



Comissão Técnica de Acústica e Vibrações – CT 12 da
Coordenação Geral de Acreditação – Cgcre

LABORATÓRIO DE ELETROACÚSTICA – LAETA
INMETRO / DIMCI / DIAVI

ENSAIO DE PROFICIÊNCIA NA CALIBRAÇÃO DE
MEDIDORES DE NÍVEL SONORO E DISPOSITIVOS
QUE O ACOMPANHAM – PEP 001/2014

RELATÓRIO FINAL

17 de Junho de 2016

Coordenação

Eduardo B. Pinto

Mario H. Moura

Thiago Antônio B. Milhomem

Zemar Martins D. Soares

Elaboração

Thiago Antônio B. Milhomem

Aprovação

Zemar Martins D. Soares

(coordenador da CT 12 e representante do Laeta)

Mario H. Moura

(representante da Cgcre)

RESUMO

Este documento é o relatório final do ensaio de proficiência (EP) na calibração de medidores de nível sonoro e dispositivos que o acompanham realizado no período de novembro de 2014 a agosto de 2015. Participaram desse EP laboratórios acreditados e não acreditados para os serviços de calibração envolvidos. O laboratório de referência e piloto foi o Laboratório de Eletroacústica – Laeta, do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia – Inmetro, instituto nacional de metrologia do Brasil. Circularam entre os participantes um medidor integrador de nível sonoro, um microfone de medição e um calibrador de nível sonoro. O medidor foi calibrado preferencialmente segundo a norma internacional IEC 61672, alternativamente segundo a IEC 60651. O microfone foi calibrado segundo a IEC 61094-6 e o calibrador segundo a IEC 60942. Algumas adaptações foram feitas considerando a similaridade entre os testes para efeitos de avaliação de desempenho dos laboratórios, especificamente no caso da calibração do medidor, e algumas extensões foram feitas para fins de pesquisa, caso das medições de distorção (harmônica e total) do nível de pressão sonora gerado pelo calibrador. Os resultados dos participantes foram coletados e foi calculado o módulo do erro normalizado ($|En|$) para avaliação de desempenho. O ensaio de proficiência foi considerado adequado ao seu propósito.

CONTEÚDO

INTRODUÇÃO

1 PARTICIPANTES E ORDEM DE PARTICIPAÇÃO

2 ITENS DO ENSAIO DE PROFICIÊNCIA

3 CRITÉRIO ESTATÍSTICO PARA AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO

4 RESULTADOS DOS PARTICIPANTES

5 AVALIAÇÃO ESTATÍSTICA DO DESEMPENHO DOS PARTICIPANTES

6 COMENTÁRIOS

ANEXO A – Valores de sensibilidade do microfone capacitivo nas condições ambientais de medição reportados pelos laboratórios participantes

ANEXO B – Valor do nível de pressão sonora do calibrador de nível sonoro nas condições ambientais de referência reportado pelo laboratório participante 40

ANEXO C – Resultado da análise dos certificados de calibração fornecidos pelos laboratórios participantes

ANEXO D – Informações relevantes extraídas dos comentários à minuta deste relatório

INTRODUÇÃO

Este ensaio de proficiência (EP) é o segundo na área de acústica e vibrações organizado pela Comissão Técnica de Acústica e Vibrações – CT 12 da Coordenação Geral de Acreditação – Cgcre com o objetivo de avaliar o desempenho de laboratórios na calibração de medidores de nível sonoro e dispositivos que o acompanham. O Laboratório de Eletroacústica – Laeta, do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia – Inmetro, instituto nacional de metrologia do Brasil, foi o laboratório de referência e piloto. Os itens do EP foram um medidor integrador de nível sonoro (serviço de calibração código 2334 da NIT-DICLA-012), um microfone de medição (serviço de calibração código 2333 da NIT-DICLA-012) e um calibrador de nível sonoro (serviço de calibração código 2338 da NIT-DICLA-012), que foram calibrados segundo as normas internacionais IEC 61672 ou IEC 60651, IEC 61094-6 e IEC 60942 respectivamente. Participaram desse EP laboratórios acreditados e não acreditados para os serviços de calibração envolvidos. Cada laboratório seguiu seu próprio procedimento técnico em complemento ao “Protocolo Técnico do Ensaio de Proficiência para Medidor de Nível Sonoro e Dispositivos que o Acompanham” (edição nº 5 de novembro de 2014) discutido nas reuniões da CT 12 e aprovado na reunião de número 11, realizada em 05 de novembro de 2014. Este relatório lista os laboratórios participantes, detalha os itens do EP (com seus valores de referência), descreve o critério para avaliação dos desempenhos, apresenta os resultados reportados pelos laboratórios participantes, avalia estatisticamente os desempenhos e comenta os resultados apontando pontos que podem auxiliar os laboratórios a tomar ações corretivas apropriadas. Situações não previstas no protocolo técnico foram discutidas e os procedimentos a serem adotados foram consensados na reunião da CT 12, de número 13, realizada em 08 de dezembro de 2015 e serviram de base, juntamente com o protocolo técnico, para a elaboração desse relatório.

