

Relatório Final do Ensaio de Proficiência em Condutividade Eletrolítica – 4ª Rodada



Inmetro
Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia

PEP-Inmetro

Programa de Ensaios de Proficiência do Inmetro

ENSAIO DE PROFICIÊNCIA EM CONDUTIVIDADE ELETROLÍTICA

4ª RODADA

Período de inscrição: 14/05/13 a 24/05/13

RELATÓRIO FINAL N°005/13

ORGANIZAÇÃO PROMOTORA DO ENSAIO DE PROFICIÊNCIA



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

COMITÊ DE ORGANIZAÇÃO

Adelcio Rena Lemos (Inmetro/Dimci/Dicep)
Damares da Silva Santos (Inmetro/Dimci/Dicep)
Fabiano Barbieri Gonzaga (Inmetro/Dimci/Dquim)
Paulo Roberto da Fonseca Santos (Inmetro/Dimci/Dicep)
Valnei Smarçaro da Cunha (Inmetro/Dimci/Dquim)

COMITÊ TÉCNICO

Fabiano Barbieri Gonzaga (Inmetro/Dimci/Dquim)
Isabel Cristina Serta Fraga (Inmetro/Dimci/Dquim)
Jéssica Corrêa Lopes (Inmetro/Dimci/Dquim)
Joyce Costa Andrade (Inmetro/Dimci/Dicep)
Gabriel Fonseca Sarmanho (Inmetro/Dimci/Dquim)
Sidney Pereira Sobral (Inmetro/Dimci/Dquim)
Werickson F. de Carvalho Rocha (Inmetro/Dimci/Dquim)

Data de emissão: 06/Setembro/2013

SUMÁRIO

1. Introdução.....	2
2. Materiais e Métodos.....	3
2.1. Preparação do Item de Ensaio	3
2.2. Homogeneidade, Estabilidade e Caracterização do Item de Ensaio	3
2.3. Análise Estatística dos Resultados dos Laboratórios	4
2.3.1. Índice z.....	4
2.3.2. Índice zeta	4
3. Resultados e Discussões.....	5
3.1. Caracterização, Homogeneidade e Estabilidade do Item de Ensaio	5
3.2. Resultados dos Laboratórios	6
3.2.1. Índice z.....	7
3.2.2. Índice zeta	8
3.2.3. Observações	9
4. Conclusão.....	10
5. Laboratórios Participantes	11
6. Referências Bibliográficas.....	13

1. Introdução

O ensaio de proficiência (EP) é uma ferramenta para a determinação do desempenho de laboratórios na execução de ensaios ou calibrações. 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.

Afinado com as políticas públicas de apoio à indústria brasileira, que visa maior competitividade e melhor qualidade de seus produtos e seguindo as diretrizes da Norma ABNT ISO/IEC 17043: 2011 [1], o Inmetro realiza o EP em Condutividade Eletrolítica, 4ª rodada.

A definição de condutividade eletrolítica é baseada na medição da quantidade de cargas transportadas pelos íons presentes em uma solução [2]. Além disso, é um parâmetro essencial na determinação da pureza da água, matéria-prima usada principalmente nas indústrias farmacêuticas (produção de vacinas, medicamentos, entre outros) e alimentícias, mais especificamente as de bebidas (água mineral, refrigerantes, cervejas, etc.), bem como é um dos parâmetros estipulados em normas nacionais e internacionais para a avaliação da qualidade de etanol combustível [3].

O valor da condutividade eletrolítica definido neste EP foi de $500 \mu\text{S cm}^{-1}$, o qual é apropriado para a determinação de água potável, utilizada principalmente nas matérias-primas de indústrias alimentícias, como as de bebidas. Desta forma é necessário que os resultados destas medições sejam obtidos com confiabilidade e rastreabilidade metrológica [4].

Um EP compreende a organização, o desempenho e a avaliação de ensaios nos mesmos itens ou em itens de ensaio similares, por dois ou mais laboratórios, de acordo com condições predeterminadas. Além disso, podem ser destacados os seguintes objetivos nesse EP: a) avaliar o desempenho de laboratórios na medição de condutividade eletrolítica em $500 \mu\text{S cm}^{-1}$; b) monitorar o desempenho contínuo dos laboratórios em medições de condutividade eletrolítica; e c) identificar eventuais problemas de medição na referida grandeza.

