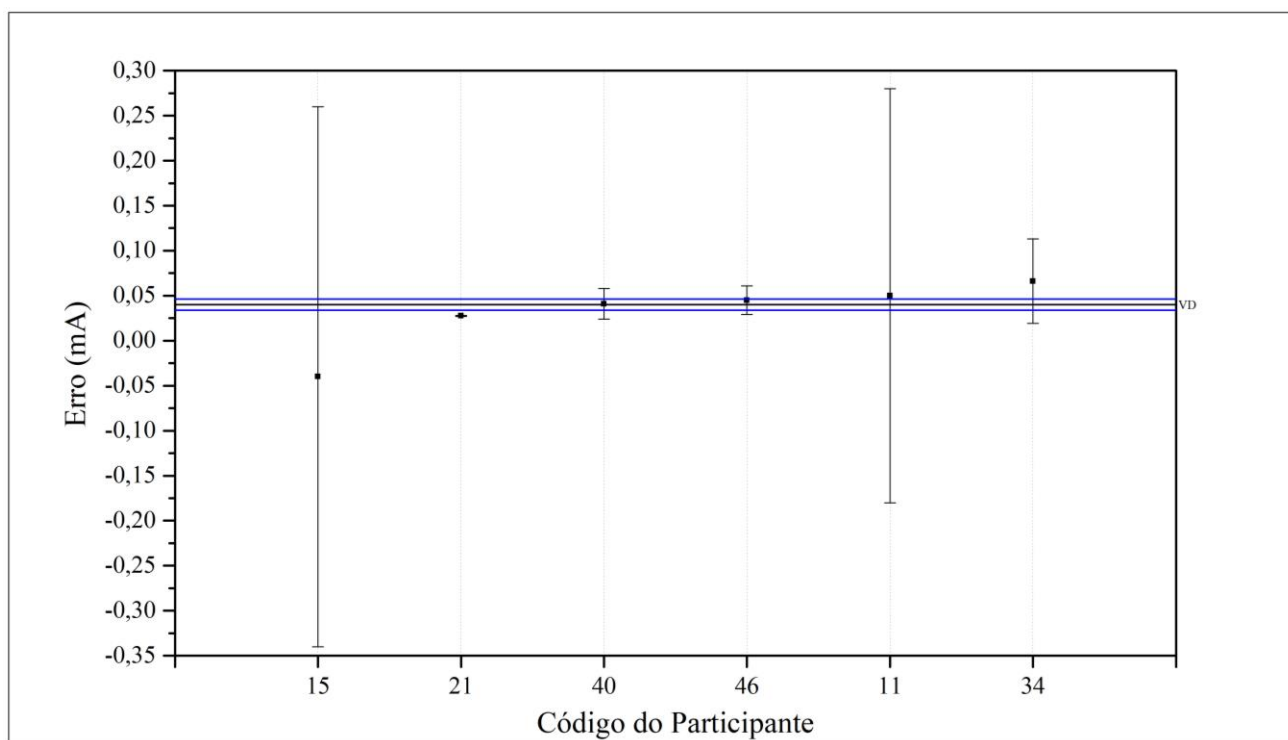


Figura 27: Ampliação da figura 26 – corrente alternada.  
(valor nominal – 10 mA (50 Hz))



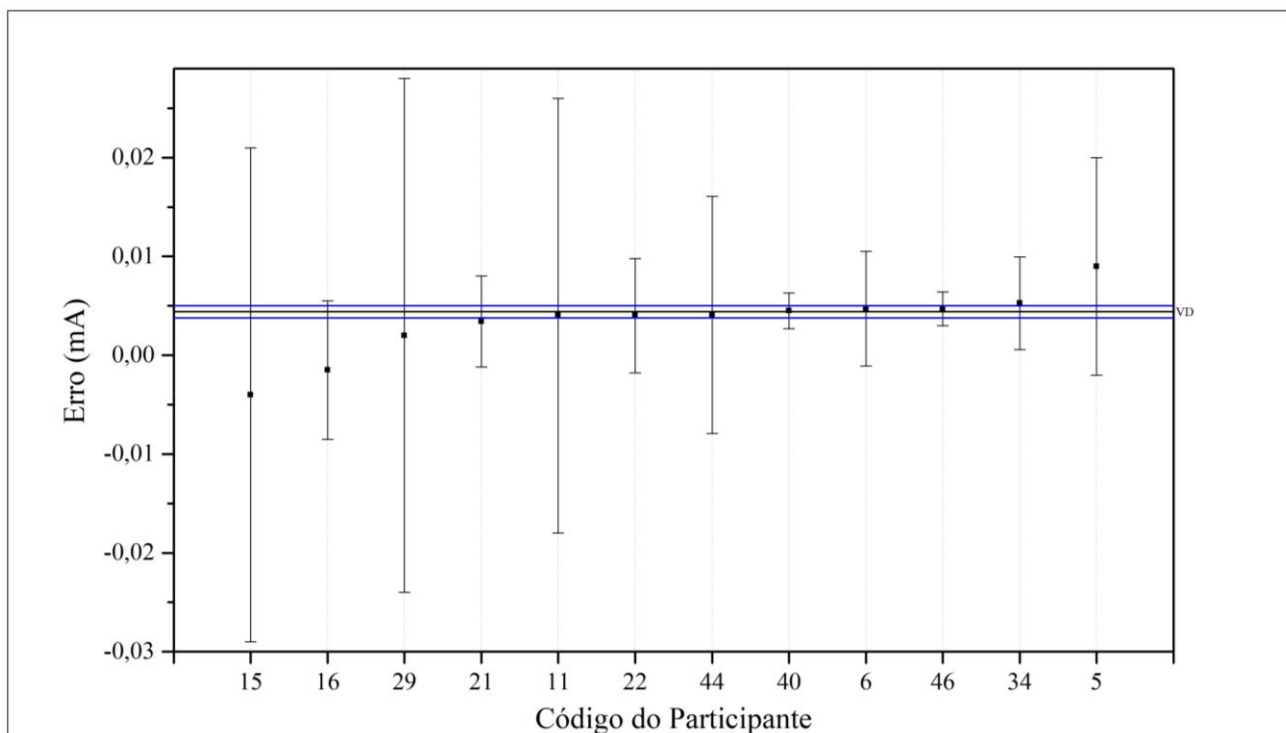
Fonte: Inmetro/Dimci/Lapep

Figura 28: Dispersão dos resultados dos laboratórios – corrente alternada.  
(valor nominal – 100 mA (50 Hz))



