

Relatório Final do Ensaio de Proficiência em Condutividade Eletrolítica - 5ª Rodada



Inmetro
Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia

PEP-Inmetro

Programa de Ensaios de Proficiência do Inmetro

ENSAIO DE PROFICIÊNCIA EM CONDUTIVIDADE ELETROLÍTICA - 5ª RODADA

Período de inscrição: 20/09/17 a 06/10/17

RELATÓRIO FINAL Nº 003/18

ORGANIZAÇÃO PROMOTORA DO ENSAIO DE PROFICIÊNCIA



Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia - Inmetro

Diretoria de Metrologia, Científica e Tecnologia - 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/GT-PEP)

Fabiano Barbieri Gonzaga (Inmetro/Dimci/Dimqt)

Janaína Marques Rodrigues Caixeiro (Inmetro/Dimci/Dimqt)

José Ricardo Bardellini da Silva (Inmetro/Dimci/GT-PEP) - Coordenador PEP-Inmetro

Paulo Roberto da Fonseca Santos (Inmetro/Dimci/GT-PEP)

Valnei Smarçaro da Cunha (Inmetro/Dimci/Dimqt)

COMITÊ TÉCNICO

Fabiano Barbieri Gonzaga (Inmetro/Dimci/Dimqt)

Kleitton da Cruz Cunha (Inmetro/Dimci/Dimqt)

Leonardo da Silva Pardellas (Inmetro/Dimci/Dimqt)

SUMÁRIO

1. Introdução	3
2. Materiais e Métodos	3
2.1. Preparação do Item de Ensaio	3
2.2. Caracterização, Homogeneidade e Estabilidade do Item de Ensaio.....	4
2.3. Análise Estatística dos Resultados dos Participantes.....	4
3. Resultados e Discussão	5
3.1. Caracterização, Homogeneidade e Estabilidade do Item de Ensaio.....	5
3.2. Resultados dos Participantes	5
4. Confidencialidade	10
5. Conclusões.....	11
6. Participantes.....	12
7. Referências Bibliográficas	15

1. Introdução

Embora seja um parâmetro não específico, a medição de condutividade eletrolítica fornece uma estimativa da concentração total de espécies ionizadas em uma amostra líquida. Sob determinadas condições, a condutividade é uma medida útil e facilmente acessível de pureza de líquidos, como a água, substituindo análises químicas mais complexas e de custo mais elevado. Outras aplicações envolvem áreas importantes como farmácia, alimentos, saúde e ambiental [1]. O chamado método primário de medição de condutividade eletrolítica, estabelecido e aceito mundialmente, é baseado em medições de resistência, a diferentes frequências, utilizando uma célula eletroquímica cilíndrica contendo dois eletrodos de platina, cuja distância entre os eletrodos pode ser alterada de forma bem definida [2].

Para promover o aumento da confiabilidade e qualidade dos resultados das medições dos laboratórios, o Inmetro realiza Ensaio de Proficiência (EP). A participação em EP é uma das ferramentas necessárias aos laboratórios de ensaios e calibração para a manutenção da acreditação segundo a norma ABNT NBR ISO/IEC 17025 [3]. A obtenção de resultados satisfatórios em ensaios de proficiência é, para o laboratório, uma evidência de sua competência analítica numa determinada medição.

Um EP, portanto, tem por finalidade analisar os resultados de medição de diferentes laboratórios, realizados sob condições similares, e, assim, obter uma avaliação do desempenho dos laboratórios, fornecendo-lhes um mecanismo adequado para avaliar e demonstrar a confiabilidade de suas medições [4]. Os laboratórios, por sua vez, têm a oportunidade de rever seus procedimentos de medição, bem como implantar melhorias nas diferentes atividades em que atuam, caso seja necessário.

Este EP teve como objetivo:

- Avaliar o desempenho de laboratórios para o ensaio proposto;
- Identificar eventuais problemas de medição na referida grandeza;
- Contribuir para o aumento da confiança nos resultados das medições dos laboratórios;
- Contribuir para a melhoria contínua das técnicas de medição de cada laboratório.