O presente relatório tem por finalidade apresentar os resultados da avaliação do desempenho dos laboratórios participantes do EP em Condutividade Eletrolítica – 4ª rodada, bem como os estudos realizados de homogeneidade, estabilidade e caracterização, na temperatura de $25,0 \text{ }^\circ\text{C}$, da solução de condutividade eletrolítica, denominada de item de ensaio e usada no EP.

Nesse relatório, certos equipamentos comerciais e materiais são identificados para especificar adequadamente o procedimento experimental. Em nenhum caso, tal identificação implica recomendação do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro), nem que o equipamento ou material é necessariamente o melhor para o propósito.

2. Materiais e Métodos

2.1. Preparação do Item de Ensaio

A solução aquosa de condutividade eletrolítica, com valor nominal de $500 \mu\text{S cm}^{-1}$, foi preparada utilizando cloreto de potássio (KCl) (Merck, de pureza 99,999%), o qual foi diluído em 44 L de água desionizada (Tipo 1), cujo valor de condutividade foi de $0,054 \mu\text{S cm}^{-1}$, proveniente de um sistema de purificação (Elga).

O KCl foi pesado dentro de um frasco de vidro pequeno em uma balança (Mettler Toledo, modelo AG285, de resolução 0,00001 g) e transferido para o recipiente usado no preparo da solução, que já continha água devidamente pesada (Balança Sartorius, modelo LA 64001S, de resolução 0,1 g). Em seguida, a solução foi homogeneizada por dois dias utilizando um agitador de barra teflon magnética e o recipiente de vidro foi mantido fechado. Após a homogeneização, a solução foi envasada em garrafas de vidro borossilicato 3.3 de 250 mL (tipo Boeco) previamente lavadas, secas em estufa e etiquetadas. Após cada envase, os frascos foram fechados com tampa de rosca, lacrados (com plástico Parafilm[®]) e armazenados em laboratório, na temperatura de $(20,0 \pm 2,0) \text{ }^\circ\text{C}$.

2.2. Homogeneidade, Estabilidade e Caracterização do Item de Ensaio

Os frascos do item de ensaio usados nos estudos de homogeneidade, caracterização e estabilidade de longa duração foram selecionados aleatoriamente. Todas as medições foram realizadas a $25 \text{ }^\circ\text{C}$.

No estudo de homogeneidade e na caracterização do item de ensaio, foi utilizado o Sistema Primário de Medição de Condutividade Eletrolítica do Label/Dquim/Inmetro, cuja metodologia de medição encontra-se publicada [2]. Seis garrafas do item de ensaio foram usadas para o estudo de homogeneidade e duas para o de caracterização.

Para o estudo de estabilidade foi usado um medidor de condutividade eletrolítica (Metrohm, modelo 712) acoplado com uma célula de condutividade eletrolítica platinizada de $0,850 \text{ cm}^{-1}$ (Metrohm, modelo 6.0901.110), um termômetro de resistência, Pt 1000 (Metrohm, modelo 6.0914.040) e um recipiente de vidro encamisado, através do qual circulava água proveniente de um banho termostaticado (Lauda). As soluções medidas foram homogeneizadas com agitação magnética. Para a calibração do medidor/célula de condutividade foi usado o material de referência certificado (MRC) de condutividade eletrolítica com valor nominal de $500 \mu\text{S cm}^{-1}$ produzido pelo Inmetro.

Os estudos foram realizados de acordo com a NBR ISO GUIA 35 [5] e para a identificação de valores dispersos ou *outliers* entre os resultados obtidos foi utilizado o Teste de Grubbs [6]. No estudo de homogeneidade, os resultados das medições foram avaliados por meio de análise da variância (ANOVA) com fator único. No estudo de estabilidade, os resultados das medições de condutividade eletrolítica foram avaliados através da regressão linear em função do tempo de armazenagem [5].

Mais informações sobre esses estudos podem ser encontradas em relatórios de EP realizados anteriormente pelo Inmetro [7-11].

