

Relatório Final do Ensaio de Proficiência
em Alta Tensão em Corrente Alternada e
Contínua - 1ª Rodada



Inmetro
Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia

PEP-Inmetro

Programa de Ensaios de Proficiência do Inmetro

ENSAIO DE PROFICIÊNCIA EM ALTA TENSÃO EM CORRENTE ALTERNADA E CONTÍNUA - 1ª RODADA

Período de inscrição: 19/03/13 a 08/04/13

RELATÓRIO FINAL N° 002/15 – Revisão 01

Este Relatório substitui e cancela o Relatório Final - N° 002/15 – Revisão nº 00 de 09/Janeiro/2015

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

COMITÊ DE ORGANIZAÇÃO

Adelcio Rena Lemos (Inmetro/Dimci/Dicep)

Edson Afonso (Inmetro/Dimci/Diele)

Patrícia Cals de Oliveira Vitorio (Inmetro/Dimci/Diele/Latra)

Paulo Roberto da Fonseca Santos (Inmetro/Dimci/Dicep)– Coordenador PEP- Inmetro

Viviane Silva de Oliveira Correa (Inmetro/Dimci/Dicep)

COMITÊ TÉCNICO

Edson Afonso (Inmetro/Dimci/Diele)

Gabriel Fonseca Sarmanho (Inmetro/Dimci/Dquim)

Joyce Costa Andrade (Inmetro/Dimci/Dicep)

Leonardo Augusto Abreu de Souza (Inmetro/Dimci/Diele/Latra)

Patrícia Cals de Oliveira Vitorio (Inmetro/Dimci/Diele/Latra)

Vladimir Rodrigues de Lima (Inmetro/Dimci/Diele/Latra)

Werickson F. de Carvalho Rocha (Inmetro/Dimci/Dquim)

SUMÁRIO

1. Introdução.....	3
2. Item de Ensaio de Proficiência.....	3
2.1. Transporte do Item de Ensaio de Proficiência.....	4
2.2. Estabilidade do Item de Ensaio de Proficiência.....	4
3. Metodologia de Medição.....	6
4. Valores Designados.....	7
5. Resultados dos Participantes.....	7
6. Análise dos Resultados.....	8
7. Avaliação de Desempenho dos Participantes.....	9
7.1. Avaliação em ATCC Polaridade Positiva.....	11
7.2. Avaliação em ATCC Polaridade Negativa.....	12
7.3. Avaliação em ATCA.....	13
8. Conclusões.....	14
9. Confidencialidade.....	14
10. Participantes.....	15
11. Referências Bibliográficas.....	16

1. Introdução

O ensaio de proficiência (EP) é uma ferramenta para a determinação do desempenho de laboratórios através de comparações interlaboratoriais com o objetivo de avaliar a habilidade de um laboratório na execução de ensaios ou calibrações nos mesmos itens ou em itens de ensaio similares, por dois ou mais laboratórios, de acordo com condições predeterminadas. A realização de ensaios de proficiência no País é fundamental para o aumento da credibilidade dos resultados das medições e, conseqüentemente, contribui para facilitar o comércio internacional e prevenir barreiras técnicas. O ensaio de proficiência em alta tensão contribui para aumentar a confiança nas medições em alta tensão impactando diretamente no sistema elétrico nacional e, por consequência, no setor industrial, contribuindo na qualidade, gestão, controle e tarifação da energia consumida no País.

Em um contexto geral, o ensaio de proficiência propicia aos laboratórios participantes: avaliação do desempenho e monitoração contínua; evidência de obtenção de resultados confiáveis; identificação de problemas relacionados com a sistemática de ensaios; possibilidade de tomada de ações corretivas e/ou preventivas; avaliação da eficiência de controles internos; determinação das características de desempenho e padronização das atividades frente ao mercado e reconhecimento de resultados de ensaios, em nível nacional e internacional.

Os objetivos desse EP foram:

- Determinar o desempenho dos participantes na medição em Alta Tensão;
- Contribuir para o aumento da confiança nos resultados das medições em Alta Tensão;
- Contribuir para a melhoria contínua das técnicas de medição.

Este EP foi organizado pelo Inmetro através da Divisão de Comparações Interlaboratoriais e ensaios de Proficiência (Dicep) e da Divisão de Metrologia Elétrica (Diele), 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. Item de Ensaio de Proficiência

O item de ensaio de proficiência consiste em um sistema de medição cedido pelo Centro de Pesquisas de Energia Elétrica da Eletrobrás – CEPEL, cujas características técnicas são apresentadas na tabela 1.

Tabela 1 – Características técnicas do item de ensaio de proficiência.

Características gerais		
Aplicação	ATCA* e ATCC**	
Faixa de tensão de trabalho	1kV – 15kV	
Fabricante	CEPEL	
Modelo	Resistivo	
Número de série	SMR21	
Características do divisor de tensão		
Resistência da unidade de alta tensão (R1)	15,11	MΩ
Resistência da unidade de baixa tensão (R2)	5,11	kΩ
Tensão nominal do divisor	15	kV
Altura do divisor	53	cm
Características do cabo coaxial de medição		
Tipo	Coaxial	
Modelo	RG 213	
Impedância	50	Ω
Comprimento do cabo	20	m
Multímetro		
Fabricante	Fluke	
Modelo	45	
Número de série	6602012	
Resistência de entrada	10	MΩ
Capacitância de entrada	< 100	pF

*ATCA - Alta Tensão em Corrente Alternada

**ATCC - Alta Tensão em Corrente Contínua

2.1. Transporte do Item de Ensaio de Proficiência

Os laboratórios participantes foram previamente informados, pela coordenação do ensaio de proficiência, sobre a data em que receberiam o item de ensaio. Devido à sensibilidade do equipamento, o item de ensaio de proficiência foi transportado armazenado em case com proteção e o transporte foi realizado somente através de transportadora ou em mãos por técnico responsável designado pelo participante.