1. PARTICIPANTES E ORDEM DE PARTICIPAÇÃO

1.1 Participantes

Este ensaio de proficiência foi obrigatório para os laboratórios acreditados pela Cgcre para os serviços de calibração envolvidos. Demais laboratórios participaram de forma voluntária sendo que a participação foi discutida e aprovada pela CT 12 seguindo critérios pré-estabelecidos pela Cgcre. Tais laboratórios possuem acreditação para outros serviços, tem representantes na CT 12 e manifestaram interesse na extensão da acreditação para os serviços desse EP. Havia um participante em fase de extensão para os serviços desse EP, porém o mesmo solicitou à Cgcre a retirada desses serviços de sua proposta de escopo de acreditação. Os laboratórios participantes foram (Tabela 1):

Tabela 1 – Laboratórios participantes.

Organização / Laboratório	Número de Acreditação pela Cgcre
Almont do Brasil Importação, Comércio e Representação Ltda.	Cal-407
Chrompack Instrumentos Científicos Ltda. Laboratório Chrompack Instrumentos Científicos Ltda.	Cal-256
dpUNION Instrumentação Analítica e Científica Ltda. Laboratório de Calibração.	Cal-530 (não acreditado para os serviços desse EP)
Gero Comércio e Serviços Ltda.	Cal-171 (não acreditado para os serviços desse EP)
Grom Equipamentos Eletromecânicos Ltda. Laboratório de Calibração e Ensaio.	Cal-399
Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT. Centro Tecnológico do Ambiente Construído (IPT/Cetac).	Cal-403
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – Inpe. Laboratório de Integração e Testes – LIT.	Cal-022
Laboratórios de Metrologia Labmetro Ltda. Laboratórios de Metrologia Labmetro Ltda.	Cal-298 (não acreditado para os serviços desse EP)
Minipa Metrologia e Serviços Ltda. – EPP. Minipa do Brasil Ltda.	Cal-297
Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul – PUC/RS. Laboratórios Especializados em Eletro-eletrônica – Labelo.	Cal-024
Spectris do Brasil Instrumentos Eletrônicos Ltda. Laboratório de Acústica e Vibração – Brüel & Kjaer (Lacel.B&K e Lavib.B&K).	Cal-305
Total Safety Ltda. Calilab – Laboratório de Calibração e Ensaios.	Cal-307

A Tabela 2 a seguir apresenta a situação da acreditação dos laboratórios participantes para cada serviço de calibração desse EP com seu respectivo código segundo a NIT-DICLA-012. Foi assinalado “A” para o laboratório acreditado e “N” para o não acreditado, para os respectivos serviços, de acordo com seus escopos de acreditação publicados pela Cgcre. Devem ser consideradas as faixas e parâmetros dos serviços constantes nos escopos de acreditação dos laboratórios para se confirmar se o desempenho do participante nesse EP se refere a serviços acreditados.

Tabela 2 – Situação da acreditação dos laboratórios participantes.