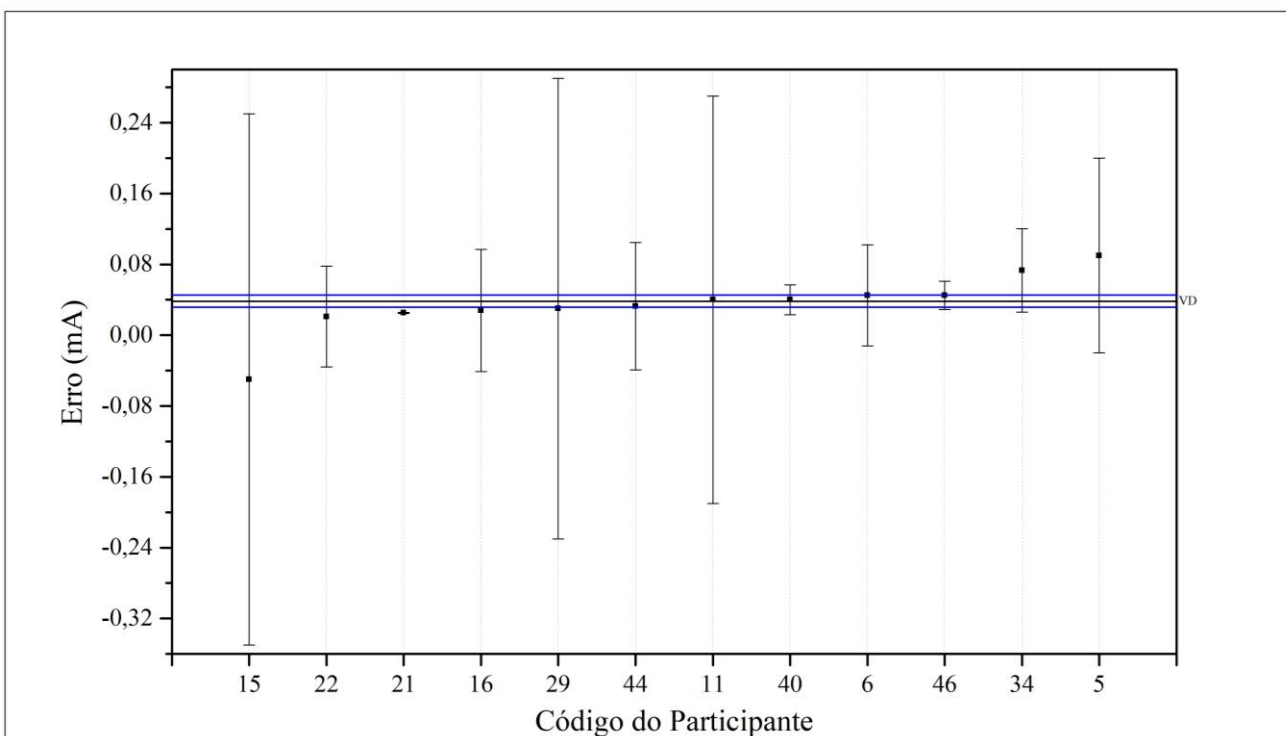
Fonte: Inmetro/Dimci/Lapep

Figura 29: Dispersão dos resultados dos laboratórios – corrente alternada.  
(valor nominal – 10 mA (60 Hz))



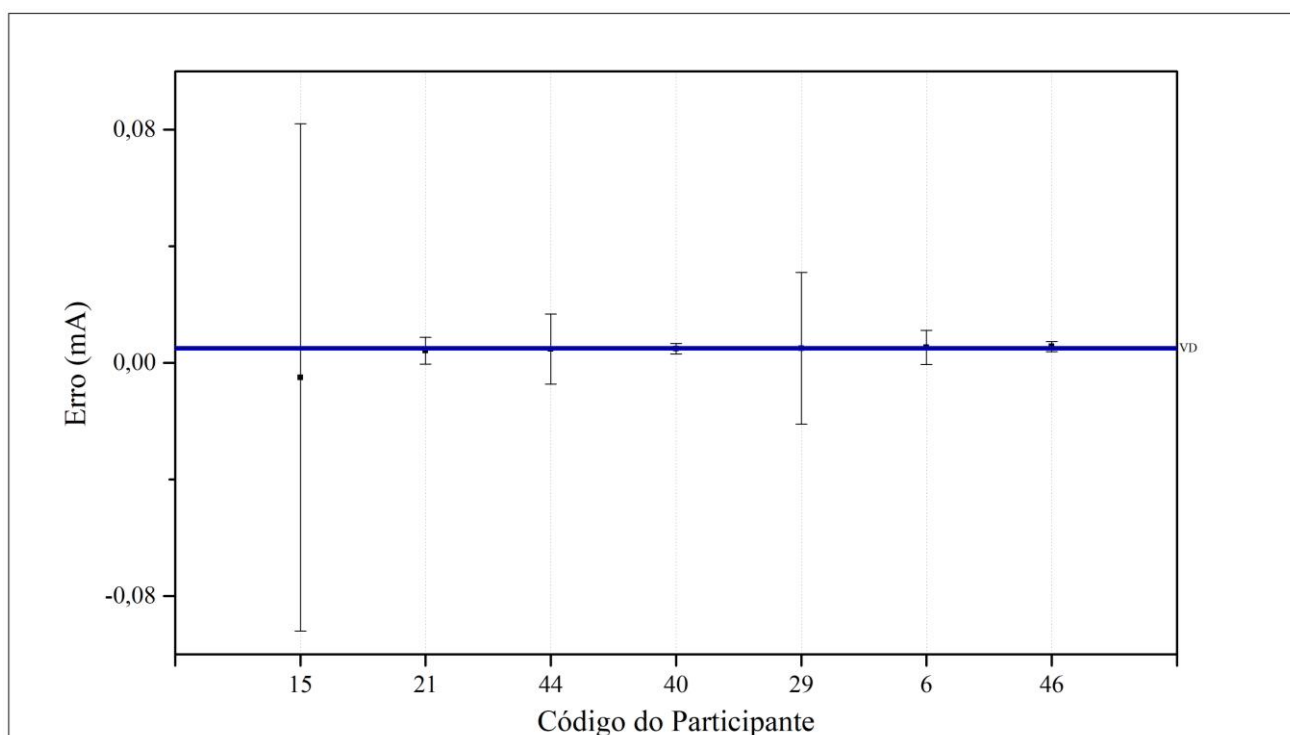
Fonte: Inmetro/Dimci/Lapep

Figura 30: Dispersão dos resultados dos laboratórios – corrente alternada.  
(valor nominal – 100 mA (60 Hz))



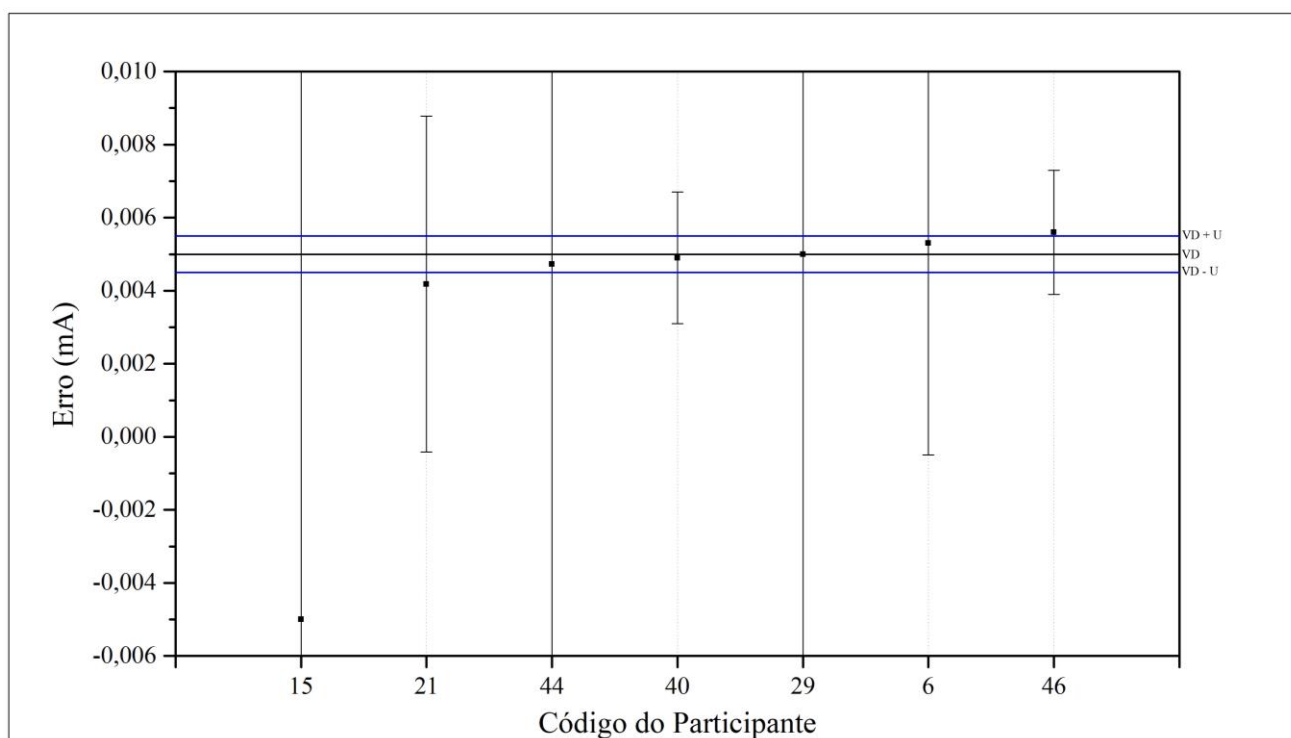
Fonte: Inmetro/Dimci/Lapep

Figura 31: Dispersão dos resultados dos laboratórios – corrente alternada.  
(valor nominal – 10 mA (1 kHz))