No recebimento do item de ensaio, cada participante fez a inspeção de recebimento para verificar se havia algum dano que poderia invalidar ou inviabilizar as medições. O resultado das inspeções foi registrado no formulário de recebimento do item de ensaio. O mesmo procedimento foi adotado na devolução do item de ensaio. Nenhum dano foi registrado nos formulários de recebimento e de devolução do item de ensaio.

2.2. Estabilidade do Item de Ensaio de Proficiência

A estabilidade do item de EP foi avaliada por meio de duas calibrações realizadas pelo Inmetro, uma antes e a outra após a circulação do item de ensaio por todos os participantes, cujos resultados estão apresentados na tabela 2.

Tabela 2 - Resultados da calibração do item de ensaio no Inmetro.

Data da Calibração	Corrente Alternada		Corrente Contínua Polaridade Positiva		Corrente Contínua Polaridade Negativa	
	28/09/12	03/04/14	28/09/12	03/04/14	28/09/12	03/04/14
Certificado	Dimci 2055/2012	Dimci 0868/2014	Dimci 2055/2012	Dimci 0868/2014	Dimci 2055/2012	Dimci 0868/2014
V_{2b} (V)	3,369	3,370	3,386	3,386	-3,385	-3,386
Incerteza (V)	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001

O critério de estabilidade está baseado na norma IEC 60060-2: 2010. A estabilidade do item de EP foi estimada como uma contribuição de incerteza válida para o período de rodada do EP. A avaliação da estabilidade fornece uma contribuição de incerteza-padrão, considerada como do tipo B.

Os valores da tabela 2 evidenciam que o item de EP se manteve estável, apesar do intervalo entre as calibrações. A variação de 0,001 V no valor de V_{2b} encontra-se dentro dos critérios de estabilidade, conforme norma IEC 60060 - 2:2010. Tal variação não influencia a avaliação do desempenho dos participantes.

Os gráficos das figuras 1, 2 e 3 mostram a estabilidade do item de ensaio avaliada através da mudança nas calibrações realizadas no início e ao final do ensaio. Nas figuras aparecem as datas da calibração e a incerteza em volt.

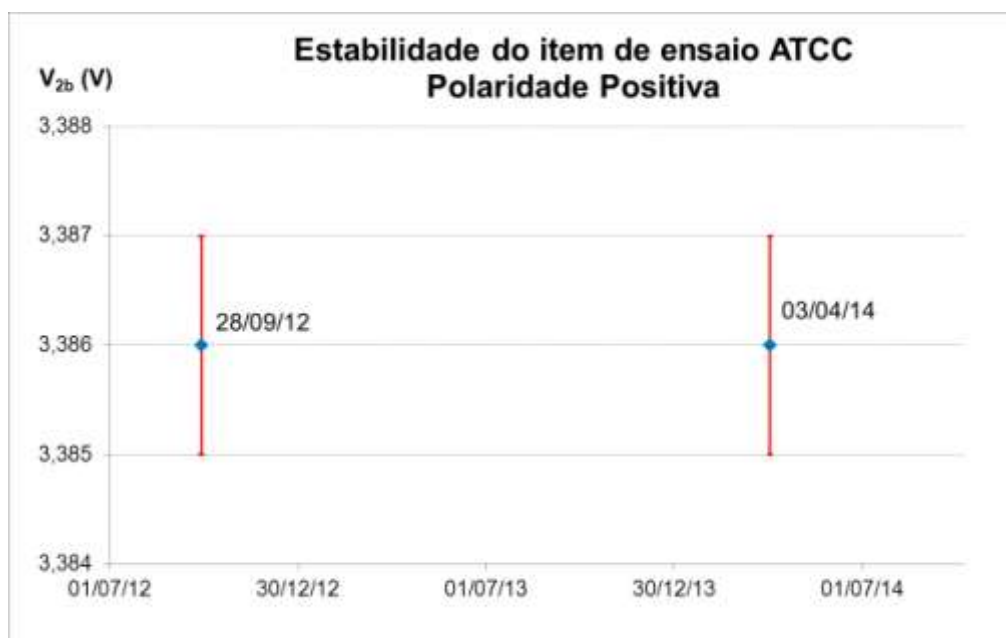


Figura 1 - Gráfico da variação da calibração do item de ensaio ATCC - Polaridade Positiva.