2.3. Análise Estatística dos Resultados dos Laboratórios

Para os participantes que não informaram a incerteza expandida (U) de medição e o fator de abrangência (k), os quais eram opcionais, foi utilizado o índice z para a avaliação de seu desempenho. Para os participantes que informaram além da incerteza expandida de medição e o fator de abrangência, as informações das incertezas de instrumentos e padrões auxiliares no formulário de resultados, foi utilizado o índice zeta para a avaliação de seu desempenho. Para os participantes que tiveram seus valores de incerteza expandida, com base nas informações contidas no formulário de resultados, considerados superestimados pelo comitê técnico deste EP, foi utilizado o índice z , e não o índice zeta, para a avaliação de seu desempenho. Tanto o índice z quanto o índice zeta estão descritos na literatura [1, 6, 12].

2.3.1. Índice z

O índice z representa uma medida da distância do resultado apresentado por um laboratório específico em relação ao valor de referência do ensaio de proficiência e , portanto, serve para verificar se o resultado da medição de cada participante está em conformidade com o valor designado. O índice z é calculado pela Equação 1.

$$z_i = \frac{x_i - X}{u_x} \quad (1)$$

Onde,

x_i : é a média das cinco medições do i -ésimo participante;

X : é o valor designado pelo Laboratório de Referência: Label/Dquim/Inmetro;

u_x : é o valor de incerteza padrão do valor designado.

A interpretação do valor do índice z está descrita abaixo:

$|z| \leq 2,0$ - Resultado satisfatório

$2,0 < |z| < 3,0$ - Resultado questionável

$|z| \geq 3,0$ - Resultado insatisfatório

2.3.2. Índice zeta

O índice zeta também é utilizado em conjunto ao índice z tradicional para avaliar a consistência entre os valores (estimativa do valor e da incerteza) obtidos em um laboratório e os valores de referência do material. O índice zeta é calculado pela Equação 2.

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

Onde,

x_i : é a média das cinco medições do i-ésimo participante;

X : é o valor designado pelo Laboratório de Referência: Label/Dquim/Inmetro;

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

u_x : é o valor de incerteza padrão do valor designado.

A interpretação do índice zeta é semelhante ao índice z tradicional:

$|\zeta| \leq 2,0$ - Resultado satisfatório;

$2,0 < |\zeta| < 3,0$ - Resultado questionável;

$|\zeta| \geq 3,0$ - Resultado insatisfatório.

3. Resultados e Discussões

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 para o item de ensaio deste EP.

Tabela 1. Resultados dos estudos de certificação para o item de ensaio (temperatura de 25,0 °C).

Estudo	Condutividade eletrolítica ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	Incerteza ($\mu\text{S cm}^{-1}$)
Caracterização	500,9	0,1
Homogeneidade	-	0,1
Estabilidade	-	1,7

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 [5,13].

Tabela 2. Valor de condutividade eletrolítica designado e incerteza para o item de ensaio a 25,0 °C.

Condutividade eletrolítica ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	Incerteza padrão combinada ($\mu\text{S cm}^{-1}$) (u_x)
500,9	1,7

3.2. Resultados dos Laboratórios

Na Tabela 3 são apresentados os resultados das medições, os valores de incerteza expandida (U) e os fatores de abrangência (k) enviados pelos 28 (vinte e oito) laboratórios participantes desse EP.

Cada laboratório é identificado apenas pela numeração final do seu código de identificação.

Tabela 3. Resultados das medições de condutividade eletrolítica dos laboratórios participantes.

Código do Laboratório	Resultados ($\mu\text{S cm}^{-1}$)					Incerteza expandida (U)	Fator de abrangência (k)
	Alíquota 1	Alíquota 2	Alíquota 3	Alíquota 4	Alíquota 5		
01	508	513	512	522	507	11	2
07	427,4	427,6	427,3	427,5	427,6	8,6	2
09	526	528	529	529	529	15	2,01
11	501,3	501,8	500,8	500,7	501,5	4,1	2
15	449	447	450	449	448	6,4	2
17	498	498	498	498	498	2,61	2
19	504,0	504,0	504,0	503,0	503,0	24,6	2
24	503	506	490	495	498	0,13	2
27	496	498	498	497	497	12,16	2
42	521	522	521	522	521	19	2
49	494	493	497	495	494	8	2
50	499	500	497	497	496	16	2
54	495,5	499,6	496,6	497,3	501,7	11,4	2
55	478	489	489	491	488	20	2
60	499	498	498	498	498	6	2
62	517,0	519,0	519,0	519,0	519,0	1,8	2
64	503	503	503	503	502	3,4	2
68	501,1	501,2	501,2	501,3	501,2	7,2	2
75	508	507	502	504	506	4,603	2
76	503	504	503	503	503	10	2,01
77	558,228	558,030	549,904	550,064	556,567	6	2
82	499,5	499,8	500	499,8	499,6	8	2
83	500	500	500	501	501	7,4	2
89	493	496	493	493	493	7,3	2
92	526	525,4	525,1	525,8	525,3	NA	NA
94	501,3	503,7	503,7	502,4	502,4	1,27	2
95	503	501	501	501	502	30	2
97	503	505	504	504	502	18	2