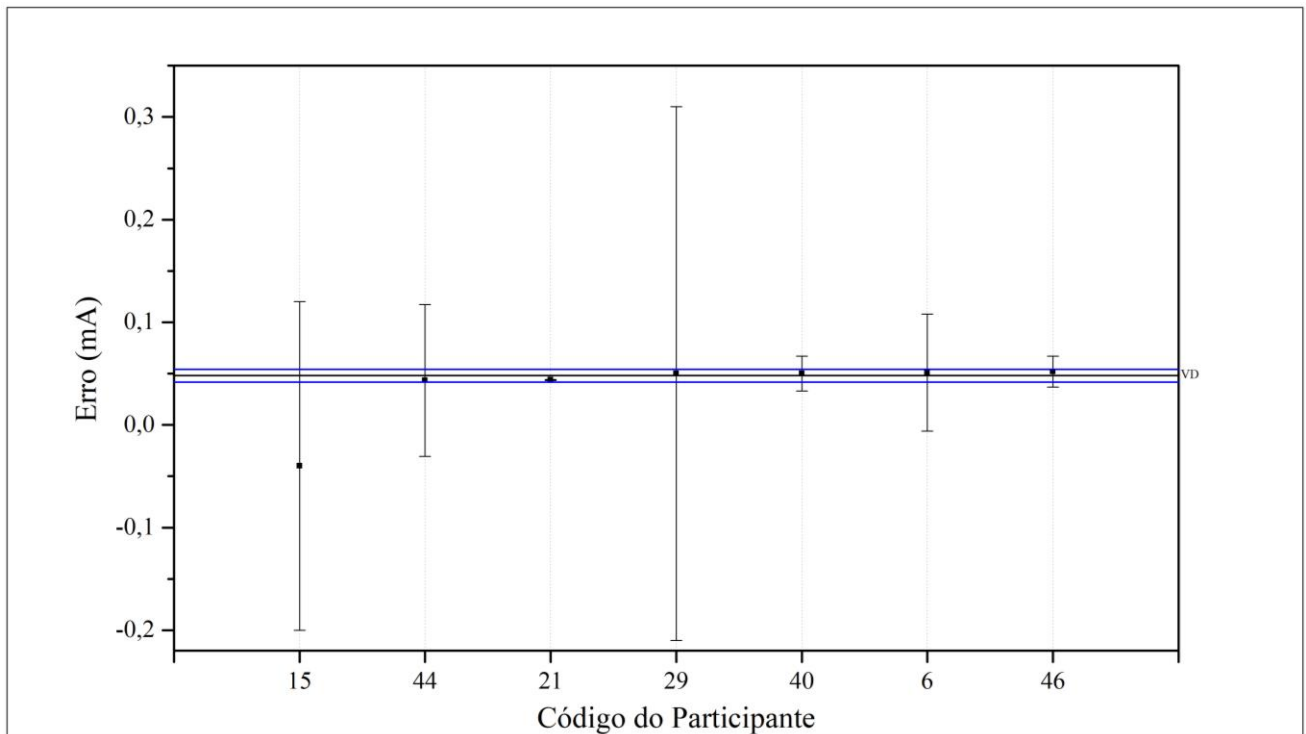
Fonte: Inmetro/Dimci/Lapep

Figura 32: Ampliação da figura 31 – corrente alternada.  
(valor nominal – 10 mA (1 kHz))



Fonte: Inmetro/Dimci/Lapep

Figura 33: Dispersão dos resultados dos laboratórios – corrente alternada.  
(valor nominal – 100 mA (1 kHz))



Fonte: Inmetro/Dimci/Lapep

Assim como nas medições de tensão contínua e alternada, alguns participantes reportaram incertezas expandidas maiores que o valor designado, quando o esperado eram incertezas menores ou iguais à do valor designado. As observações relacionadas à tensão contínua e alternada se aplicam aos valores de incertezas reportadas para corrente contínua e alternada.

### 3.3.2. Resistência

Os resultados das medições do item de ensaio para a grandeza resistência, reportados pelos participantes, estão detalhados nas tabelas 27, 28 e 29. Esses resultados são exibidos com o número de casas decimais conforme informado por cada participante.

**Nota** – O Comitê de Organização verificou que apenas dois participantes (16 e 34) reportaram os valores de erro e incerteza expandida em ohms ( $\Omega$ ) para todos os pontos de calibração do item de ensaio. Após consulta ao Comitê Técnico, decidiu-se que as unidades dos valores designados deveriam corresponder às dos pontos de calibração. Assim, os resultados reportados pelos participantes 16 e 34 nas faixas de 10 k $\Omega$  e 10 M $\Omega$  foram convertidos de  $\Omega$  para k $\Omega$  e M $\Omega$ , respectivamente. Essa conversão foi realizada forma excepcional nesta rodada.

Tabela 27: Resultados das calibrações para grandeza resistência reportadas pelos participantes.

Resistência			
Código do Participante	Erro ( $\Omega$ )	U ( $\Omega$ )	k
Valor Nominal 10 $\Omega$			
5	-0,0009	0,0063	2
6	-0,00072	0,00016	2,37
11	0	0,014	2
15	-0,0047	0,0046	2
16	-0,00114	0,00013	2
21	-0,00111	0,000051	2
22	-0,00021	0,00013	2
29	0,0000	0,0067	2,00
34	0,00007	0,0081	2
40	-0,0009	0,0016	2
44	-0,00063	0,0017	2
46	-0,00069 $\Omega$	0,00054 $\Omega$	2,09

Fonte: Participantes da 1ª Rodada do EP na calibração de Multímetro.

Tabela 28: Resultados das calibrações para grandeza resistência reportadas pelos participantes.

Resistência			
Código do Participante	Erro (k $\Omega$ )	U (k $\Omega$ )	k
Valor Nominal 10 k $\Omega$			
5	-0,00016	0,00017	2,01
6	-0,000282	0,000089	2
11	-0,0002	0,0021	2
15	0,0002	0,0020	2
16	-0,0002	0,00011	2
21	-0,00121	0,000051	2
22	-0,00022	0,00012	2
29	0,0001	0,0012	2,00
34	-0,00002	0,00031	2
40	-0,00015	0,00035	2
44	-0,00023	0,00036	2
46	-0,000223 k $\Omega$	0,000074 k $\Omega$	2,07

Fonte: Participantes da 1ª Rodada do EP na calibração de Multímetro.

Tabela 29: Resultados das calibrações para grandeza resistência reportadas pelos participantes.