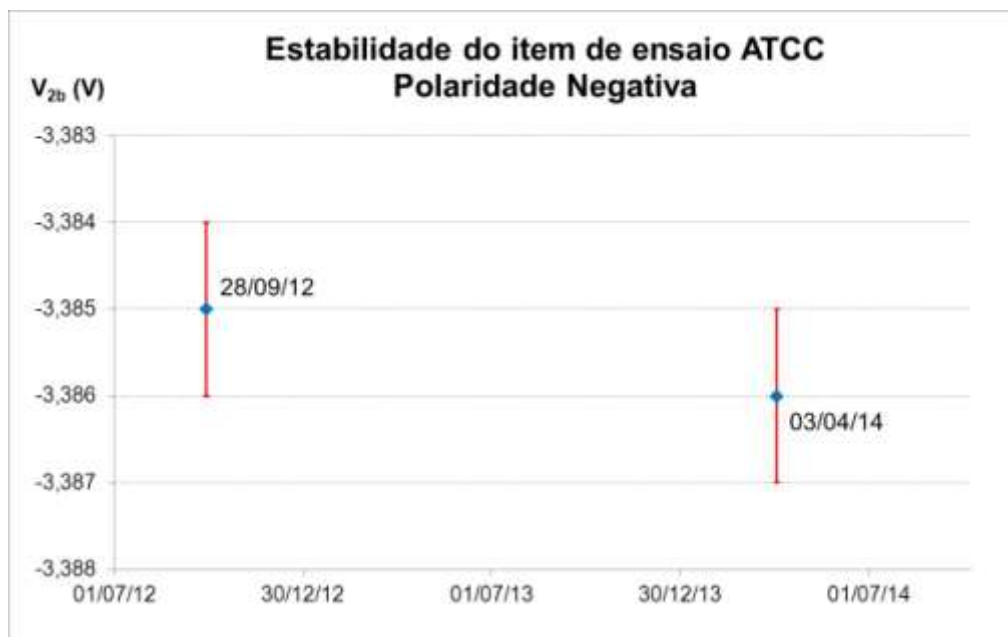


Figura 2 - Gráfico da variação da calibração do item de ensaio ATCC - Polaridade Negativa.



Figura 3 - Gráfico da variação da calibração do item de ensaio ATCA.

3. Metodologia de Medição

Os participantes deste Ensaio de Proficiência utilizaram métodos de medição rotineiros, observando as instruções contidas no protocolo e no formulário de registro dos resultados desta rodada. Em corrente contínua foram realizadas 10 medições com a polaridade positiva e outras 10 com a polaridade negativa. Em corrente alternada, foram realizadas 30 medições para cada um dos parâmetros V_1 (kV) e V_2 (V).

De acordo com as instruções do protocolo e do formulário de registro de resultados, o parâmetro de interesse é o valor da tensão V_{2b} , obtido a partir da equação 1, e corresponde a média de V_2 referenciada à base de 10 kV, tendo em vista a dificuldade da aplicação exata deste valor para V_1 . Tal procedimento é adotado tanto para corrente contínua quanto para corrente alternada.

$$V_{2b} \text{ (V)} = \frac{10 \text{ (kV)} * V_2 \text{ (V)}}{V_1 \text{ (kV)}} \quad (1)$$

Obs.: Para o caso da tensão contínua na polaridade negativa, substituir 10 kV por - 10 kV na equação 1.

4. Valores Designados

Os valores designados para este EP foram determinados pelo Inmetro através do Laboratório de Metrologia em Alta Tensão (Lamat), por meio da calibração do item de ensaio em ATCA (na frequência de 60 Hz), ATCC (polaridade positiva) e ATCC (polaridade negativa), realizada antes do início do EP. A incerteza expandida da medição (U) foi determinada de acordo com a Terceira Edição Brasileira do “Guia para Expressão da Incerteza de Medição” (ISO GUM).

Os valores designados deste EP são apresentados na tabela 3, referentes ao certificado Dimci 2055/2012. As condições da calibração foram: temperatura ambiente: $(23,2 \pm 0,3)$ °C, umidade: $(46,4 \pm 1,1)$ %.

Tabela 3 - Valores designados e incertezas para o item de ensaio.

	Corrente Alternada	Corrente Contínua Polaridade Positiva	Corrente Contínua Polaridade Negativa
Data da calibração	28/09/12	28/09/12	28/09/12
Certificado	Dimci 2055/2012	Dimci 2055/2012	Dimci 2055/2012
V_{2b} (V)	3,369	3,386	-3,385
Incerteza (V)	0,001	0,001	0,001
k	2	2	2

5. Resultados dos Participantes

O formulário de registro de resultados continha três planilhas: (1) Instruções; (2) Resultados ATCC e (3) Resultados ATCA. Foi solicitado aos participantes o preenchimento de resultados parciais, finais e das informações referentes aos parâmetros usados para o cálculo da incerteza expandida.

Os resultados parciais na planilha “Resultados ATCC” são os 10 valores de V_1 (kV) e de V_2 (V), medidos na polaridade positiva e na polaridade negativa, respectivamente. Na planilha “Resultados ATCA” são os 30 valores medidos de V_1 (kV) e de V_2 (V).

Os resultados finais em ambas as planilhas são os valores da tensão ajustada V_{2b} (kV), da incerteza expandida U, do fator de abrangência k e do grau de liberdade efetivo (ν_{eff}).

As tabelas 4 e 5 apresentam os resultados finais dos participantes respectivamente em CC e em CA. O participante de código CC44 não informou os resultados referentes à polaridade positiva no ensaio de ATCC.

Cabe ressaltar que, tanto no texto como nas tabelas e gráficos, cada participante foi identificado apenas pela numeração final do seu código.

Tabela 4 - Valores de V_{2b} dos laboratórios participantes do ensaio em CC.