Através das informações enviadas pelos laboratórios por meio do formulário de registro de resultados, foi definido qual índice de desempenho (índice z ou zeta) seria utilizado na avaliação dos resultados de cada laboratório participante, de acordo com as regras definidas previamente no protocolo deste EP. Assim, definiu-se que os resultados dos laboratórios 7, 9, 19, 27, 42, 55 e 92 seriam avaliados pelo índice z, uma vez que foram identificados os seguintes problemas nas informações enviadas por estes laboratórios: não informação da incerteza expandida de medição (laboratório 92); não informação sobre o MRC utilizado na calibração do medidor, incluindo sua incerteza (laboratório 7); e informação de um valor de incerteza expandida de medição que parece superestimado em comparação com os valores de incerteza do MRC e do medidor de condutividade (laboratórios 9, 19, 27, 42, 55). Para a avaliação dos resultados dos demais laboratórios, foi definida a utilização do índice zeta.

3.2.1. Índice z

A Tabela 4 apresenta os resultados do índice z, para os participantes que tiveram seus desempenhos avaliados através deste índice.

Tabela 4. Resultados do índice z referente à medição de condutividade eletrolítica.

Código do Laboratório	Índice z
07	-43,2**
09	16,1**
19	1,6
27	-2,2*
42	12,1**
55	-8,2**
92	14,5**

* resultado questionável

** resultado insatisfatório

Dos 7 (sete) laboratórios avaliados pelo índice z, somente 1 (um) apresentou resultado satisfatório, enquanto 5 (cinco) foram considerados insatisfatórios e 1 (um) questionável. A Figura 1 apresenta graficamente os resultados do índice z.

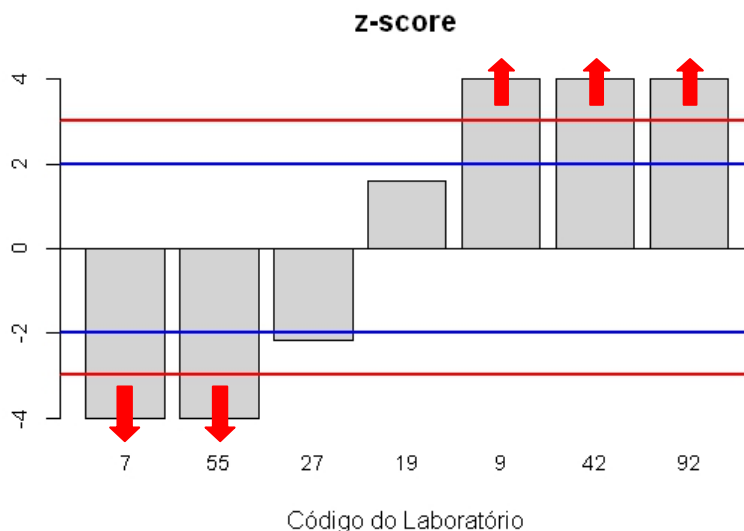


Figura 1. Gráfico de desempenho dos laboratórios participantes pelo índice z.

3.2.2. Índice zeta

A Tabela 5 apresenta os resultados do índice zeta, para os participantes que tiveram seus desempenhos avaliados através deste índice.

Tabela 5. Resultados do índice zeta referente à medição de condutividade eletrolítica.

Código do Laboratório	Índice zeta	Código do Laboratório	Índice zeta
01	0,2	68	0,1
11	0,1	75	1,6
15	-14,4**	76	0,4
17	-1,4	77	15,6**
24	-1,5	82	-0,3
49	-1,4	83	-0,1
50	-0,4	89	-1,8
54	-0,5	94	1,0
60	-0,8	95	0,0
62	9,2**	97	0,3
64	0,8		

** resultado insatisfatório

Dos 21 (vinte e um) laboratórios avaliados pelo índice zeta, somente 3 (três) apresentaram resultado insatisfatório. A Figura 2 apresenta graficamente os resultados do índice zeta.