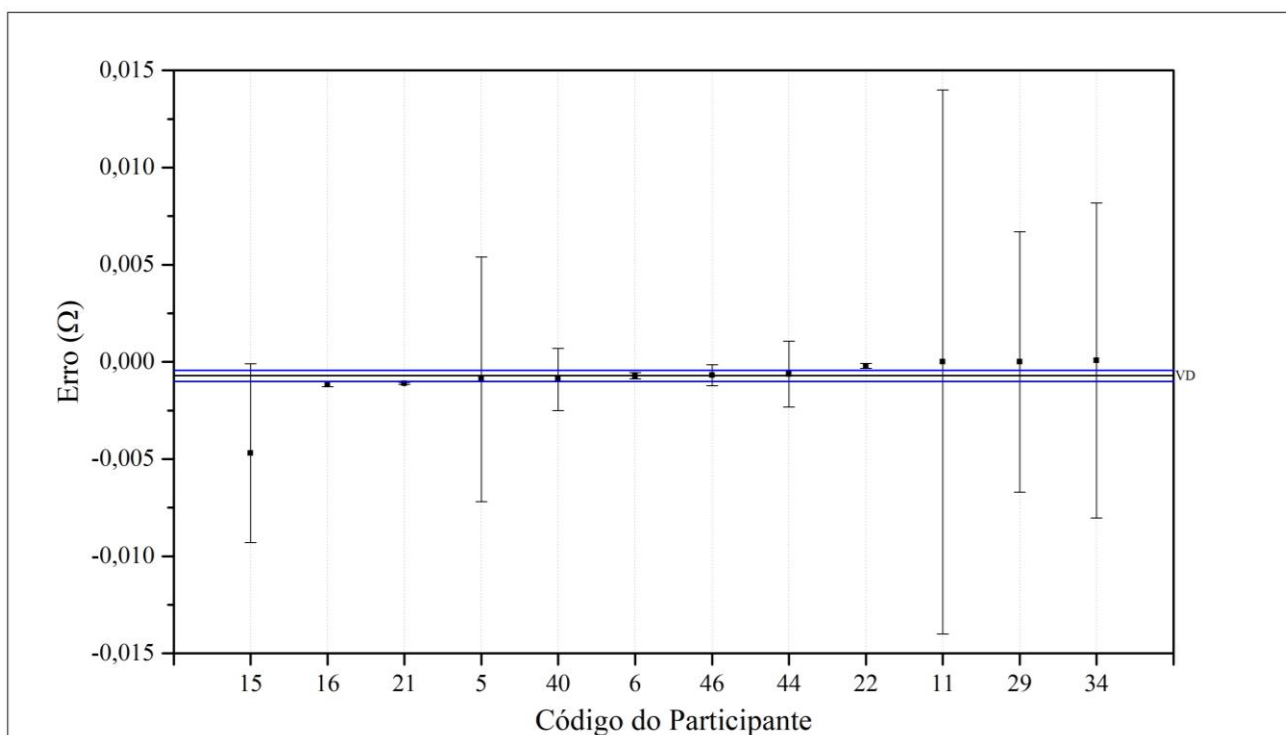
Resistência			
Código do Participante	Erro (MΩ)	U (MΩ)	k
Valor Nominal 10 MΩ			
5	-0,0001	0,0087	2
6	-0,00176	0,00031	2
11	-0,0003	0,0081	2
15	0,02	0,10	2
16	0	0,00029	2
21	-0,02087	0,000035	2
22	-0,00009	0,00038	2
29	-0,0004	0,0055	2,00
34	-0,00018	0,00130	2
40	-0,0002	0,0016	2
44	-0,00039	0,0017	2
46	-0,00012 MΩ	0,00014 MΩ	2,05

Fonte: Participantes da 1ª Rodada do EP na calibração de Multímetro.

As figuras 34 a 38 mostram a dispersão dos resultados das medições reportados pelos participantes para a grandeza resistência, considerando cada valor nominal previsto no protocolo desta rodada.

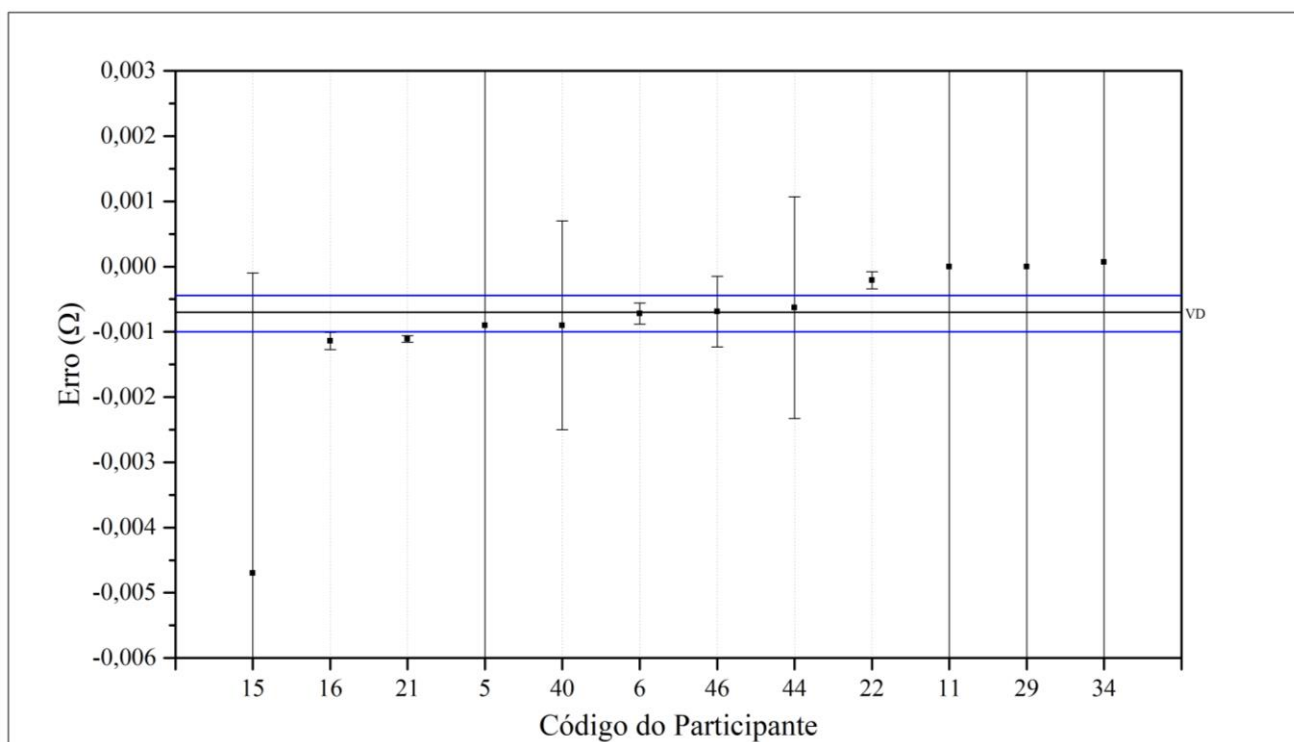
Nos gráficos, as barras de erro indicam a incerteza expandida dos resultados informados por cada participante. A linha contínua preta representa o valor designado (VD) para cada ponto de calibração, enquanto as linhas contínuas azuis delimitam a faixa de  $VD \pm U$ .

Figura 34: Dispersão dos resultados dos laboratórios – resistência.  
(valor nominal  $-10\ \Omega$ )



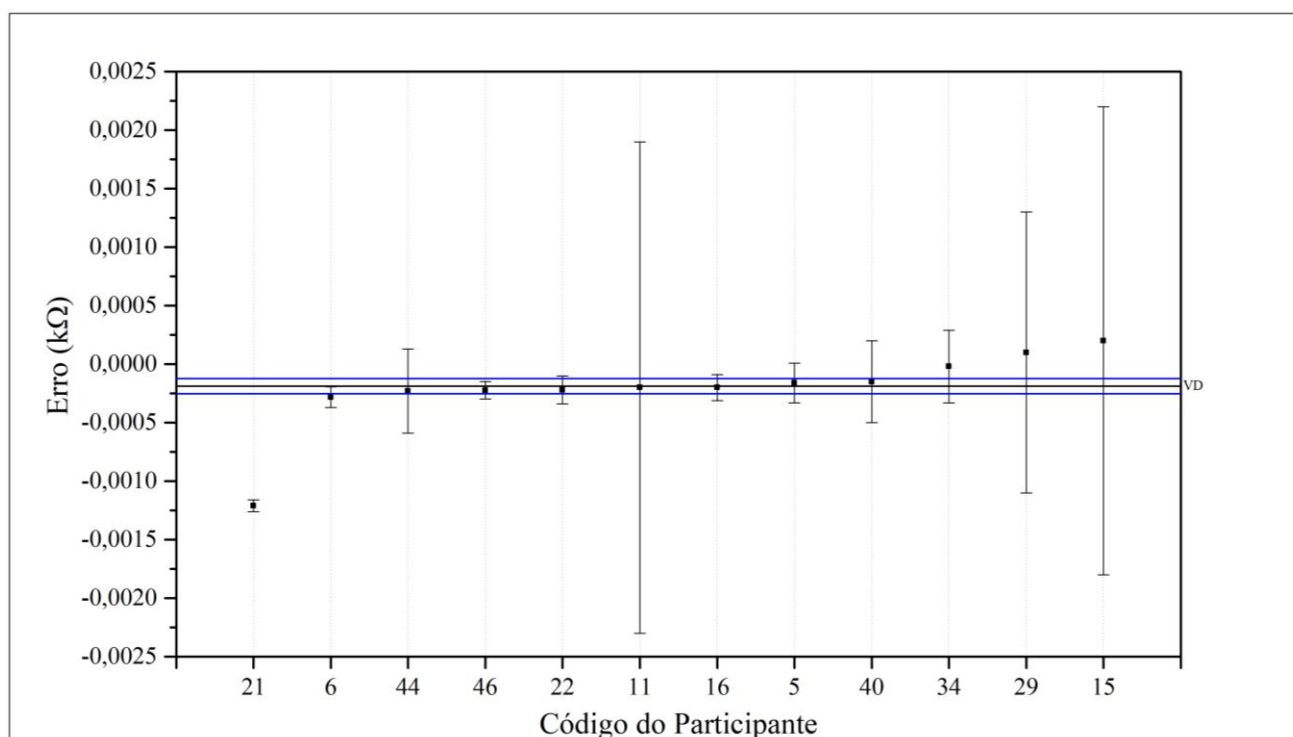
Fonte: Inmetro/Dimci/Lapep

Figura 35: Ampliação da figura 34 – resistência.  
(valor nominal  $-10\ \Omega$ )