Laboratório (apelido)	Nº de Acred.	Medidor Integrador de Nível Sonoro (Código 2334)	Microfone de Medição (Código 2333)	Calibrador de Nível Sonoro (Código 2338)
Almont	Cal-407	A	N	N
Chrompack	Cal-256	A	A	A
dpUNION	Cal-530	N	N	N
Gero	Cal-171	N	N	N
Grom	Cal-399	A	A	A
IPT/Cetac	Cal-403	A	A	A
INPE/LIT/METROLOGIA	Cal-022	N	A	A
Labmetro	Cal-298	N	N	N
Minipa	Cal-297	A	N	N
PUC Labelo	Cal-024	A	A	A
Spectris (Lacel)	Cal-305	A	A	A
Total Safety (Calilab)	Cal-307	A	A	A

O laboratório de referência e piloto foi o Laboratório de Eletroacústica – Laeta, do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia – Inmetro, instituto nacional de metrologia do Brasil.

1.2 Ordem de participação

A circulação dos itens deste ensaio de proficiência ocorreu no período de novembro de 2014 a agosto de 2015 e se deu sob uma configuração mista de estrela e anel de forma a otimizar o transporte. A Figura 1 ilustra a circulação dos itens.

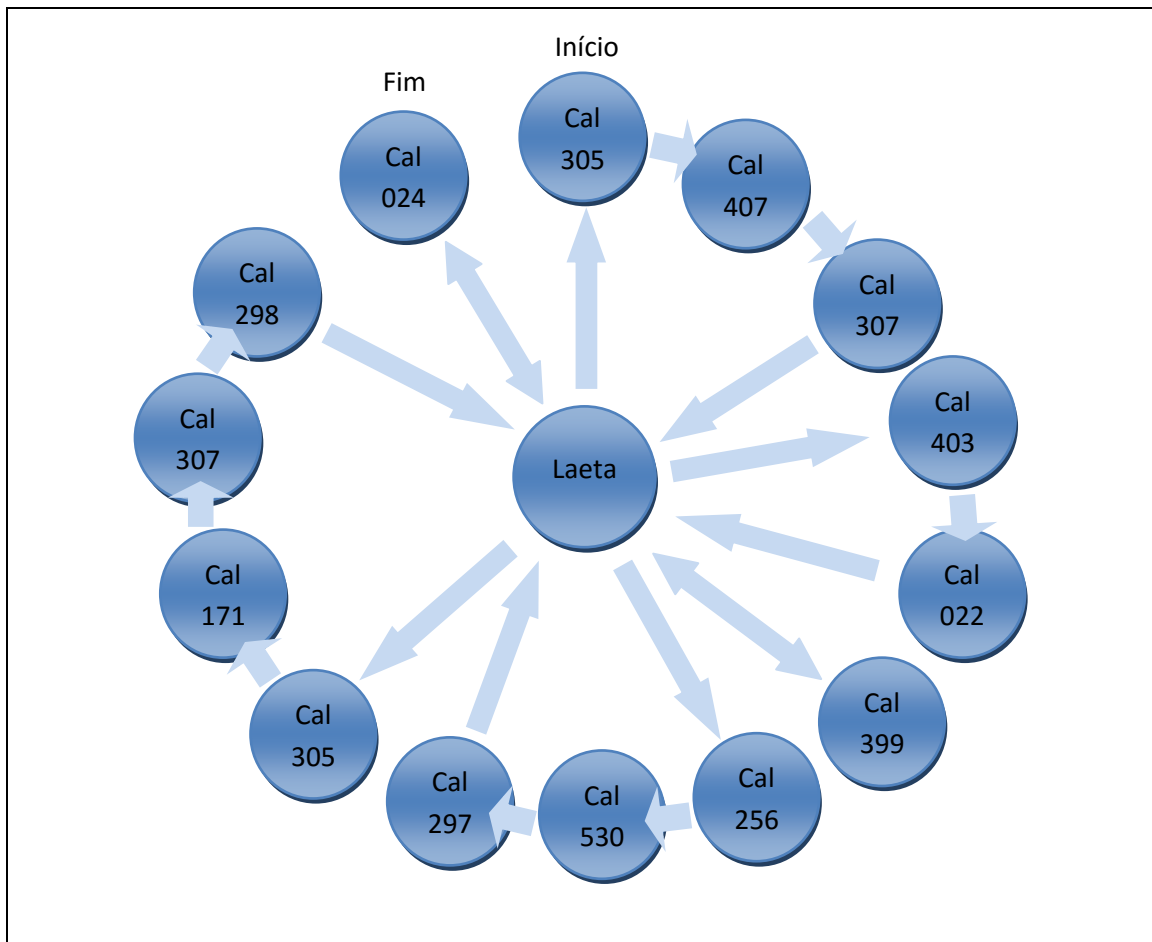


Figura 1 – Ilustração da circulação dos itens durante o ensaio de proficiência.