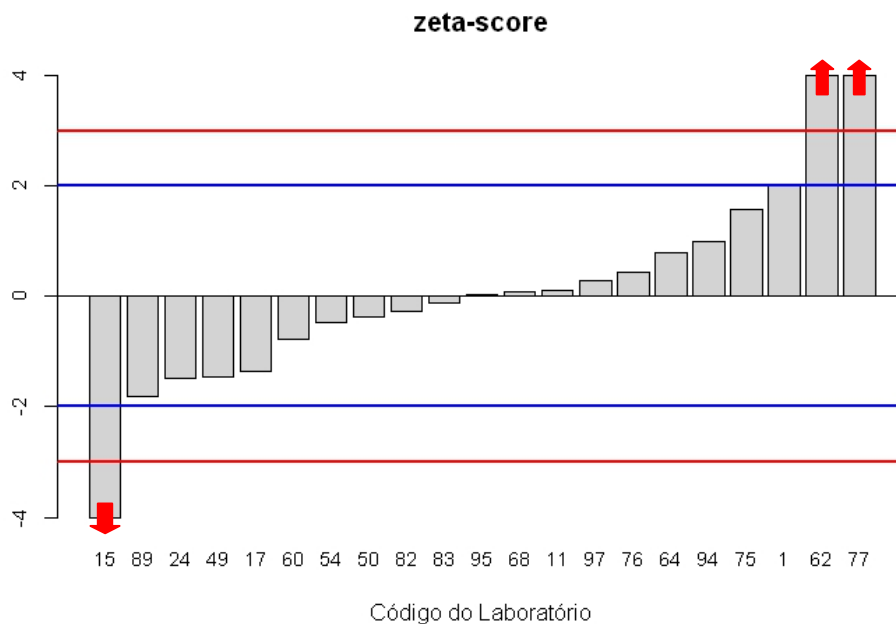


Figura 2. Gráfico de desempenho dos laboratórios participantes pelo índice zeta.

3.2.3. Observações

Embora a introdução de textos explicativos sobre o preenchimento de todos os campos do formulário de registro de resultados tivesse como princípio o de auxiliar os laboratórios, foram observadas informações incorretas/inadequadas registradas pelos laboratórios participantes em seus formulários, bem como a falta de algumas informações, conforme detalhado a seguir:

Problema observado: calibração do medidor de condutividade com soluções padrão que não são consideradas MRC.

Detalhamento: os laboratórios 15, 54, 55, 62, 77, 83 e 94 utilizaram soluções padrão de condutividade que não podem ser consideradas um material de referência certificado (MRC), uma vez que um MRC deve ser proveniente de um produtor que seja acreditado de acordo com a Norma ABNT GUIA 34:2012.

Comentários: convém aos laboratórios fazer uma análise crítica das soluções que estão sendo usadas na calibração de seus medidores, uma vez que um MRC possui um certificado, no qual constam informações sobre a incerteza e a rastreabilidade metrológica de seu valor de condutividade (valor certificado).

Problema observado: uso de MRC com valor condutividade eletrolítica muito diferente do valor de condutividade da amostra.

Detalhamento: os laboratórios 9, 42 e 62 usaram, para calibrar os medidores de condutividade, MRC com valores nominais de 5 e 1400 $\mu\text{S cm}^{-1}$; uma vez que o valor de condutividade da amostra é em torno de 500 $\mu\text{S cm}^{-1}$, isso pode conduzir a resultados não satisfatórios.

Comentários: cabe ao laboratório realizar um teste prévio do valor de condutividade da amostra a ser analisada, e, a partir desse valor, selecionar um MRC com valor de condutividade próximo ao da amostra para a calibração do medidor de condutividade.

Problema observado: informação de um MRC aparentemente inexistente.

Detalhamento: o laboratório 89 informou o uso de um MRC do NIST de valor 1412 (sem unidade) e com incerteza expandida (U) de 0,00014 (sem unidade). Foi observado que esse valor de condutividade eletrolítica não consta na lista de MRC do NIST (<https://www-s.nist.gov/srmors/detail.cfm>) e que esse valor de incerteza não é compatível com o valor de condutividade.

Comentários: o responsável pelo laboratório deve rever com rigor todas as informações que são fornecidas pelos analistas antes de serem enviadas para fora do laboratório, de forma a não comprometer a veracidade de seus conteúdos.