Lab		CC03	CC44	CC45	CC56	CC64	CC81	CC85	CC89	CC91	CC95
Resultados ATCC Polaridade Positiva	$V_{2b}(V)$	0,003392	NM	10,000	3,385	3,385	3,382	3,375	3,376	10,004	9,996
	Incerteza	0,001400	NM	66	58	0,00087	120	0,014	0,003	46	346
	k	2,00	NM	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Resultados ATCC Polaridade Negativa	$V_{2b}(V)$	0,0033911	-9,98	-10,002	-3,384	3,3860	-3,38	3,374	3,375	-9,998	-9,997
	Incerteza	0,001300	0,13	6,6	58	0,0007	120	0,012	0,003	46	346
	k	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00

NM – Não mediu

Tabela 5 - Valores de V_{2b} dos laboratórios participantes do ensaio em CA.

Lab	CA31	CA35	CA36	CA41	CA50	CA55	CA58	CA70	CA76	CA79	CA87	CA88	CA99
$V_{2b}(V)$	9,910	9,982	0,003361	3,150	3,363	3,362	9,925	0,003349	3,367	3,366	9,780	3,375	3,369
Incerteza	347	290	0,0036	232	0,0230	0,0210	46	0,012000	0,0085	0,0044	370	58	0,12
k	2,00	2,00	2,00	2,00	2,09	2,13	2,00	2,00	2,03	2,00	2,00	2,00	2,00

Nas tabelas acima podemos observar que:

- No caso da medição em ATCC na polaridade negativa, alguns participantes reportaram as medições de V_1 , V_2 e V_{2b} sem indicação de sinal;
- Alguns laboratórios chegaram a valores de V_{2b} claramente errados na unidade que levariam a um desempenho insatisfatório;
- A variação nos valores de incertezas reportados indica que muito provavelmente houve erros na declaração destes valores.

6. Análise dos Resultados

Antes da análise dos resultados cabe apresentar algumas observações com relação ao formulário de registro de resultados:

- De acordo com a equação 1 do protocolo, a unidade de V_1 e do ponto nominal de tensão é kV, e a de V_2 é volt. Assim, a unidade de V_{2b} é volt, como evidenciado na equação 1 deste relatório;
- Na planilha “Resultados ATCA” consta a unidade volt para valores de V_2 (célula C21) referente às 30 medições em CA. Na planilha “Resultados ATCC”, consta a unidade volt para valores de V_2

(células C21 e C37) referente às 10 medições em CC, polaridade positiva e negativa respectivamente;

(c) Em ambas as planilhas, “Resultados ATCA” e “Resultados ATCC”, consta a unidade kV (kilovolt) ao invés de volt para o valor final de V_{2b} (células D53 e D33) respectivamente.

Em decorrência do exposto anteriormente, para avaliar o desempenho dos participantes, o Comitê Técnico decidiu:

- 1) Solicitar aos laboratórios que informassem seus valores de incerteza em volts;
- 2) Realizar o cálculo de V_{2b} (V) utilizando-se a equação 2 para cada participante.

$$V_{2b} \text{ (V)} = \frac{\text{PNT (kV)} * \bar{V}_2 \text{ (V)}}{\bar{V}_1 \text{ (kV)}} \quad (2)$$

Onde:

PNT é o ponto nominal de tensão igual a - 10 kV no ensaio ATCC para polaridade negativa, 10 kV no ensaio ATCC para polaridade positiva e 10 kV no ensaio ATCA;

\bar{V}_1 é o valor médio dos valores V_1 reportados pelos participantes;

\bar{V}_2 é o valor médio dos valores V_2 reportados pelos participantes.

Nota: Mesmo tendo sido solicitado aos laboratórios o reenvio da incerteza final em volts, a maioria reenviou o mesmo valor. Assim, o Comitê Técnico decidiu converter a unidade da mesma para volts para os laboratórios que não reportaram o resultado da incerteza expandida em (V) adequadamente.

7. Avaliação de Desempenho dos Participantes

Para avaliação de desempenho dos participantes será utilizado o cálculo do erro normalizado (E_n), descrito no Anexo B da ABNT NBR ISO/IEC 17043:2011, calculado conforme a equação 3.

Esta estatística de desempenho serve para verificar se o resultado da medição de cada participante está em conformidade com o valor de referência, levando em consideração não apenas os resultados das medições, mas também suas respectivas incertezas.

$$E_{ni} = \frac{y_i - y_{ref}}{\sqrt{U_i^2 + U_{ref}^2}} \quad (3)$$

Onde:

y_{ref} = valor de referência para V_{2b} obtido pelo Inmetro;

y_i = média das leituras dos valores de V_{2b} obtidos pelo participante “i”;

U_{ref} = valor da incerteza expandida de y_{ref} obtida pelo Inmetro;

U_i = valor da incerteza expandida de y_i obtida pelo laboratório participante “i”.

A interpretação do erro normalizado (E_n) está descrita abaixo:

$|E_{ni}| \leq 1$ Desempenho satisfatório e não gera sinal;

$|E_{ni}| > 1$ Desempenho insatisfatório e gera um sinal de ação.

As tabelas 6 e 7 apresentam os valores do erro normalizado dos participantes. Os valores de E_n estão apresentados com dois algarismos significativos. Em azul os resultados satisfatórios e em vermelho os insatisfatórios.

Tabela 6 - Avaliação dos laboratórios pela média dos valores medidos no ensaio ATCC.