2. ITENS DO ENSAIO DE PROFICIÊNCIA

2.1 Itens

Os itens do ensaio de proficiência foram:

- Um medidor integrador de nível sonoro fabricado pela Brüel & Kjaer, de modelo 2240 e de número de série 34824880, cujo serviço corresponde ao de código 2334 da NIT-DICLA-012. Os testes realizados foram:

Baseados na norma IEC 61672

- ✓ Ruído autogerado com microfone instalado;
- ✓ Ruído autogerado com dispositivo elétrico;
- ✓ Teste acústico de ponderação em frequência (Ponderação A);
- ✓ Teste elétrico de ponderação em frequência (Ponderação A);
- ✓ Linearidade de nível na faixa de referência;
- ✓ Linearidade de nível com controle de faixa;
- ✓ Ponderação em frequência e no tempo (L_{AF} e L_{AEQ});
- ✓ Resposta a pulsos tonais (L_{AF} e L_{AEQ});
- ✓ Indicação de sobrecarga.

Baseados na norma IEC 60651

- ✓ Teste elétrico de ponderação em frequência (Ponderação A);

- ✓ Linearidade de nível;
 - ✓ Ponderação temporal (L_{AFmax});
 - ✓ Detector *RMS*.
- Um microfone de medição fabricado pela Brüel & Kjaer, de modelo 4188 e de número de série 2812571, cujo serviço corresponde ao de código 2333 da NIT-DICLA-012. O parâmetro avaliado foi a sensibilidade em função da frequência para a faixa de frequências de 20 a 20000 Hz.
 - Um calibrador de nível sonoro fabricado pela Brüel & Kjaer, de modelo 4231 e de número de série 3008255, cujo serviço corresponde ao de código 2338 da NIT-DICLA-012. Os parâmetros avaliados foram:
 - ✓ Nível de pressão sonora;
 - ✓ Frequência;
 - ✓ Distorção total (*TD*);
 - ✓ Distorção harmônica total (*THD*).
 Sendo os parâmetros *TD* e *THD* avaliados apenas para fins de pesquisa.

Foi necessário substituir o microfone duas vezes: uma durante o período de verificação da estabilidade e uma após a primeira circulação.

A substituição durante o período de verificação da estabilidade não causou maiores problemas para o EP, pois o microfone foi substituído por um segundo microfone e sua estabilidade foi verificada em tempo, sem a necessidade de atrasar o início do EP.

A substituição após a primeira circulação atrasou o término do EP. O primeiro laboratório participante do EP desconfiou do comportamento do microfone e alertou o laboratório de referência e piloto que, de imediato, iniciou a verificação da estabilidade de um terceiro microfone. Os três laboratórios participantes que mediram na primeira circulação foram convidados a repetir a medição com o terceiro microfone: dois aceitaram o convite e um declinou (não participou da comparação na calibração de microfones).

Os itens do EP, incluindo os microfones substitutos, foram cedidos pelo laboratório participante Spectris do Brasil Instrumentos Eletrônicos Ltda. \ Laboratório de Acústica e Vibração – Brüel & Kjaer (Lacel.B&K e Lavib.B&K).

2.2 Estabilidade e “homogeneidade” (comparabilidade) dos itens

A estabilidade dos itens foi verificada antes do início do ensaio de proficiência, a partir de uma série de medições realizadas pelo laboratório de referência, e durante o EP, a partir de medições realizadas pelo laboratório de referência antes e depois de cada trecho de circulação dos itens.