2. Materiais e Métodos

2.1. Preparação do Item de Ensaio

O lote do item de ensaio consistiu de uma solução de cloreto de potássio, na concentração de aproximadamente 0,037 mol/kg (molalidade), preparada gravimetricamente utilizando água desionizada com condutividade eletrolítica inicial menor do que 0,1 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Esta solução apresenta condutividade eletrolítica de aproximadamente 5000 $\mu\text{S cm}^{-1}$.

A solução foi homogeneizada durante 2 dias, utilizando um agitador magnético, e envasada em frascos de 250 mL de borossilicato, previamente lavados e secos em estufa. Após cada envase, os frascos foram etiquetados, fechados com tampa de rosca e lacrados com uma tira de filme de parafina.

2.2. Caracterização, Homogeneidade e Estabilidade do Item de Ensaio

Os estudos do item de ensaio foram realizados de acordo com a norma ISO 17034 [5] e a ISO GUIDE 35 [6]. Todas as medições foram realizadas a 25 °C.

Os estudos de homogeneidade e estabilidade de curta duração não foram realizados. Neste caso, considerou-se o histórico de resultados destes estudos realizados para lotes anteriores de materiais com composição química similar. Para a caracterização e o estudo de estabilidade de longa duração, foi utilizado o Sistema Primário de Medição de Condutividade Eletrolítica do Inmetro, cuja metodologia de medição encontra-se publicada [7]. Para o estudo de estabilidade de longa duração, considerou-se um período de estudo que abrangeu todo o período de medição deste EP.

Mais informações sobre os estudos de caracterização, homogeneidade e estabilidade podem ser encontradas em relatórios de EP de condutividade eletrolítica realizados anteriormente pelo Inmetro [8].

2.3. Análise Estatística dos Resultados dos Participantes

Conforme definido do protocolo, foi selecionado o índice zeta [9,10] para a avaliação de desempenho dos laboratórios participantes deste EP. O índice zeta avalia a consistência entre o resultado de medição reportado por um laboratório e o valor de referência do item de ensaio, levando-se em conta a incerteza do resultado reportado e o desvio padrão do EP. O índice zeta é calculado conforme a Equação 1.

$$\zeta_i = \frac{(x_i - X)}{\sqrt{u_{x_i}^2 + u_X^2}} \quad (1)$$

Onde,

x_i : é o resultado médio das medições do i-ésimo participante;

X : é o valor designado pelo Laboratório de Referência (Inmetro/Dimci/Dimqt/Label);

u_{x_i} : é o valor de incerteza-padrão combinada relatada pelo i-ésimo participante;

u_x : é o desvio-padrão para o ensaio de proficiência, que neste EP será considerado o valor da incerteza-padrão combinada do item de ensaio.

A interpretação do índice zeta é a seguinte:

$|\zeta| \leq 2,0$ - indica desempenho “satisfatório” e não gera sinal;

$2,0 < |\zeta| < 3,0$ - indica desempenho “questionável” e gera um sinal de alerta;

$|\zeta| \geq 3,0$ - indica desempenho “insatisfatório” e gera um sinal de ação.

3. Resultados e Discussão

3.1. Caracterização, Homogeneidade e Estabilidade do Item de Ensaio

A Tabela 1 apresenta o resultado da caracterização e as incertezas resultantes da caracterização e dos estudos de homogeneidade e estabilidade do item de ensaio deste EP.

Tabela 1 - Resultados dos estudos de certificação para o item de ensaio (a 25 °C).