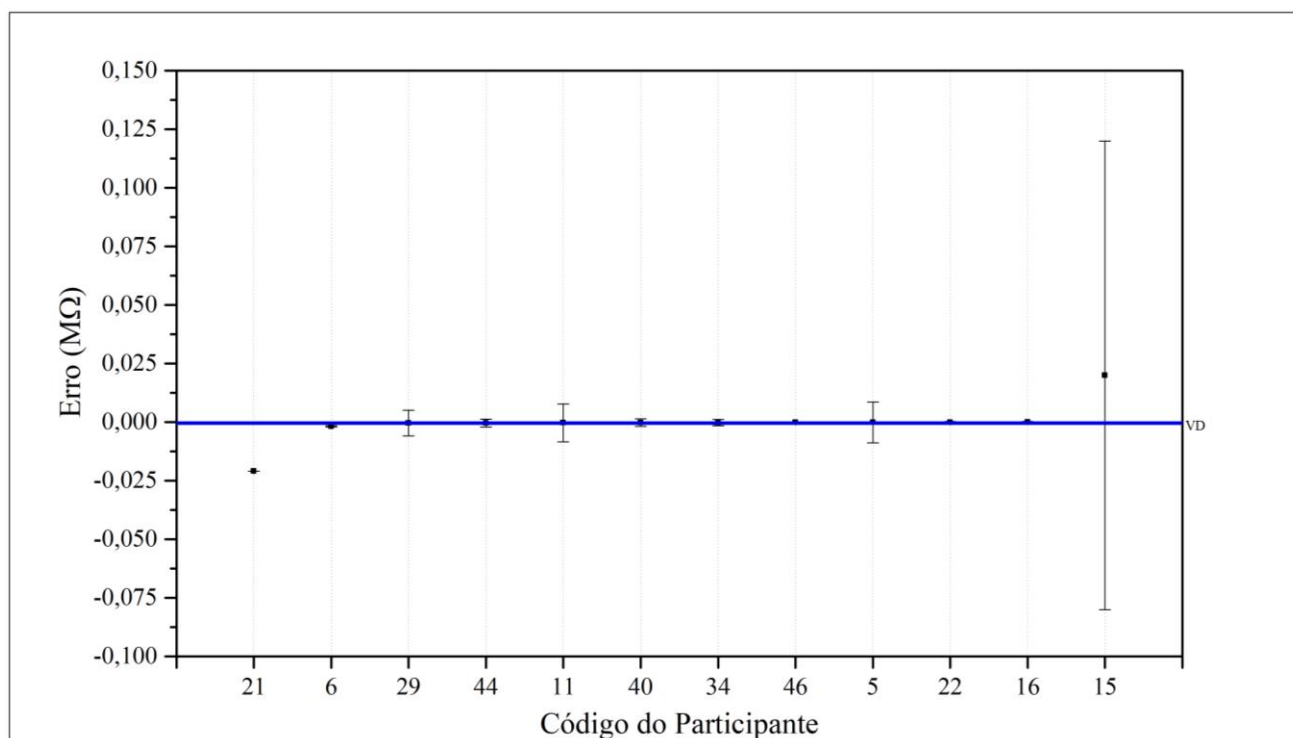
Fonte: Inmetro/Dimci/Lapep

Figura 36: Dispersão dos resultados dos laboratórios – resistência.  
(valor nominal  $-10\text{ k}\Omega$ )



Fonte: Inmetro/Dimci/Lapep

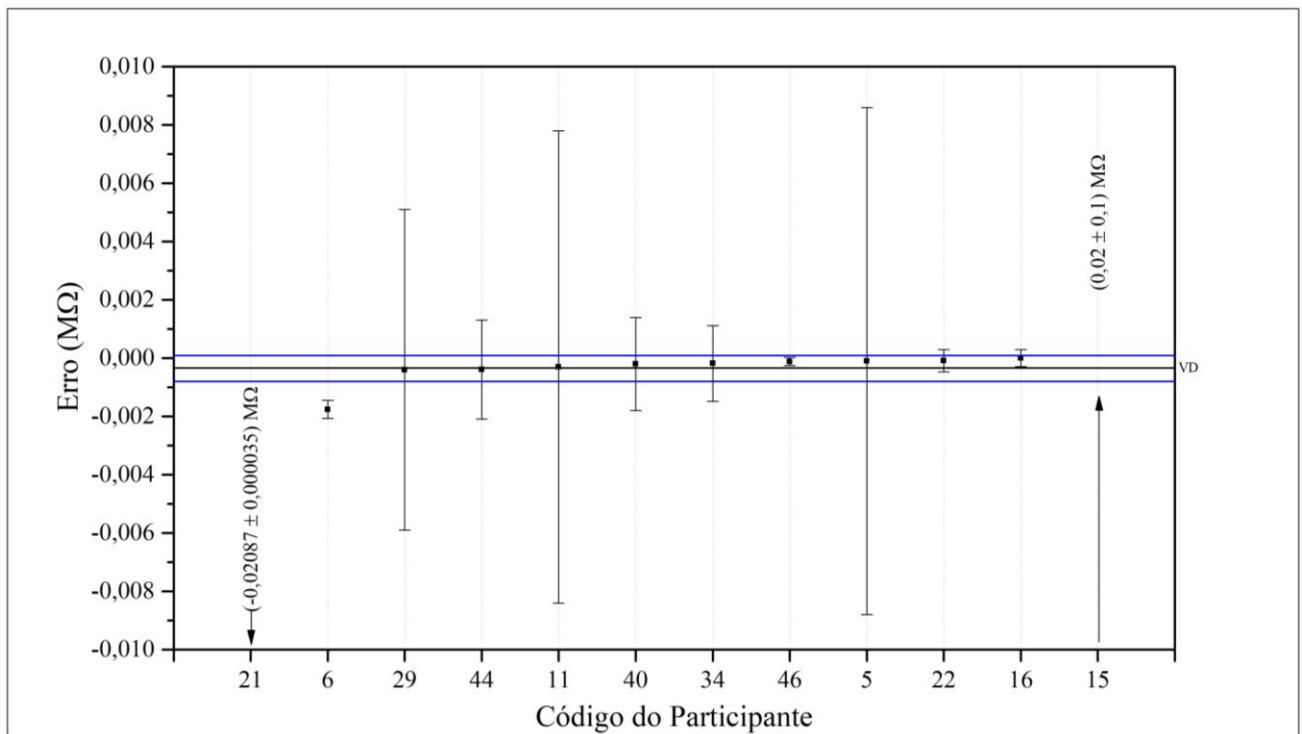
Figura 37: Dispersão dos resultados dos laboratórios – resistência.  
(valor nominal  $-10\text{ M}\Omega$ )



Fonte: Inmetro/Dimci/Lapep



Figura 38: Ampliação da figura 37 – resistência.  
(valor nominal –10 MΩ)



Fonte: Inmetro/Dimci/Lapep

Assim como constatado para as grandezas de tensão e corrente (contínua e alternada), alguns participantes reportaram incertezas expandidas significativamente maiores que a do valor designado. Conforme já indicado, essas discrepâncias podem estar associadas a: (i) uma superestimação da incerteza expandida, (ii) um erro de transcrição dos resultados ou (iii) uma capacidade de medição e calibração (CMC) fora das especificações do item ensaiado.

Além disso, os participantes 16, 21 e 22 (Figura 35) reportaram incertezas expandidas possivelmente subestimadas, o que pode ter influenciado a avaliação de desempenho desses laboratórios.