O critério para a declaração de item estável foi que a diferença entre o resultado da medição atual e o da imediatamente anterior estivesse menor ou igual à soma das incertezas da medição atual e a da imediatamente anterior,

$$|M_{AT} - M_{AN}| \leq |U_{MAT} + U_{MAN}|, \quad (1)$$

onde M_{AT} e M_{AN} são os resultados da medição atual e da medição imediatamente anterior respectivamente e U_{MAT} e U_{MAN} são as incertezas expandidas dos resultados da medição atual e da medição imediatamente anterior respectivamente, conforme especificado no “Protocolo Técnico do Ensaio de Proficiência para Medidor de Nível Sonoro e Dispositivos que o Acompanham”, edição nº 5 de novembro de 2014 (citado a partir de agora apenas como protocolo).

A “homogeneidade” (comparabilidade) dos resultados do EP é proporcionada pela descrição, no protocolo, dos testes a serem realizados, dos parâmetros a serem avaliados e, quando aplicável, das configurações dos itens do EP e das características do sinal de excitação. Quando o laboratório participante declarou que não seguiu o protocolo, foi avaliada, caso a caso, a comparabilidade dos resultados e apenas em casos positivos para a comparabilidade a avaliação do desempenho foi feita. Nos casos em que o procedimento adotado pelo laboratório levou a resultado não comparável, foi feita esta declaração e não foi avaliado o desempenho do laboratório.

2.3 Valores de referência

Os valores designados para o ensaio de proficiência foram determinados por valores de referência, conforme ABNT NBR ISO/IEC 17043:2011, Anexo B, item B.2.1.c.

O valor de referência para cada laboratório participante foi tomado como a média entre as medições realizadas pelo laboratório de referência antes e depois de cada trecho de circulação dos itens, conforme especificado no protocolo. Dessa forma, foram determinados valores de referência para cada grupo de laboratórios participantes, conforme a circulação dos itens. Essa abordagem minimizou o risco de eventuais variações dos itens durante o período de circulação afetar o desempenho dos participantes.

A incerteza do valor de referência foi estimada a partir do estudo das incertezas de todas as medições realizadas pelo laboratório de referência durante a circulação dos itens. Dessa forma, foram determinadas incertezas iguais (para cada teste / parâmetro) para todos os laboratórios participantes, desde que tenham usado o mesmo método de medição. Essa abordagem evita que variações na incerteza da medição do laboratório de referência prejudiquem um laboratório participante.

Os números de identificação (Id.) dos valores de referência são os mesmos atribuídos aos laboratórios participantes no item 4.1.

Quando o laboratório não reportou resultado não foi calculado o valor de referência sendo as células preenchidas com o código N.A. que significa “não se aplica”.

2.3.1 Medidor integrador de nível sonoro (testes baseados na norma IEC 61672) – Código 2334 da NIT-DICLA-012

Os níveis medidos no medidor integrador de nível sonoro são referenciados a 20 µPa.

2.3.1.1 Ruído autogerado com microfone instalado

Tabela 3 – Valores de referência.

Id.	05	08	13	19	22	27
Nível medido, dBA	17,7	17,7	17,7	17,7	17,7	17,7
Incerteza expandida, dBA	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0

Tabela 4 – Valores de referência.

Id.	31	36	44	51
Nível medido, dBA	17,7	17,7	17,7	N.A.
Incerteza expandida, dBA	2,0	2,0	2,0	N.A.

2.3.1.2 Ruído autogerado com dispositivo elétrico

Teste solicitado também aos laboratórios participantes que calibraram segundo a IEC 60651 para fins de pesquisa.

Tabela 5 – Valores de referência.

Id.	05	08	13	19	22	27
Nível medido, dBA	16,6	16,6	16,6	16,6	16,6	16,6
Incerteza expandida, dBA	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2

Tabela 6 – Valores de referência.

Id.	31	36	44	48	51	55
Nível medido, dBA	16,6	16,6	16,6	16,6	16,6	N.A.
Incerteza expandida, dBA	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	N.A.

2.3.1.3 Teste acústico de ponderação em frequência

Para este teste os valores de referência variaram conforme a apresentação do resultado pelo laboratório participante (normalizado em 1000 Hz ou não) e conforme o método utilizado pelo laboratório participante (medição com um atuador eletrostático ou com um calibrador de nível sonoro multifrequência).