Estudo	Condutividade Eletrolítica ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	Incerteza-padrão ($\mu\text{S cm}^{-1}$, $k = 1$)
Caracterização	5027,8	1,1
Homogeneidade	—	0,00069
Estabilidade de curta duração	—	0
Estabilidade de longa duração	—	0,14

A Tabela 2 apresenta o valor de condutividade eletrolítica designado para este EP, proveniente da caracterização, e sua incerteza, que constitui a incerteza-padrão combinada do item de ensaio, obtida através das incertezas provenientes da caracterização e dos estudos de homogeneidade e estabilidade [5,11].

Tabela 2 - Valor designado e incerteza para o item de ensaio (a 25 °C).

Condutividade Eletrolítica ($\mu\text{S cm}^{-1}$) (X)	Incerteza-padrão Combinada ($\mu\text{S cm}^{-1}$, $k = 1$) (u_x)
5027,8	1,2

3.2. Resultados dos Participantes

Os laboratórios de códigos 030, 039, 057, 067, 068, 092, 096, 097, 098 e 142 não enviaram seus formulários de registro de resultados. Os laboratórios 070, 071 e 119 enviaram os resultados após o prazo limite estabelecido no protocolo do EP. Em ambas as situações, os laboratórios foram considerados excluídos do EP.

O laboratório de código 031 não forneceu todas as informações das incertezas de instrumentos e padrões auxiliares. O laboratório de código 056 não informou resultados de medição válidos, a incerteza expandida de medição e o fator de abrangência. Os laboratórios de código 045, 047, 065,

072, 077, 105, 107, 121, 128 e 129 tiveram seus valores de incerteza expandida de medição considerados superestimados, com base nos resultados de medição e nas demais informações de seus formulários de registros de resultados, o que poderia levar a uma falsa avaliação satisfatória de seus desempenhos. Pelos motivos descritos, todos os laboratórios citados acima não tiveram seus desempenhos avaliados.

Os resultados das medições de condutividade eletrolítica reportados pelos laboratórios participantes desse EP são mostrados na Tabela 3. A Tabela 4 e a Figura 1 apresentam os resultados do índice zeta.

Os participantes são identificados nas figuras, tabelas e textos deste relatório pelos três últimos caracteres do seu código de identificação.

Tabela 3 - Resultados das medições de condutividade eletrolítica reportados pelos participantes (em $\mu\text{S cm}^{-1}$).

Código do Participante	Medição 1	Medição 2	Medição 3	Medição 4	Medição 5	Incerteza Exp. (U)	Fator de Abrang. (k)
011	5020	5020	5020	5020	5020	60	2
019	5030	5030	5040	5000	8030	20,4	2
022	5027	5028	5028	—	—	48	2
023	4727	4725	4725	4713	4712	26	2,08
027	4590	4580	4610	4580	4590	4,8	2
028	5104	5072	5077	5049	5042	26	2
033	4840	4870	4860	4840	4830	6	2
037	5179	5226	5205	5184	5186	42	2
038	4973,718	4977,409	4966,644	4950,469	—	0,55	2,03
040	5040	5050	5030	5040	—	53	2
041	5030	5040	5030	5030	5030	18	2
042	5,522	5,002	4,754	4,87	5,04	0,4	2,19
043	5273	5290	5310	—	—	0,02502915	2
044	5116	5126	5120	5123	5125	161,29	2
046	169,2	176,2	172	181,3	179,6	2,6	2
049	5040	5040	5040	5040	5050	0,04	2,12
052	5047	5053	5056	5058	5057	27	2
055	4990	5020	5010	4990	5010	50	2
059	4943	4947	4950	4950	4947	64	2
060	4903	4893	4934	4967	4981	17	2
061	5028	5028	5027	5027	5027	46,168	2
063	5118	5124	5103	5102	5094	52	2
064	4,08	3,98	4,03	4,05	—	0,25	2
069	5010	5000	5010	5010	5010	45	2,00
073	4,95	4,94	4,98	4,99	4,97	0,73	2
076	3,662	3,665	3,668	3,686	3,668	0,4	2
081	4650	4650	4650	4660	4670	14	2
082	4569	4679	4685	—	—	114	2,12