Problema observado: não informação do MRC utilizado.

Detalhamento: um laboratório não preencheu as informações referentes ao MRC usado na calibração de seu medidor de condutividade.

Comentários: é importante que o laboratório, antes de realizar uma análise para determinação da condutividade eletrolítica, realize uma calibração do medidor com um MRC (com valor de condutividade próximo ao da amostra), para que os resultados de suas medições apresentem confiabilidade e rastreabilidade metrológica.

Problema observado: incompatibilidade entre a resolução informada para o medidor de condutividade e o número de casas decimais dos resultados de condutividade eletrolítica.

Detalhamento: dos 28 (vinte e oito) laboratórios participantes no EP, somente 11 (onze) apresentaram resultados de medição com número de casas decimais compatível com a resolução informada para o medidor de condutividade.

Comentários: convém ao laboratório conferir todas as informações que estão contidas em algum registro ou relatório antes que o mesmo seja emitido externamente.

4. Conclusão

Ao longo dos últimos anos, o Inmetro vem organizando diversos Ensaio de Proficiência para a medição de condutividade eletrolítica. Neste EP, que contou com a participação de 28 (vinte e oito) laboratórios, a medição foi realizada em uma solução aquosa com valor de condutividade nominal de $500 \mu\text{S cm}^{-1}$.

Os resultados dos laboratórios participantes deste EP foram avaliados por meio de dois testes estatísticos, o índice z e o índice zeta, de acordo com critérios estabelecidos previamente no

protocolo do EP. Dos 28 (vinte e oito) laboratórios participantes, 67,8% apresentaram desempenho satisfatório, 28,6% apresentaram desempenho insatisfatório e 3,6% apresentaram desempenho questionável.

É importante lembrar que os laboratórios participantes deste EP devem avaliar seus resultados e realizar uma análise crítica do seu desempenho, considerando que alguns pontos de melhoria foram identificados e estão descritos nas observações (item 3.2.3). Alguns cuidados analíticos devem ser considerados na execução das medições de condutividade eletrolítica, mas os principais devem ser destacados: um está relacionado com o material de referência certificado (MRC) que é usado na calibração do medidor de condutividade e o outro é com a temperatura de medição. Um MRC, antes de ser usado, deve ser avaliado quanto à rastreabilidade metrológica, prazo de validade e valor de condutividade (que deve ser próximo do valor de condutividade da amostra que se pretende analisar). Além disso, no momento da calibração do equipamento de medição, o analista deve informar ao equipamento o valor correto da condutividade do MRC (o qual consta em seu certificado) e não seu valor nominal de condutividade. Quanto à temperatura, as medições devem ser realizadas na temperatura determinada para o ensaio, já que o valor da condutividade eletrolítica varia com a temperatura de medição. Para isso, um banho termostático e um termômetro de resistência calibrado são necessários para a obtenção de um resultado de medição correto.

Vale ressaltar que, diferente dos EP realizados anteriormente [7-11], neste EP a maioria dos laboratórios informaram os resultados da estimativa de incerteza de medição. Porém, 5 (cinco) laboratórios informaram valores de incerteza de medição que parecem superestimados (em comparação com os valores de incerteza do MRC e do medidor de condutividade) e 1 (um) laboratório não informou o resultado da estimativa de incerteza de medição.

A participação dos laboratórios em exercícios de EP é uma maneira de melhoria de desempenho e uma ferramenta para monitorar seus procedimentos de análises rotineiros, visando demonstrar controle sobre suas medições, o que contribui para garantir a qualidade de seus resultados com confiabilidade e rastreabilidade metrológica.

5. Laboratórios Participantes

31 (Trinta e um) laboratórios se inscreveram na 4ª Rodada do Ensaio de Proficiência em Condutividade Eletrolítica sendo que 2 (dois) apresentaram problemas técnicos e 01 (um) enviou o resultado após o prazo estabelecido no cronograma do EP. Para avaliação foi considerado apenas o total de 28 (vinte e oito) participantes, conforme a lista apresentada na Tabela 6. A numeração que consta na Tabela 6 é apenas indicativa do número de laboratórios participantes no EP, não estando, em hipótese alguma, associada à identificação dos laboratórios na apresentação dos resultados.

Tabela 6. Laboratórios participantes no EP em condutividade eletrolítica.