Lab		CC03	CC44	CC45	CC56	CC64	CC81	CC85	CC89	CC91	CC95
Polaridade positiva	\bar{V}_1 (V)	10,0150	NM	10,0062	9,9664	5,9872	9,9614	10,1515	10,0983	10,012	10,0286
	\bar{V}_2 (V)	3,3969	NM	3,4002	3,374	2,02652	3,369	3,4264	3,4041	3,3834	3,3889
	V_{2b} (V)	3,3918	NM	3,3981	3,3854	3,3847	3,3821	3,3753	3,3710	3,3793	3,3792
	U_{lab} (V)	0,0014	NA	0,066	0,058	0,00087	0,12	0,014	0,0030	0,046	0,35
	E_n	3,4	-	0,18	-0,011	-0,95	-0,033	-0,77	-4,8	-0,14	-0,019
Lab		CC03	CC44	CC45	CC56	CC64	CC81	CC85	CC89	CC91	CC95
Polaridade negativa	\bar{V}_1 (V)	-10,0170	10,1161	-10,0045	-9,9980	-10,0037	-9,9600	10,0683	10,0685	-10,0316	-10,0674
	\bar{V}_2 (V)	-3,3969	3,4134	-3,4007	-3,3840	-3,3872	-3,3680	3,3966	3,3983	-3,3814	-3,4025
	V_{2b} (V)	-3,3911	-3,3742	-3,3992	-3,3847	-3,3860	-3,3815	-3,3735	-3,3752	-3,3707	-3,3797
	U_{lab} (V)	0,0013	0,13	0,0066	0,058	0,0007	0,12	0,012	0,0030	0,046	0,35
	E_n	-3,7	0,083	-2,1	0,0056	-0,079	0,029	0,95	3,1	0,31	0,015

Tabela 7 - Avaliação dos laboratórios pela média dos valores medidos no ensaio ATCA.

Lab	CA31	CA35	CA36	CA41	CA50	CA55	CA58	CA70	CA76	CA79	CA87	CA88	CA99
\bar{V}_1 (V)	10,425	10,024	10,020	10,662	10,218	10,210	10,008	10,016	10,764	10,014	10,262	9,981	9,992
\bar{V}_2 (V)	3,493	3,402	3,368	3,354	3,436	3,432	3,357	3,354	3,633	3,371	3,394	3,369	3,367
V_{2b} (V)	3,3504	3,3938	3,3612	3,14560	3,3630	3,3617	3,3539	3,3486	3,3755	3,3657	3,3074	3,3752	3,3699
U_{lab} (V)	0,35	0,29	0,0036	0,23	0,023	0,021	0,046	0,012	0,0085	0,0044	0,37	0,058	0,12
E_n	-0,053	0,085	-2,1	-0,97	-0,26	-0,35	-0,33	-1,7	0,76	-0,73	-0,17	0,11	0,0078

As figuras 4 a 6 apresentam a dispersão dos participantes em relação ao valor designado. Os dados referentes ao Inmetro correspondem ao valor de referência do item de ensaio. Os laboratórios que não realizaram o ponto de calibração em questão não aparecem no gráfico.

7.1. Avaliação em ATCC Polaridade Positiva

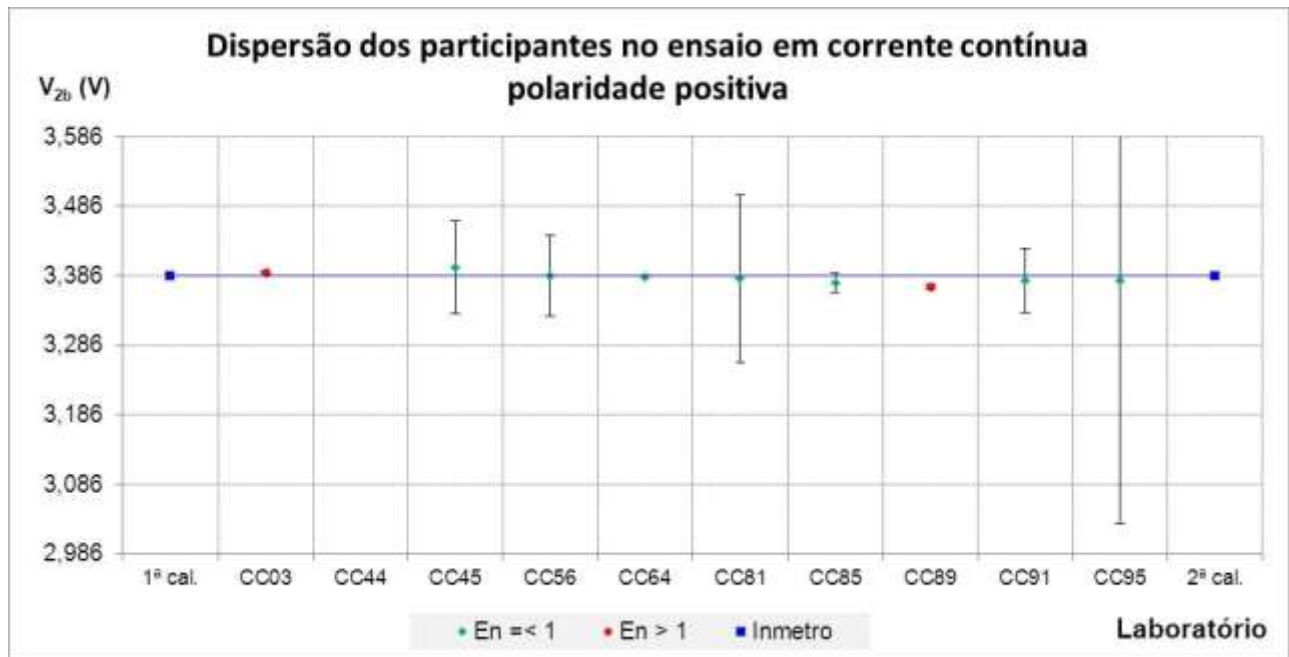


Figura 4 - Dispersão dos participantes em relação ao Inmetro – Polaridade Positiva.