Código do Participante	Medição 1	Medição 2	Medição 3	Medição 4	Medição 5	Incerteza Exp. (U)	Fator de Abrang. (k)
083	4,94	4,94	4,93	4,93	4,92	0,43	2
086	4958	4963	4943	4958	4960	30,4	2
087	5025	5025	5026	5024	5023	12	2
089	5,03	5,03	5,04	5,04	5,04	0,803	2
091	4620	4620	4621	—	—	0,17	2
095	4,70	4,70	4,72	4,72	4,72	0,73	2
100	5,04	5,04	4,94	4,93	4,94	0,74	2
103	4980	5020	5030	5030	5030	27	2
108	3,14	3,12	3,15	3,15	3,12	0,7	2
109	5,46	5,46	5,47	5,47	5,47	0,42	2
111	5020	5020	5020	5020	5020	80	2
113	5590	5591	5588	5594	5521	11	2
115	3764	3822	3948	3937	3786	0,8	2
120	4950	4950	4960	4950	4950	60	2
124	3630	3610	3600	3600	3600	1,31	2
127	4,95	4,94	4,95	4,93	4,94	0,73	2
131	4820	4810	4850	4850	4820	18	2
132	5015	5016	5012	5027	5025	82	2
134	5090,0	5050,0	5070,0	5080,0	5080,0	4,2	2,00
135	5030	5032	5028	5027	5032	22	2
138	5060	5060	5070	5050	5060	30	2
144	4670	4680	4620	4760	4790	0,51	2
149	5,00	5,04	5,00	5,06	5,05	0,2	2

Tabela 4 - Resultados do índice zeta referente à medição de condutividade eletrolítica do item de ensaio.

Código de identificação	Índice zeta	Código de identificação	Índice zeta	Código de identificação	Índice zeta
011	-0,26	055	-0,95	100	-3999,87
019	58,25	059	-2,51	103	-0,72
022	-0,01	060	-10,74	108	-4019,73
023	-24,48	061	-0,02	109	-4122,63
027	-163,16	063	3,09	111	-0,19
028	3,14	064	-4163,94	113	97,52
033	-55,65	069	-0,88	115	-930,03
037	8,00	073	-4004,55	120	-2,52
038	-49,37	076	-4129,81	124	-1038,53
040	0,46	081	-52,35	127	-4004,57
041	0,46	082	-7,13	131	-21,78
042	-4137,98	083	-4120,12	132	-0,21
043	219,32	086	-4,68	134	19,10
044	1,17	087	-0,52	135	0,18
046	-2742,59	089	-3969,35	138	2,14
049	11,83	091	-338,71	144	-263,94
052	1,95	095	-4004,75	149	-4171,18