### 3.4. Avaliação de Desempenho – Erro Normalizado

A tabela 30 apresenta o resultado da avaliação de desempenho dos laboratórios por meio do erro normalizado ( $E_n$ ) para as grandezas previstas no protocolo da rodada deste EP.

Tabela 30: Avaliação de desempenho dos participantes – Erro normalizado.

Grandeza	Participante											
Corrente Alternada	5	6	11	15	16	21	22	29	34	40	44	46
10 mA (50 Hz)	N/A	N/A	0,07	-0,11	N/A	-0,23	N/A	N/A	0,10	0,00	N/A	0,23
10 mA (60 Hz)	0,42	0,05	-0,02	-0,34	-0,84	-0,21	-0,07	-0,09	0,18	0,05	-0,03	0,17
10 mA (1 kHz)	N/A	0,05	N/A	-0,11	N/A	-0,18	N/A	0,00	N/A	-0,05	0,02	0,34
100 mA (50 Hz)	N/A	N/A	0,04	-0,27	N/A	-2,08	N/A	N/A	0,55	0,06	N/A	0,29
100 mA (60 Hz)	0,47	0,12	0,01	-0,29	-0,14	-1,82	-0,30	-0,03	0,74	0,11	-0,07	0,40
100 mA (1 kHz)	N/A	0,05	N/A	-0,55	N/A	-0,70	N/A	0,01	N/A	0,11	-0,06	0,25
Corrente Contínua												
1 mA	-0,04	-0,34	-0,12	-0,19	-0,27	0,23	-0,07	-0,13	-0,29	0,27	-0,02	-0,21
100 mA	0,69	0,43	0,23	-0,03	0,01	0,93	0,25	-0,37	0,57	0,85	-0,01	0,03
Tensão Contínua												
100 mV	-0,21	-1,15	-0,06	0,29	0,67	-0,94	0,69	-0,22	0,46	0,85	-0,26	-0,47
5 V	0,37	-0,28	0,05	-0,20	0,00	0,40	-0,03	-0,01	-0,66	0,24	-0,05	-0,05
950 V	-0,26	-0,65	0,03	-0,14	-0,12	-0,54	-0,16	-0,23	-0,92	-0,10	-0,22	0,29
Tensão Alternada												
100 mV (50 Hz)	N/A	N/A	0,08	-0,46	N/A	-1,10	N/A	N/A	-0,87	-0,25	N/A	0,24
100 mV (60 Hz)	-0,08	-0,02	0,11	-0,40	-0,48	-1,19	-0,21	-0,29	-0,61	-0,19	0,00	0,20
100 mV (1 kHz)	N/A	0,10	N/A	-0,50	N/A	-1,56	N/A	-0,28	N/A	0,25	0,00	0,14
100 mV (10 kHz)	N/A	0,27	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	-0,06	N/A	0,16
5 V (50 Hz)	N/A	N/A	-0,06	-0,12	N/A	0,93	N/A	N/A	-1,14	-0,14	N/A	0,43

Grandeza	Participante											
Tensão Alternada	5	6	11	15	16	21	22	29	34	40	44	46
5 V (60 Hz)	-0,46	0,00	0,02	-0,01	-1,59	1,10	0,06	-0,03	-0,98	-0,16	-0,08	0,58
5 V (1 kHz)	N/A	-0,11	N/A	-0,18	N/A	-0,35	N/A	-0,06	N/A	-0,07	-0,19	0,42
5 V (10 kHz)	N/A	-0,03	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	-0,06	N/A	0,42
127 V (50 Hz)	N/A	N/A	0,12	0,24	N/A	3,04	N/A	N/A	0,43	0,30	N/A	0,05
127 V (60 Hz)	-0,06	-0,16	-0,08	0,05	-5,80	2,61	0,63	-0,08	-0,62	-0,29	-0,16	-0,39
127 V (1 kHz)	N/A	0,14	N/A	0,07	N/A	2,93	N/A	-0,12	N/A	0,41	-0,26	0,20
220 V (50 Hz)	N/A	N/A	0,14	-0,12	N/A	0,14	N/A	N/A	-0,03	0,13	N/A	0,18
220 V (60 Hz)	0,00	-0,05	0,05	-0,09	-2,11	0,39	0,17	-0,07	-0,32	-0,03	0,03	0,17
220 V (1 kHz)	N/A	0,0	N/A	-0,12	N/A	0,20	N/A	-0,14	N/A	0,28	-0,10	0,36
700 V (50 Hz)	N/A	N/A	0,05	-0,14	N/A	0,26	N/A	N/A	-0,22	-0,01	N/A	0,36
700 V (60 Hz)	-0,34	0,08	0,03	-0,01	-1,34	0,43	0,23	0,07	-0,23	-0,03	0,03	0,41
700 V (1 kHz)	N/A	0,08	N/A	-0,20	N/A	-0,41	N/A	0,04	N/A	0,07	-0,20	0,37
Resistência												
10 $\Omega$	-0,03	-0,07	0,05	-0,87	-1,51	-1,55	1,69	0,10	0,10	-0,12	0,04	0,02
10 k $\Omega$	0,16	-0,81	0,00	0,19	-0,08	-11,8	-0,22	0,24	0,53	0,11	-0,11	-0,32
10 M $\Omega$	0,03	-2,74	0,00	0,20	0,65	-48,7	0,42	-0,01	0,11	0,08	-0,03	0,47

Fonte: Inmetro/Dimci/Lapep

Resultado satisfatório.

Resultado insatisfatório.

NA – Não Avaliado

### 3.5. Considerações

#### 3.5.1. Resultados reportados pelos participantes

O Comitê Técnico avaliou os resultados dos participantes e identificou inconsistências entre o número de casas decimais dos valores de erros e das incertezas reportadas, em relação à resolução do item de ensaio. Conforme descrito na Tabela 31, alguns participantes relataram o erro da calibração ou a incerteza expandida do erro fora da resolução máxima especificada do item de ensaio.

Tabela 31: Medições reportadas pelos participantes fora da resolução do item de ensaio.

Grandeza	Participante	
Tensão Contínua	Erro	Incerteza
100 mV	6, 22, 34	6, 22
5 V	6, 21, 22, 46	6, 21, 22, 34, 46
950 V	22, 46	21, 46
Tensão Alternada	Erro	Incerteza
127 V (50 Hz)	21	21
127 V (60 Hz)	21	21
127 V (1 kHz)	21	21
700 V (60 Hz)	21	----
700 V (1 kHz)	21	----
Corrente Contínua	Erro	Incerteza
100 mA	21	---
Corrente Alternada	Erro	Incerteza
100 mA (50 Hz)	---	21
100 mA (60 Hz)	---	21
100 mA (1 kHz)	21	21
Resistência	Erro	Incerteza
10 $\Omega$	---	21
10 k $\Omega$	6, 46	6, 21, 46
10 M $\Omega$	---	21

Fonte: Dimci/Diele/Lacel.

O Comitê de Organização recomenda que os participantes, com resultados fora das especificações do item de ensaio, revisem seus registros de medição e avaliem o impacto na avaliação de desempenho.

Na tabela 32 é apresentada a avaliação da incerteza reportada pelos participantes em relação à especificação do item de ensaio e à do valor designado.

Tabela 32: Avaliação das incertezas reportadas pelos participantes.