Os participantes CC45, CC56, CC64, CC81, CC85, CC91 e CC95 apresentaram desempenho satisfatório e os participantes CC03 e CC89 apresentaram desempenho insatisfatório.

Embora os participantes CC45, CC56, CC81, CC91 e CC95 tenham apresentado desempenho satisfatório, é necessário destacar alguns pontos que podem ser vistos mais diretamente na figura 4:

- Os participantes CC81 e CC95 apresentaram uma incerteza superestimada. Elas são respectivamente 120 e 350 vezes maiores do que o valor da incerteza do Inmetro. Estes laboratórios devem rever a avaliação de suas incertezas de medição e/ou sua metodologia;
- Os participantes CC45, CC56 e CC91 apresentaram incertezas respectivamente 66, 58 e 46 vezes maiores do que a do Inmetro, podendo ser objeto de estudo para verificar a adequação do seu cálculo.

O laboratório CC03 apresentou desvio em relação ao valor designado próximo à média dos desvios dos participantes. Entretanto, analisando-se seu balanço de incerteza, percebe-se que fontes de incertezas como resolução do padrão, resolução do mensurando e repetibilidade do padrão não foram contempladas, o que pode ter subestimado o valor da incerteza reportada, incorrendo num E_n superior a 1. O laboratório CC89 contemplou as principais fontes de incerteza. Porém, o desempenho insatisfatório sugere uma reavaliação dos valores de tais contribuições.

7.2. Avaliação em ATCC Polaridade Negativa

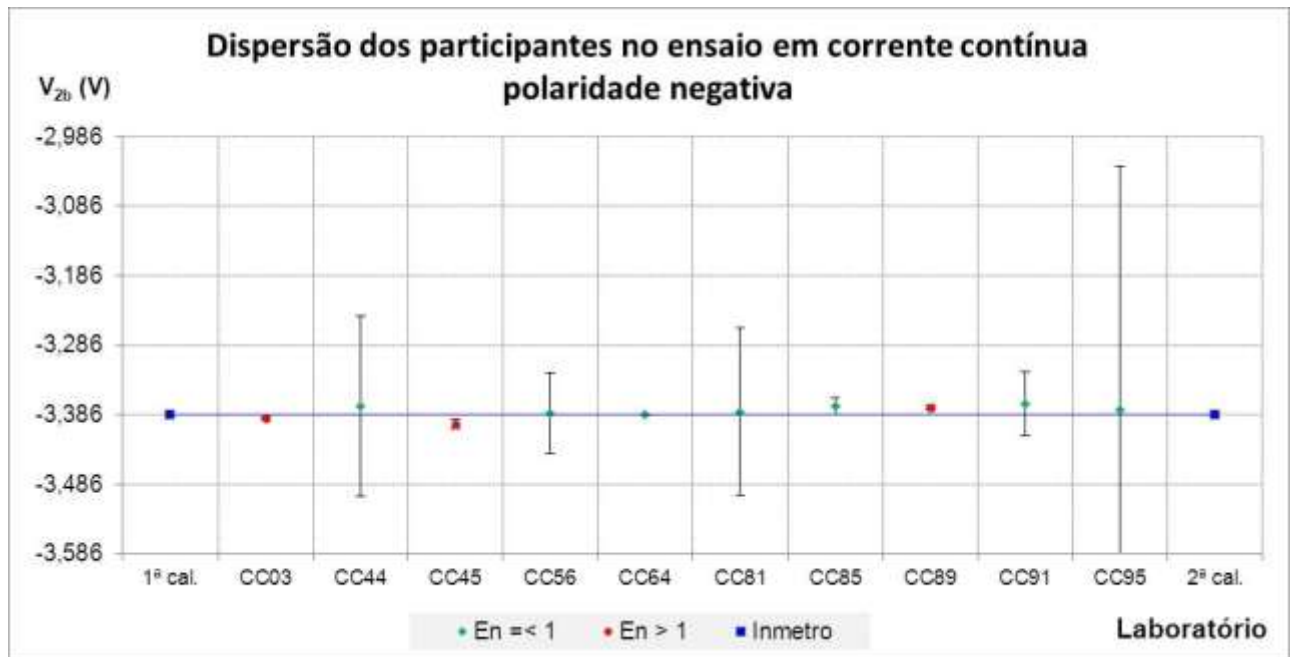


Figura 5 - Dispersão dos participantes em relação ao Inmetro – Polaridade Negativa.

Os participantes CC44, CC56, CC64, CC81, CC85, CC91 e CC95 apresentaram desempenho satisfatório e os participantes CC03, CC45 e CC89 apresentaram desempenho insatisfatório.

Embora os participantes CC44, CC56, CC81, CC91 e CC95 tenham apresentado desempenho satisfatório, é necessário destacar alguns pontos que podem ser vistos mais diretamente na figura 5:

- Os participantes CC44, CC81 e CC95 apresentaram uma incerteza superestimada. Elas são respectivamente 130, 120 e 350 vezes maiores do que valor da incerteza do Inmetro. Estes laboratórios devem rever a avaliação de suas incertezas de medição e/ou metodologia;
- Os participantes CC56 e CC91 apresentaram incertezas respectivamente 58 e 46 vezes maiores do que a do Inmetro, podendo ser objeto de estudo para verificar a adequação do seu cálculo.