Os valores de referência não incluem correções para influência do corpo do medidor integrador de nível sonoro e do campo sonoro.

Tabela 7 – Valores de referência.

Id.	05		08		13	
	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA
63	N.A.	N.A.	68,0	0,3	68,5	0,2
125	N.A.	N.A.	78,0	0,3	78,3	0,2
250	N.A.	N.A.	85,4	0,3	85,6	0,2
500	N.A.	N.A.	90,7	0,3	90,9	0,2
1000	N.A.	N.A.	93,9	0,3	94,0	0,2
2000	N.A.	N.A.	94,8	0,3	94,9	0,2
4000	N.A.	N.A.	93,8	0,3	93,8	0,2
8000	N.A.	N.A.	89,0	0,3	88,9	0,3
12500	N.A.	N.A.	81,8	0,3	80,8	0,3

Tabela 8 – Valores de referência.

Id.	19		22		27	
	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA
63	-25,5	0,2	68,5	0,2	68,5	0,2
125	-15,7	0,2	78,3	0,2	78,3	0,2
250	-8,4	0,2	85,6	0,2	85,6	0,2
500	-3,1	0,2	90,9	0,2	90,9	0,2
1000	0,0	0,2	94,0	0,2	94,0	0,2
2000	0,9	0,2	94,9	0,2	94,9	0,2
4000	-0,2	0,2	93,8	0,2	93,8	0,2
8000	-5,1	0,3	88,9	0,3	88,9	0,3
12500	-13,3	0,3	80,7	0,3	80,7	0,3

Tabela 9 – Valores de referência.

Id.	31		36		44	
	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA
63	68,5	0,2	-25,5	0,2	68,5	0,2
125	78,3	0,2	-15,7	0,2	78,2	0,2
250	85,6	0,2	-8,4	0,2	85,5	0,2
500	90,9	0,2	-3,1	0,2	90,9	0,2
1000	94,0	0,2	0,0	0,2	94,0	0,2
2000	94,9	0,2	0,9	0,2	94,9	0,2
4000	93,8	0,2	-0,2	0,2	93,8	0,2
8000	88,9	0,3	-5,1	0,3	88,8	0,3
12500	80,7	0,3	-13,3	0,3	80,8	0,3

Tabela 10 – Valores de referência.

Id.	51	
	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA
63	N.A.	N.A.
125	N.A.	N.A.
250	N.A.	N.A.
500	N.A.	N.A.
1000	N.A.	N.A.
2000	N.A.	N.A.
4000	N.A.	N.A.
8000	N.A.	N.A.
12500	N.A.	N.A.

2.3.1.4 Teste elétrico de ponderação em frequência

Tabela 11 – Valores de referência.

Id.	05		08		13	
	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA
63	65,0	0,2	65,0	0,2	65,0	0,2
125	65,0	0,2	65,0	0,2	65,0	0,2
250	65,0	0,2	65,0	0,2	65,0	0,2
500	65,0	0,2	65,0	0,2	65,0	0,2
1000	65,0	0,2	65,0	0,2	65,0	0,2
2000	65,0	0,2	65,0	0,2	65,0	0,2
4000	64,9	0,2	64,9	0,2	64,9	0,2
8000	65,0	0,2	65,0	0,2	65,0	0,2
16000	63,4	0,2	63,4	0,2	63,4	0,2

Tabela 12 – Valores de referência.

Id.	19		22		27	
	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA
63	65,0	0,2	65,0	0,2	65,0	0,2
125	65,0	0,2	65,0	0,2	65,0	0,2
250	65,0	0,2	65,0	0,2	65,0	0,2
500	65,0	0,2	65,0	0,2	65,0	0,2
1000	65,0	0,2	65,0	0,2	65,0	0,2
2000	65,0	0,2	65,0	0,2	65,0	0,2
4000	65,0	0,2	65,0	0,2	64,9	0,2
8000	65,0	0,2	65,0	0,2	65,0	0,2
16000	63,4	0,2	63,4	0,2	63,4	0,2

Tabela 13 – Valores de referência.