Grandeza	Observação
<b>Tensão Contínua</b>	
<b>100 mV</b>	Participantes 11, 15, e 29 - Incerteza > Especificação
<b>5 V</b>	Participantes 11, 15, 29 e 44 - Incerteza > Especificação
<b>950 V</b>	Participantes 11 e 15 - Incerteza > Especificação
<b>Tensão Alternada</b>	
<b>100 mV (50 Hz)</b>	Participante 15 - Incerteza > Especificação
<b>100 mV (60 Hz)</b>	Participantes 15, 29 e 44 - Incerteza > Especificação
<b>100 mV (1 kHz)</b>	Participantes 15, 29 e 44 - Incerteza > Especificação
<b>5 V (50 Hz)</b>	Participante 15 - Incerteza > Especificação
<b>5 V (60 Hz)</b>	Participantes 15 e 29 - Incerteza > Especificação
<b>5 V (1 kHz)</b>	Participantes 15 e 29 - Incerteza > Especificação
<b>127 V (50 Hz)</b>	Participantes 34 - Incerteza > Especificação
<b>700 V (50 Hz)</b>	Participantes 11 e 15 - Incerteza > Especificação
<b>700 V (60 Hz)</b>	Participantes 11 e 15 - Incerteza > Especificação
<b>700 V (1 kHz)</b>	Participantes 15 - Incerteza > Especificação
<b>Corrente Contínua</b>	
<b>1 mA</b>	Participante 15 - Incerteza > Especificação
<b>100 mA</b>	Participante 15 - Incerteza > Especificação
<b>Corrente Alternada</b>	
<b>10 mA (50 Hz)</b>	Participantes 11, 15, 21 e 34 - Incerteza > Especificação
<b>10 mA (60 Hz)</b>	Participantes 5, 6, 11, 15, 16, 21, 22, 29, 34 e 44 - Incerteza > Especificação
<b>10 mA (1 kHz)</b>	Participantes 6, 15, 21, 29 e 44 - Incerteza > Especificação
<b>100 mA (50 Hz)</b>	Participantes 11, 15 e 34 - Incerteza > Especificação Participante 21 - Incerteza << Valor designado (ver figura 28)
<b>100 mA (60 Hz)</b>	Participantes 5, 6, 11, 15, 16, 22, 29, 34 e 44 - Incerteza > Especificação Participante 21 - Incerteza << Valor designado (ver figura 30)
<b>100 mA (1 kHz)</b>	Participantes 6, 15, 29 e 44 - Incerteza > Especificação Participante 21 - Incerteza << Valor designado (ver figura 33)
<b>Resistência</b>	
<b>10 <math>\Omega</math></b>	Participantes 5, 11, 15, 29 e 34 - Incerteza > Especificação Participante 21 - Incerteza << Valor designado (ver figura 35)
<b>10 k<math>\Omega</math></b>	Participantes 11, 15 e 29 - Incerteza > Especificação
<b>10 M<math>\Omega</math></b>	Participantes 5, 11, 15 e 29 - Incerteza > Especificação Participante 21 - Incerteza << Valor designado (ver figura 37 e 38)

Fonte: Dimci/Diele/Lacel.

O Comitê Técnico também identificou alguns resultados reportados com número excessivo de algarismos significativo, enquanto o recomendado seria no máximo 2 algarismos significativos, por exemplo,  $(-0,004 \pm 0,0115)$  V deveria ser reportado como  $(-0,004 \pm 0,012)$  V.

Em outros casos, foi identificado diferença entre o número de casas decimais do erro da calibração e a incerteza expandida. Como exemplo, temos o resultado de  $(-0,0661 \pm 0,047)$  mA que seria melhor representado por  $(-0,066 \pm 0,047)$  mA.

Por fim, o Comitê de Organização e o Comitê Técnico recomendam que os participantes sigam as recomendações do GUM para a expressão dos resultados de calibrações [1] e avaliem a possibilidade de terem superestimado ou subestimado a incerteza das medições.

#### **4. Confidencialidade**

Cada participante foi identificado por código individual que é conhecido somente pelo próprio participante e pela coordenação do EP. Caso seja requisitado, a identificação dos laboratórios (acreditados e em fase de acreditação) será encaminhada à Cgcre, conforme estabelecido no protocolo deste EP. Esse código foi utilizado como identificação do participante no preenchimento do formulário de registro de resultados. Os resultados poderão ser utilizados em trabalhos e publicações pelo Inmetro respeitando-se a confidencialidade de cada participante.

Conforme estabelecido no item 4.10.4 da ABNT ISO/IEC 17043:2011 [2], em circunstâncias excepcionais, uma autoridade reguladora pode requerer os resultados e a identificação dos participantes do EP ao provedor. Se isto ocorrer, o provedor do EP notificará esta ação aos participantes.

#### **5. Conclusões**

Esta foi a primeira rodada do EP na calibração de multímetro 6½ dígitos e contou com a participação de 12 (laboratórios) laboratórios, todos acreditados.

Os valores designados para todos os pontos de calibração do multímetro 6½ dígitos foram atribuídos pela Lacel/Diele/Inmetro, assegurando que a avaliação de desempenho foi realizada em relação a uma base com competência internacional reconhecida.

Os resultados dos laboratórios participantes deste EP foram avaliados por meio do erro normalizado. A subestimação das incertezas reportadas pelos participantes pode ter impactado a avaliação de desempenho dos participantes que obtiveram valores de  $|E_n|$  ligeiramente superior a 1,0.

A superestimação da incerteza reportada pelos participantes pode ter impactado a avaliação de desempenho e não refletir corretamente a CMC do laboratório.

O Comitê de Organização recomenda que os participantes que não apresentaram desempenho satisfatório analisem criticamente sua metodologia de medição. Além disso, recomenda-se também uma avaliação da ocorrência de erros grosseiros, tais como transcrição incorreta de dados, erros de conversão de unidades, de validação de planilhas e interpretação incorreta das instruções do protocolo. Essa avaliação deve ser realizada, principalmente para os laboratórios que obtiveram resultados muito acima ou abaixo do esperado.

Finalmente, deve-se ressaltar a importância da participação em exercícios de EP. Um EP constitui uma ferramenta útil para monitorar os procedimentos de análises usados na rotina e avaliar os resultados das medições, possibilitando a melhoria da qualidade dos resultados e garantindo maior confiabilidade às medições.

## 6. Participantes

Treze participantes se inscreveram na 1ª rodada do Ensaio de Proficiência na Calibração de Multímetros 6½ dígitos, sendo que um participante desistiu. A lista dos participantes que enviaram os resultados à coordenação deste EP é apresentada na Tabela 33. 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 33 – Participantes

Instituição	
1.	NOVUS Produtos Eletrônicos Ltda
2.	Excel Serviços em Metrologia Ltda
3.	Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento - LACTEC
4.	KEYSIGHT TECHNOLOGIES MEDIÇÃO BRASIL LTDA
5.	Minipa Metrologia e Serviços Ltda
6.	Socintec Instrumentos de Medição Ltda
7.	MMG Soluções em Metrologia LTDA
8.	Elus Serviços de Instrumentação Ltda.
9.	Flextronics Instituto de Tecnologia
10.	UBEA – União Brasileira de Educação e Assistência
11.	Fundação Instituto Polo Avançado da Saúde de RP
12.	Sérgio Luiz Lenzi FI

Total de participantes: 12 participantes.

## **7. Referências Bibliográficas**

- [1] JCGM 100:2008 Avaliação de dados de medição - Guia para a expressão de incerteza de medição – GUM 1995 com pequenas correções. Tradução da 1ª edição de 2008 da publicação JCGM 100:2008 Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement, do BIPM. Duque de Caxias - RJ, 2012. Publicado pelo Inmetro. [Disponível no site do Inmetro](#).
- [2] ABNT NBR ISO/IEC 17043, Avaliação de conformidade — Requisitos gerais para ensaios de proficiência, ABNT, Rio de Janeiro, 2011.