O laboratório CC03 apresentou desvio em relação ao valor designado próximo à média dos desvios dos participantes. Entretanto, analisando-se as informações sobre a sua incerteza, percebe-se que não foram contempladas contribuições como a resolução do padrão, a resolução do mensurando e a repetibilidade do padrão, o que pode ter subestimado o valor da incerteza reportada, levando a um valor de E_n superior a 1.

Os laboratórios CC45 e CC89 contemplaram as principais fontes de incerteza. Porém, o desempenho insatisfatório dos mesmos sugere uma reavaliação dos valores de tais contribuições.

O participante CC85 obteve um $E_n = 0,95$, porém seu resultado desviou 0,011 V do valor designado e sua incerteza é 12 vezes maior que a do Inmetro. Assim, o participante pode avaliar seus erros sistemáticos para melhorar sua exatidão e/ou seu cálculo de incerteza.

7.3. Avaliação em ATCA

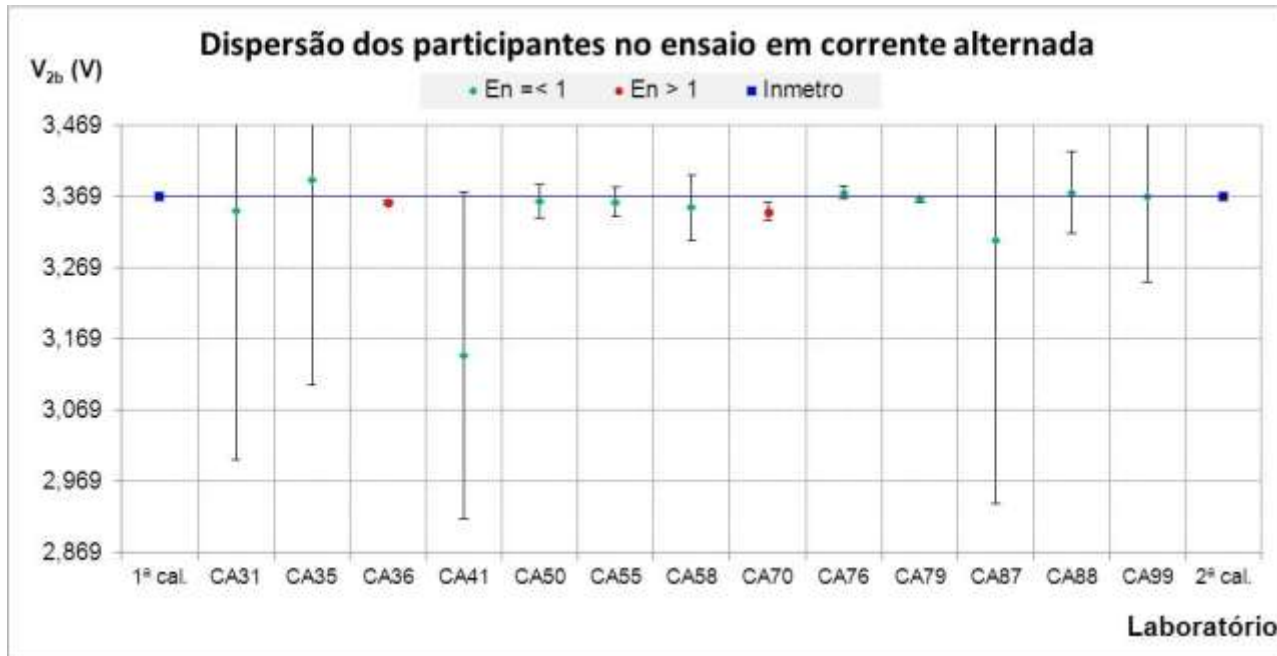


Figura 6 - Dispersão dos participantes em relação ao Inmetro – Corrente Alternada.

Embora os participantes CA31, CA35, CA41, CA58, CA87, CA88 e CA99 tenham apresentado desempenho satisfatório, é necessário destacar alguns pontos que podem ser vistos mais diretamente na figura 6:

- Os participantes CA31, CA35, CA41, CA87 e CA99 apresentaram uma incerteza superestimada. Elas são respectivamente 350, 290, 230, 370 e 120 vezes maiores do que valor da incerteza do Inmetro. Estes laboratórios devem rever a avaliação de suas incertezas de medição e/ou metodologia.
- Os participantes CA41 e CA87 apresentaram os resultados com maior inexatidão em relação ao valor designado, respectivamente, mas obtiveram resultados satisfatórios por causa da incerteza superestimada. Estes laboratórios devem analisar seus sistemas de medição para melhorar a exatidão das suas medições.
- Os participantes CA58 e CA88 apresentaram resultados próximos ao valor designado, porém, suas incertezas são respectivamente 46 e 58 vezes maior do que a do Inmetro, podendo ser objeto de um estudo para verificar a adequação do seu cálculo.

Os participantes CA36 e CA70 apresentaram desempenho insatisfatório. O balanço de incerteza do laboratório CA36 não contempla fontes como repetibilidade e resolução do sistema padrão e resolução do mensurando, o que pode ter contribuído para um valor subestimando da incerteza

reportada (3,6 vezes maior do que a incerteza do Inmetro), resultando num valor de E_n superior a 1. O laboratório CA70, apesar de ter contemplado em seu balanço as incertezas listadas acima, apresentou um desvio de -0,020 V em relação ao valor designado e uma incerteza que é 12 vezes maior do que a incerteza do Inmetro.