*** Resultado satisfatório

*** Resultado questionável

*** Resultado insatisfatório

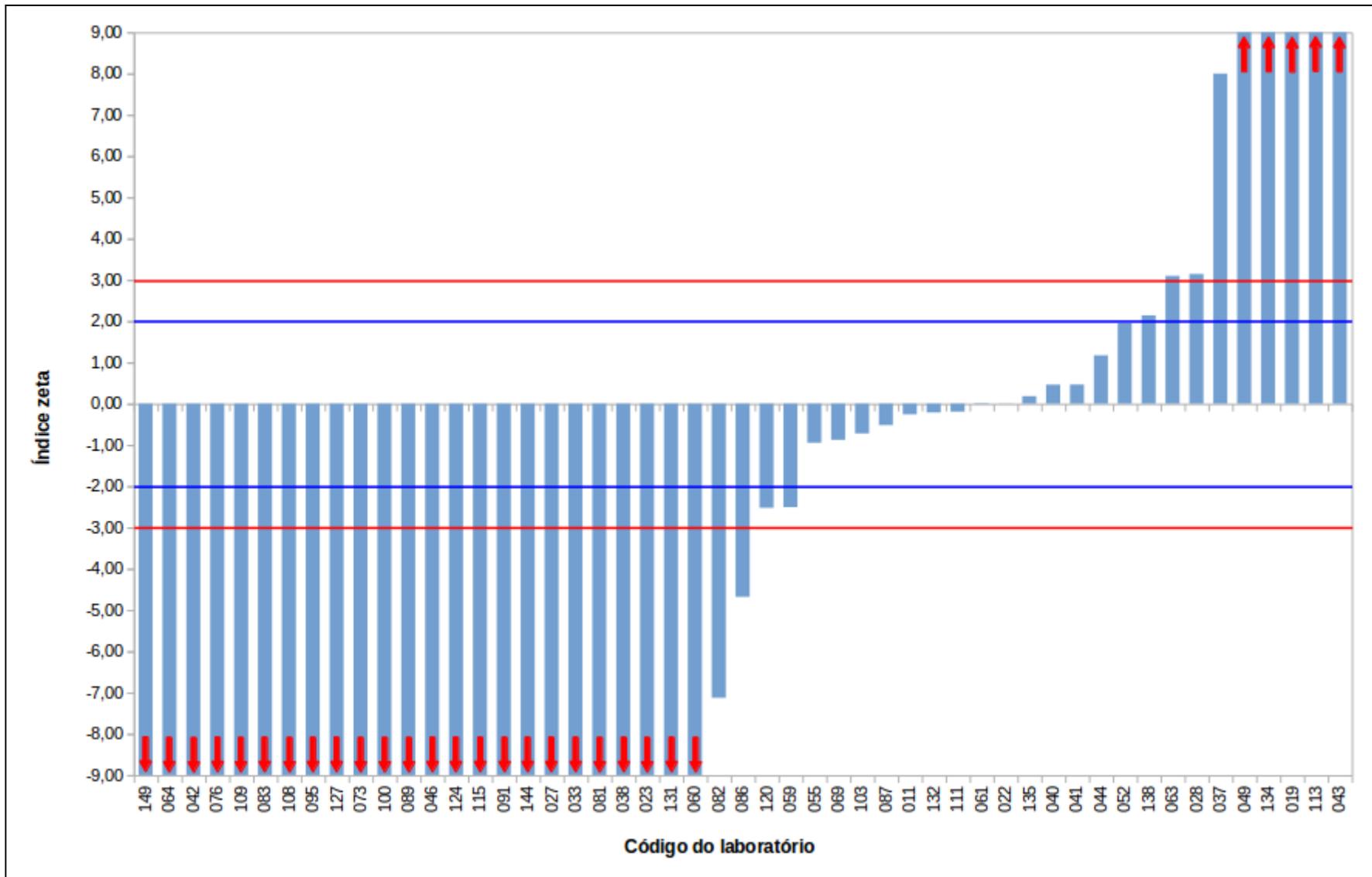


Figura 1 - Gráfico do índice zeta referente à medição de condutividade eletrolítica do item de ensaio.

O laboratórios de código 055 e 120 alteraram, em seus formulários de registro de resultados, a unidade de medição de $\mu\text{S cm}^{-1}$ para mS cm^{-1} . Para manter uma única unidade de medição, e também permitir o cálculo do índice zeta, seus resultados exibidos na Tabela 3 foram convertidos para $\mu\text{S cm}^{-1}$.

Os laboratórios de código 042, 064, 073, 076, 083, 089, 095, 100, 108, 109, 127 e 149 reportaram resultados de medição com três ordens de grandeza inferiores ao valor designado. Uma possível explicação para este fato é que tais laboratórios tenham reportado resultados de medição na unidade de mS cm^{-1} (ao invés de $\mu\text{S cm}^{-1}$). Porém, ao contrário dos laboratórios de código 055 e 120, os laboratórios citados mantiveram a unidade de $\mu\text{S cm}^{-1}$ em seus formulários de registro de resultados. Dessa forma, considerou-se a unidade de $\mu\text{S cm}^{-1}$ para seus resultados, o que levou a resultados de índice zeta em torno de -4000 e avaliação insatisfatória de seus desempenhos. É importante ressaltar que a unidade de medição faz parte do resultado de uma medição e, portanto, a expressão dos resultados na unidade correta também faz parte da avaliação de desempenho de um EP.