## 8. ANEXO A – Estabilidade do Item de Ensaio

Tabela 34 – Avaliação da estabilidade do item de ensaio – tensão contínua

Tensão Contínua											
Faixa (mV)	V <sub>R</sub> (mV)	Erro - Calibração Inicial (L <sub>ant</sub> )			Erro - Calibração Final (L <sub>post</sub> )			Estabilidade (δ)	L <sub>post</sub> - L <sub>ant</sub>	$2\sqrt{u_{ant}^2 + u_{post}^2 + \frac{\delta^2}{3}}$	E <sub>n</sub>
		Erro (mV)	U (mV)	k	Erro (mV)	U (mV)	k				
100	100	-0,0006	0,0005	2,00	-0,0016	0,0004	2,00	0,00150mV	0,0010 mV	0,0012 mV	0,83
Faixa (V)	V <sub>R</sub> (V)	Erro (V)	U (V)	k	Erro (V)	U (V)	k				
10	5	0,00003	0,00002	2,00	0,00001	0,00002	2,00	0,00001 V	0,00002 V	0,00003 V	0,67
1000	950	0,006	0,004	2,00	0,000	0,004	2,00	0,004 V	0,006 V	0,006 V	1,00

Fonte: Dimci/Diele/Lacel

Tabela 35 – Avaliação da estabilidade do item de ensaio – Corrente contínua

Tensão Contínua											
Faixa (mA)	V <sub>R</sub> (mA)	Erro - Calibração Inicial (L <sub>ant</sub> )			Erro - Calibração Final (L <sub>post</sub> )			Estabilidade (δ)	L <sub>post</sub> - L <sub>ant</sub>	$2\sqrt{u_{ant}^2 + u_{post}^2 + \frac{\delta^2}{3}}$	E <sub>n</sub>
		Erro (mA)	U (mA)	k	Erro (mA)	U (mA)	k				
1	1	0,000069	0,000010	2,00	0,000073	0,000009	2,00	0,000018	0,000004	0,000018	0,22
100	100	-0,0057	0,0010	2,00	-0,0048	0,0009	2,00	0,0055	0,0009	0,0039	0,23

Fonte: Dimci/Diele/Lacel

Tabela 36 – Avaliação da estabilidade do item de ensaio – Resistência

Tensão Contínua											
Faixa	V <sub>R</sub>	Erro - Calibração Inicial (L <sub>ant</sub> )			Erro - Calibração Final (L <sub>post</sub> )			Estabilidade (δ)	L <sub>post</sub> - L <sub>ant</sub>	$2\sqrt{u_{ant}^2 + u_{post}^2 + \frac{\delta^2}{3}}$	E <sub>n</sub>
		Erro	U	k	Erro	U	k				
10 Ω	10 Ω	-0,00057 Ω	0,00003 Ω	2,00	-0,00083 Ω	0,00006 Ω	2,28	0,00038 Ω	0,00026 Ω	0,00026 Ω	1,00
10 kΩ	10 kΩ	-0,00019 kΩ	0,00004 kΩ	2,00	-0,00018 kΩ	0,00004 kΩ	2,00	0,00005 kΩ	0,00001 kΩ	0,00007 kΩ	0,14
10 MΩ	10 MΩ	-0,00013 MΩ	0,00013 MΩ	2,00	-0,00052 MΩ	0,00012 MΩ	2,00	0,00058 MΩ	0,00039 MΩ	0,00042 MΩ	0,93

Fonte: Dimci/Diele/Lacel

Tabela 37 – Avaliação da estabilidade do item de ensaio – Corrente Alternada

Tensão Contínua												
Faixa (mA)	Frequência	V <sub>R</sub> (mA)	Erro - Calibração Inicial (L <sub>ant</sub> )			Erro - Calibração Final (L <sub>post</sub> )			Estabilidade (δ)	L <sub>post</sub> - L <sub>ant</sub>	$2\sqrt{u_{ant}^2 + u_{post}^2 + \frac{\delta^2}{3}}$	E <sub>n</sub>
			Erro (mA)	U (mA)	k	Erro (mA)	U (mA)	k				
10	50 Hz	10	0,0044	0,0003	2,00	0,0045	0,0003	2,00	0,0003	0,0001	0,0005	0,21
100		100	0,039	0,004	2,00	0,041	0,004	2,00	0,004	0,002	0,006	0,32
10	60 Hz	10	0,0043	0,0003	2,00	0,0044	0,0003	2,00	0,0005	0,0001	0,0006	0,18
100		100	0,038	0,004	2,00	0,039	0,004	2,00	0,006	0,001	0,007	0,14
10	1 kHz	10	0,0050	0,0003	2,00	0,0050	0,0003	2,00	0,0004	0,0000	0,0005	0,00
100		100	0,047	0,004	2,00	0,049	0,004	2,00	0,004	0,002	0,006	0,32

Fonte: Dimci/Diele/Lacel

Tabela 38 – Avaliação da estabilidade do item de ensaio – Tensão alternada

Tensão Alternada												
Faixa (mV)	Frequência	V <sub>R</sub> (mV)	Erro - Calibração Inicial			Erro - Calibração Final			Estabilidade (δ)	L <sub>post</sub> - L <sub>ant</sub>	$2\sqrt{u_{ant}^2 + u_{post}^2 + \frac{\delta^2}{3}}$	E <sub>n</sub>
			Erro (mV)	U (mV)	k	Erro (mV)	U (mV)	k				
100	50 Hz	100	0,0405	0,0024	2,00	0,0425	0,0014	2,00	0,0067 mV	0,0020 mV	0,0053 mV	0,38
Faixa (V)	Frequência	V <sub>R</sub> (V)	Erro (V)	U (V)	k	Erro (V)	U (V)	k				
10	50 Hz	5	-0,00060	0,00005	2,00	-0,00057	0,00006	2,00	0,00044 V	0,00003 V	0,00030 V	0,10
1000	50 Hz	127	-0,068	0,003	2,00	-0,0650	0,0030	2,00	0,027 V	0,003 V	0,018 V	0,17
		220	-0,031	0,006	2,00	-0,0300	0,0060	2,00	0,072 V	0,001 V	0,049 V	0,02
		700	-0,068	0,012	2,00	-0,0650	0,0170	2,00	0,047 V	0,003 V	0,038 V	0,08
Faixa (mV)	Frequência	V <sub>R</sub> (mV)	V <sub>R</sub> (mV)	V <sub>M</sub> (mV)	k	Erro (mV)	U (mV)	k				
100	60 Hz	100	0,0396	0,0022	2,00	0,0413	0,0014	2,00	0,0045	0,0017 mV	0,0040 mV	0,43
Faixa (V)	Frequência	V <sub>R</sub> (V)	Erro (V)	U (V)	k	Erro (V)	U (V)	k				
10	60 Hz	5	-0,00069	0,00005	2,00	-0,00063	0,00005	2,00	0,00041 V	0,00006 V	0,00028 V	0,21
1000	60 Hz	127	-0,068	0,003	2,05	-0,050	0,003	2,00	0,027 V	0,018 V	0,018 V	1,00
		220	-0,038	0,006	2,00	-0,022	0,006	2,00	0,048 V	0,016 V	0,033 V	0,48
		700	-0,079	0,012	2,00	-0,082	0,017	2,00	0,069 V	0,003 V	0,050 V	0,06
Faixa (mV)	Frequência	V <sub>R</sub> (mV)	V <sub>R</sub> (mV)	V <sub>M</sub> (mV)	k	Erro (mV)	U (mV)	k				
100	1 kHz	100	0,0488	0,0019	2,00	0,0500	0,0013	2,00	0,0059 mV	0,0012 mV	0,0046 mV	0,26
Faixa (V)	Frequência	V <sub>R</sub> (V)	Erro (V)	U (V)	k	Erro (V)	U (V)	k				
10	1 kHz	5	-0,00021	0,00005	2,00	-0,00029	0,00005	2,00	0,00042 V	0,00008 V	0,00029 V	0,28
1000	1 kHz	127	-0,050	0,003	2,00	-0,059	0,003	2,00	0,021 V	0,009 V	0,015 V	0,60
		220	-0,018	0,006	2,00	-0,024	0,006	2,00	0,054 V	0,006 V	0,037 V	0,16
		700	-0,016	0,012	2,00	-0,025	0,018	2,00	0,038 V	0,009 V	0,033 V	0,27
Faixa (mV)	Frequência	V <sub>R</sub> (mV)	V <sub>R</sub> (mV)	V <sub>M</sub> (mV)	k	Erro (mV)	U (mV)	k				
100	10 kHz	100	0,0396	0,0020	2,00	0,0406	0,0013	2,00	0,0061 mV	0,0010 mV	0,0047 mV	0,21
Faixa (V)	Frequência	V <sub>R</sub> (V)	V <sub>R</sub> (V)	V <sub>M</sub> (V)	k	Erro (V)	U (V)	k				
10	10 kHz	5	-0,00020	0,00005	2,00	-0,00027	0,00005	2,03	0,00040 V	0,00007 V	0,00028 V	0,25

Fonte: Dimci/Diele/Lacel



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.: +55 21 2679-9071 – [www.inmetro.gov.br](http://www.inmetro.gov.br) – E-mail: [pep-inmetro@inmetro.gov.br](mailto:pep-inmetro@inmetro.gov.br)