8. Confidencialidade

Cada laboratório foi identificado por código individual que é conhecido somente pelo próprio participante e pela coordenação do EP. O participante recebeu, via e-mail, o seu código de identificação correspondente à sua participação no EP. Este 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, 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.

9. Conclusões

O Ensaio de Proficiência em Alta Tensão foi realizado no ponto 10 kV, tanto em ATCA quanto em ATCC (polaridades positiva e negativa). Em corrente contínua foram realizadas 10 medições para cada polaridade. Em corrente alternada, foram realizadas 30 medições.

Em relação ao preenchimento do formulário de registro de resultados, cabe ressaltar que alguns laboratórios não incluíram, total ou parcialmente, as informações solicitadas nos campos “Equipamentos e acessórios” e “Descrição do sistema de medição”. Ressalta-se que, dado o nível de especificidade das medições realizadas, é de fundamental importância o cumprimento, por parte dos participantes, dos procedimentos estabelecidos no protocolo do EP. Dessa forma, tornar-se possível a realização de uma avaliação clara e completa dos resultados.

Dos 13 participantes em ATCA, 85% (11 laboratórios) apresentaram desempenho satisfatório. Dos 9 participantes em ATCC polaridade positiva, 78% (7 laboratórios) apresentaram desempenho satisfatório. Dos 10 participantes em ATCC polaridade negativa, 70% (7 laboratórios) apresentaram desempenho satisfatório.

Segundo a norma ABNT NBR ISO/IEC 17025, a participação em programas de comparação interlaboratorial ou de ensaios de proficiência constitui-se em ferramenta de controle da qualidade. Ainda conforme essa norma, cada participante deve realizar análise dos dados deste controle de acordo com os critérios pré-definidos. Os participantes que apresentaram desempenho insatisfatório

($|E_n| > 1$) devem planejar ações corretivas de forma a evitar que resultados incorretos sejam relatados. Procedimento que pode ser seguido pelos laboratórios com desempenho satisfatório, porém com $|E_n|$ próximo de 1.

Por fim, é importante salientar que a participação dos laboratórios em ensaios de proficiência possibilita a avaliação da sua capacidade metrológica. O estabelecimento de ações corretivas e a contínua participação em ensaios de proficiência desta natureza são ferramentas de grande contribuição para o aprimoramento das medições realizadas pelos laboratórios, assim como para o aumento da confiabilidade das medições realizadas no país.

10. Participantes

Treze instituições se inscreveram na 1ª Rodada do Ensaio de Proficiência em Alta Tensão em Corrente Alternada e Contínua sendo que somente doze enviaram resultados. Um participante realizou medições com dois sistemas de medição diferentes e reportou dois resultados distintos. O Comitê de Organização decidiu aceitar os dois resultados, criando um novo código para este participante. Uma instituição informou que não teria como participar, pois não teria como gerar a tensão especificada para realizar as medições. Nas medições em ATCC, polaridade positiva, o laboratório CC64 aplicou valor de tensão bem abaixo do estabelecido no protocolo, tendo sido excluído de tal análise.

A Tabela 8 apresenta a lista dos participantes. A numeração que consta na tabela 8 é apenas indicativa do número de participantes no EP, não estando, em hipótese alguma, associada à identificação dos participantes na apresentação dos resultados.

Tabela 8 – Participantes do EP em Alta Tensão em Corrente Alternada e Contínua.

Instituição	
1.	Centro de Pesquisas de Energia Elétrica – CEPEL
2.	CTM - Centro Tecnológico de Metrologia
3.	Fundação de Ciência e Tecnologia
4.	Furnas Centrais Elétricas S.A. Laboratório de Alta Tensão do Centro Técnico de Ensaios e Medições (CTE.O)
5.	Gero Comércio e Serviços LTDA
6.	Instituto Amazonense de Metrologia LTDA
7.	Instituto de Eletrotécnica e Energia da USP
8.	Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT
9.	MEC-Q Comércio e Serviços de Metrologia Industrial LTDA
10.	Setting Calibrações e Ensaios LTDA EPP
11.	Socientec Instrumentos de Medição LTDA
12.	PUCRS – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul LABELO – Laboratórios Especializados em Eletroeletrônica

11. Referências Bibliográficas

- [1] ABNT NBR ISO/IEC 17043:2011, Avaliação da conformidade – Requisitos gerais para ensaio de proficiência.
- [2] Vocabulário Internacional de Metrologia: conceitos fundamentais e gerais e termos associados (VIM 2012). 1ª Edição Luso – Brasileira.
- [3] ABNT NBR ISO/IEC 17025:2005: Requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração.
- [4] IEC 60060-2:2010 “High-voltage test techniques - Part 2: Measuring systems”
- [5] Avaliação de dados de medição - Guia para a expressão de incerteza de medição – GUM 2008 1ª Edição Brasileira da 1ª Edição do BIPM de 2008 “Evaluation of measurement data – Guide to the expression of uncertainty in measurement” - Rio de Janeiro – 2012

12. Histórico da Revisão

Revisão	Itens Revisados
01	- Alteração nas Tabelas de 06 e 07 (inclusão da unidade dos valores de incerteza).



Programa de Ensaio de 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 - E-mail: pep-inmetro@inmetro.gov.br