Os laboratórios de código 019, 022, 027, 033, 038, 042, 043, 046, 049, 060, 061, 064, 089, 091, 095, 108, 113, 115, 124, 134, 144 e 149 tiveram seus valores de incerteza expandida de medição considerados subestimados, com base nos resultados de medição e nas demais informações de seus formulários de registros de resultados. Este fator pode ter contribuído para uma falsa avaliação insatisfatória de seus desempenhos (exceto os laboratórios de código 022 e 061, que tiveram desempenhos satisfatórios).

Através da análise dos resultados do índice zeta, pode-se observar que:

- 14 participantes (aproximadamente 27,4%) apresentaram resultado satisfatório, ou seja, $|\zeta| \leq 2,0$;
- 3 participantes (aproximadamente 5,9%) apresentaram resultado questionável, ou seja, $2,0 < |\zeta| < 3,0$; e
- 34 participantes (aproximadamente 66,7%) apresentaram resultado insatisfatório, ou seja, $|\zeta| \geq 3$.

4. Confidencialidade

Cada participante 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 na norma ISO 17043 [9], em circunstâncias excepcionais, uma autoridade reguladora pode requerer os resultados do EP ao provedor.

5. Conclusões

Ao longo dos últimos anos, o Inmetro vem organizando Ensaios de Proficiência para a medição de condutividade eletrolítica. Neste EP, que contou com a participação de 63 (sessenta e três) laboratórios, a medição foi realizada em uma solução aquosa com valor de condutividade eletrolítica nominal de $5000 \mu\text{S cm}^{-1}$.

Dentre os laboratórios que tiveram seus desempenhos avaliados, através do índice zeta, 27,4% apresentaram desempenho satisfatório, 5,9% apresentaram desempenho questionável e 66,7% apresentaram desempenho insatisfatório.

Recomenda-se que os participantes que não apresentaram desempenho satisfatório analisem criticamente sua metodologia de medição e/ou revejam o seu cálculo para a estimativa da incerteza de medição. Os principais problemas analíticos observados através dos resultados reportados foram:

- Falta de uso de banho termostático para o controle e estabilização da temperatura de medição em $25 \text{ }^\circ\text{C}$, uma vez que a condutividade eletrolítica é dependente da temperatura;
- Falta de uso de Material de Referência Certificado (MRC) na calibração do sistema de medição, fornecido por um fabricante acreditado para a produção de MRC;
- Uso de MRC com valor de condutividade eletrolítica muito diferente do valor de condutividade do item de ensaio, levando a um erro sistemático no resultado da medição; o ideal seria a utilização de um MRC com valor de condutividade eletrolítica com a mesma ordem de grandeza do valor de condutividade do item de ensaio;
- Falta de atenção à unidade de medição, a qual faz parte do resultado de uma medição e, portanto, também faz parte da avaliação de desempenho de um EP, conforme citado anteriormente;
- Cálculo incorreto da estimativa de incerteza de medição, levando a valores de incerteza de medição superestimados (exclusão do participante do EP) ou subestimados (risco de falsa avaliação insatisfatória de desempenho).

Observações adicionais sobre problemas de medição e de registro de informações (formulário de registro de resultados) podem ser encontradas nos relatórios de EP de condutividade eletrolítica realizados anteriormente pelo Inmetro [8].

6. Participantes

Setenta e seis laboratórios se inscreveram na 5ª Rodada do Ensaio de Proficiência de Condutividade Eletrolítica. Porém, somente 51 laboratórios tiveram seus desempenhos avaliados, pois 13 laboratórios não apresentaram seus resultados ou não os enviaram dentro do prazo previsto e 12 laboratórios não tiveram seu desempenho avaliado por diversos motivos citados na seção 3.2 deste relatório.