Instituição	
1.	Acqualab Laboratório e Consultoria Ambiental
2.	Aferitec Comprovações Metrológicas e Comércio Ltda Laboratório Aferitec Metrologia
3.	Allabor Laboratório de Alimentos Ltda
4.	CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo ELC – Divisão de Amostragem
5.	CTC – Centro de Tecnologia Canavieira Laboratório de Análises
6.	Digicrom Analítica Ltda Laboratório DIGIMED
7.	Ecolabor Comercial Consultoria e Análises Ltda
8.	Elus Serviços de Instrumentação Ltda ME
9	Escala Produtos e Serviços de Calibração Ltda
10	Evagon Calibração, Manutenção e Venda de Eq. Ind. Ltda Laboratório Evagon Gestão Analítica
11	Faculdades Católicas Laboratório de BioCombustíveis - LABIO
12	Faculdades Católicas Laboratório de Caracterização de Águas
13	Fundação Ezequiel Dias Serviço de Química - LQBC
14	Grandis Assessoria e Análises Ambientais Ltda GRANDIS
15	Hexis Científica S/A Laboratório Hexis
16	Instituto de Tecnologia do Paraná – TECPAR Laboratório de Tecnologias Ambientais e Agronômicas (LAAG)
17	João Ferreira da Cruz LCM – ME LaborCruz Metrologia
18	KN Waagen Balanças Ltda Laboratório Metrológico
19	Laboratório de Análises Químicas e Ambientais – LAQAM
20	Laboratório Osvani Análises e Medições Ambientais Ltda
21	MEC-Q Comércio e Serviço de Metrologia Industrial Ltda
22	QMC Saneamento EPP Laboratório Físico-Químico
23	Quimlab Produtos de Química Fina Ltda

24	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial – SENAI Mário Amato Laboratório de Meio Ambiente
25	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial SENAI Laboratório de Água e Efluentes Líquidos
26	TASQA Serviços Analíticos Ltda Laboratório Ambiental
27	TECMA - Tecnologia em Meio Ambiente
28	Visomes Comercial Metrológica Ltda. EPP Visomes Metrologia

6. Referências Bibliográficas

- [1] ABNT NBR ISO/IEC 17043:2011, Avaliação da conformidade – Requisitos gerais para ensaio de proficiência.
- [2] Fraga, I. C. S., Lopes, J. C., Sobral, S. P., Ribeiro, C. M., Certification of a low value electrolytic conductivity solution using traceable measurements, Accreditation and Quality Assurance, vol. 6, 1-6, 2013.
- [3] Resolução da ANP N° 7 de 21/2/2013, retificada em 15.4.2013, para especificação do etanol combustível. Disponível em: <http://www.anp.gov.br>.
- [4] Vocabulário Internacional de Metrologia: conceitos fundamentais e gerais e termos associados. 1ª Edição Luso Brasileira, IPQ e Inmetro, 2012.
- [5] ABNT ISO GUIA 35:2012, Materiais de Referência – Princípios gerais e estatísticos para certificação.
- [6] Thompson, M., Ellison, S. L. e Wood, R., “The International Harmonized Protocol for the Proficiency Testing of Analytical Chemistry Laboratories”, *Pure Appl. Chem.*, 78, pp. 145-196, 2006.
- [7] http://www.quimlab.com.br/eventos/relat_forum_inmetro.pdf.
- [8] http://www.inmetro.gov.br/metcientifica/pdf/Rel_%201rodada_Condutividade.pdf.
- [9] http://www.inmetro.gov.br/metcientifica/pdf/Rel_2rodada_Condutividade.pdf.
- [10] <http://www.inmetro.gov.br/metcientifica/palestras/palestraAlcoolEtílico/RelatorioAlcoolEtílico.pdf>.
- [11] http://www.inmetro.gov.br/metcientifica/pdf/relatorio_final_Condutividade_Eletrolitica-3rodada.pdf.
- [12] ISO 5725 (E), “Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results”, 1994.
- [13] 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 Ensaios de Proficiência da Diretoria de Metrologia Científica e Industrial - PEP Dimci
Av. Nossa Senhora das Graças, 50 - Xerém / Duque de Caxias - RJ - Brasil CEP: 25250 - 020
Fax: +55 21 2679-9745 / www.inmetro.gov.br / pep-dimci@inmetro.gov.br