A lista dos laboratórios participantes deste EP é apresentada na Tabela 5. É importante ressaltar que a numeração da tabela é apenas indicativa do número de laboratórios participantes no EP, não estando, em hipótese alguma, associada à identificação dos laboratórios na apresentação dos resultados.

NOTA: Como se pode observar na tabela abaixo, existem Instituições que possuem mais de um laboratório com número de acreditação diferentes e por este motivo atenderam aos critérios pré-estabelecidos para seleção de inscrição recebida.

Tabela 5 - Participantes.

Instituição	
1.	Acqua Consulting Soluções Ambientais Ltda.
2.	Acqualab Laboratório e Consultoria Ambiental SS L
3.	Acquasys Laboratório de Análises Ambientais Ltda. – EPP
4.	BioElementos Análises e Consultorias Ambientais Ltda.
5.	Centro de Qualidade Analítica Ltda.
6.	CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo Laboratório de Sorocaba
7.	CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo Divisão de Laboratório de Marília - EDM
8.	CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo Divisão de Laboratório de Cubatão
9.	Cia. de Saneamento Básico do Estado de São Paulo – SABESP Divisão de Controle Sanitário e Ambiental - RGO
10.	Companhia de Água e Esgoto do Estado do Ceará Laboratório Central
11.	Companhia de Saneamento de Minas Gerais – COPASA Laboratório Regional Norte/SEF

12.	Companhia de Saneamento de Minas Gerais – COPASA Laboratório Regional Norte
13.	Companhia Estadual de Águas e Esgotos – CEDAE Laboratório de Controle de Qualidade da ETE Pavuna
14.	Controllab Controle de Qualidade para Laboratórios Ltda. Laboratório de Calibração
15.	Controllab Controle de Qualidade para Laboratórios Ltda. Laboratório Físico Químico
16.	COPASA- MG - Companhia de Saneamento de Minas Gerais COPASA - EVLT
17.	CPRM - Serviço Geológico do Brasil LAMIN-Caeté
18.	DIGIMED - DIGICROM Analítica Ltda.
19.	EHLO Ambiental Ltda. Aqua Ambiental
20.	Elus Serviços de Instrumentação Eireli Me Elus Instrumentação
21.	Escala Produtos e Serviços de Calibração Ltda.
22.	Evagon Gestão Analítica
23.	Faculdades Católicas – Laboratório de Caracterização de Águas - PUC-RIO
24.	Finkler Ambiental
25.	Fundação Ezequiel Dias - Laboratório de Química Bromatológica
26.	FUVATES Unianálises
27.	Geo Ambiente Geologia Ambiental e Poços Eireli
28.	Green Lab Analises Químicas e Toxicológicas Ltda.
29.	Gehaka - Laboratório de Ensaio e Calibração
30.	Instituto Adolfo Lutz Centro de Laboratório Regional XII – Taubaté
31.	Instituto Adolfo Lutz Centro de Laboratório Regional - Instituto Adolfo Lutz de Ribeirão Preto VI - Núcleo de Ciências Químicas e Bromatológicas.
32.	Instituto Adolfo Lutz Núcleo de Águas e Embalagens

33.	Instituto Adolfo Lutz Centro de Laboratório Regional de Bauru
34.	Instituto Adolfo Lutz CLR - Campinas III - Núcleo de Ciências Químicas e Bromatológicas
35.	Instituto Adolfo Lutz Centro de Laboratório Regional Instituto Adolfo Lutz Santo André
36.	Instituto Adolfo Lutz Centro de Laboratórios Regionais Instituto Adolfo Lutz Sorocaba XI
37.	Instituto Estadual do Ambiente - INEA - GELAB
38.	Instituto Nacional de Análises e Pesquisas
39.	LaborCruz Metrologia
40.	Laboratório Analítico Farmacêutico Ltda. – ME Lafarm
41.	Laboratório de Metrologia Lenzi Ltda. K&L Laboratórios de Metrologia
42.	Laboratório Osvani Análises e Medições Ambientais Ltda.
43.	Lamesp Manutenção e Comércio de Equipamentos de Precisão Ltda. Lamesp Laboratório de Metrologia de São Paulo
44.	MEC-Q Comércio e Serviços de Metrologia Industrial Ltda.
45.	Metrohm Brasil Instrumentação Analítica Ltda. Laboratório de Metrologia Metrohm Pensalab
46.	Mettler-Toledo Indústria e Comércio Ltda.
47.	Miller Consultoria Ambiental Ltda.
48.	Nucleo de Analises Fisicoquimicas Ltda. NUCLEOTEC
49.	Ortofarma Laboratório de Controle de Qualidade
50.	Presertec-Serviços de Calibração Ltda.
51.	Proquimo Laboratório Ind. Com e Rep de Prod. Químicos, Farm.
52.	QMC Saneamento Ltda. EPP

53.	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial-SENAI Instituto SENAI de Tecnologia em Meio Ambiente e Química - Laboratório Central
54.	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial-SENAI Química Geral e Inorgânica
55.	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial-SENAI - PEP
56.	Setting Com., Ind. e Serv. de Calibrações e Ensaios Ltda.
57.	Souza Neto & Souza Ltda Agroanalise Laboratorios Integrados
58.	TASQA Serviços Analíticos Ltda. Laboratório Ambiental
59.	TASQA Serviços Analíticos Ltda. - Ipatinga
60.	Tecma-Tecnologia em Meio Ambiente
61.	TÜV Rheinland do Brasil Ltda.
62.	TÜV SÜD SFDK Laboratório de Análise de Produtos Ltda.
63.	Visomes Comercial Metrológica Ltda - EPP

Total de participantes: 63.

7. Referências Bibliográficas

- [1] M. Máriássy, K.W. Pratt, P. Spitzer, Major applications of electrochemical techniques at national metrology institutes, *Metrologia* 46 (2009) 199-213.
- [2] K.W. Pratt, W.F. Koch, Y.C. Wu, P.A. Berezansky, Molality-based primary standards of electrolytic conductivity, *Pure and Applied Chemistry* 73 (2001) 1783–1793.
- [3] ABNT NBR ISO/IEC 17025, Requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração, ABNT, Rio de Janeiro, 2017.
- [4] M. Thompson, S.L. Ellison, R. Wood, The International Harmonized Protocol for the Proficiency Testing of Analytical Chemistry Laboratories, *Pure Appl. Chem.* 78 (2006) 145-196.
- [5] ISO 17034, General requirements for the competence of reference material producers, ISO, Geneva, 2016.
- [6] ISO GUIDE 35, Reference materials - Guidance for characterization and assessment of homogeneity and stability, ISO, Geneva, 2017.

- [7] I.C.S. Fraga, J.C. Lopes, L.R. Cordeiro, L.F. Silva, P.P. Borges, Evaluation of the Stability of Solutions of Low Electrolytic Conductivity by Primary Measurements, *Journal of Solution Chemistry* 44 (2015) 1920-1936.
- [8] <http://www.inmetro.gov.br/metcientifica/ensaio-proficiencia/profiCondutividade.asp>
- [9] ABNT NBR ISO/IEC 17043, Avaliação de conformidade — Requisitos gerais para ensaios de proficiência, ABNT, Rio de Janeiro, 2011.
- [10] ISO 13528, Statistical methods for use in proficiency testing by interlaboratory comparison, ISO, Geneva, 2015.
- [11] Avaliação de dados de medição - Guia para a expressão de incerteza de medição – GUM 2008. Tradução da 1ª edição de 2008 da publicação *Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement – GUM 2008, do BIPM*. Duque de Caxias - RJ, 2012. Publicado pelo Inmetro.
-



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