Id.	31		36		44	
	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA
63	65,0	0,2	65,0	0,2	65,0	0,2
125	65,0	0,2	65,0	0,2	65,0	0,2
250	65,0	0,2	65,0	0,2	64,9	0,2
500	65,0	0,2	65,0	0,2	65,0	0,2
1000	65,0	0,2	65,0	0,2	65,0	0,2
2000	65,0	0,2	65,0	0,2	65,0	0,2
4000	65,0	0,2	64,9	0,2	64,9	0,2
8000	65,0	0,2	65,0	0,2	64,9	0,2
16000	63,4	0,2	63,4	0,2	63,4	0,2

Tabela 14 – Valores de referência.

Id.	51	
	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA
63	65,0	0,2
125	65,0	0,2
250	65,0	0,2
500	65,0	0,2
1000	65,0	0,2
2000	65,0	0,2
4000	65,0	0,2
8000	65,0	0,2
16000	63,4	0,2

2.3.1.5 Linearidade de nível na faixa de referência

Tabela 15 – Valores de referência.

Id.	05		08		13	
	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA
110	109,90	0,20	109,90	0,20	109,90	0,20
109	109,00	0,20	109,00	0,20	109,00	0,20
104	104,00	0,20	104,00	0,20	104,00	0,20
99	99,00	0,20	99,00	0,20	99,00	0,20
94	94,00	0,20	94,00	0,20	94,00	0,20
89	89,00	0,20	89,00	0,20	89,00	0,20
84	84,00	0,20	84,00	0,20	84,00	0,20
79	79,00	0,20	79,00	0,20	79,00	0,20
74	74,00	0,20	74,00	0,20	74,00	0,20
69	69,00	0,20	69,00	0,20	69,00	0,20
64	64,00	0,20	64,00	0,20	64,00	0,20
59	58,95	0,20	58,95	0,20	58,95	0,20
54	54,00	0,20	54,00	0,20	54,00	0,20
49	48,95	0,20	48,95	0,20	48,95	0,20
44	44,00	0,20	44,00	0,20	44,00	0,20
39	39,00	0,20	39,00	0,20	39,00	0,20
34	33,90	0,20	33,90	0,20	33,90	0,20
33	32,90	0,20	32,90	0,20	32,90	0,20
32	31,90	0,20	31,90	0,20	31,90	0,20
31	30,90	0,20	30,90	0,20	30,90	0,20
30	29,85	0,20	29,85	0,20	29,85	0,20

Tabela 16 – Valores de referência.

Id.	19		22		27	
	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA
110	109,90	0,20	109,90	0,20	109,90	0,20
109	109,00	0,20	109,00	0,20	109,00	0,20
104	104,00	0,20	104,00	0,20	104,00	0,20
99	99,00	0,20	99,00	0,20	99,00	0,20
94	94,00	0,20	94,00	0,20	94,00	0,20
89	89,00	0,20	89,00	0,20	89,00	0,20
84	84,00	0,20	84,00	0,20	84,00	0,20
79	79,00	0,20	79,00	0,20	79,00	0,20
74	74,00	0,20	74,00	0,20	74,00	0,20
69	69,00	0,20	69,00	0,20	69,00	0,20
64	64,00	0,20	64,00	0,20	64,00	0,20
59	58,95	0,20	59,00	0,20	58,95	0,20
54	54,00	0,20	54,00	0,20	54,00	0,20
49	49,00	0,20	49,00	0,20	49,00	0,20
44	44,00	0,20	44,00	0,20	44,00	0,20
39	39,00	0,20	39,00	0,20	39,00	0,20
34	33,90	0,20	33,95	0,20	33,90	0,20
33	32,90	0,20	32,90	0,20	32,90	0,20
32	31,90	0,20	31,90	0,20	31,90	0,20
31	30,80	0,20	30,85	0,20	30,85	0,20
30	29,90	0,20	29,90	0,20	29,85	0,20

Tabela 17 – Valores de referência.

Id.	31		36		44	
	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA
110	109,90	0,20	109,90	0,20	109,90	0,20
109	109,00	0,20	109,00	0,20	109,00	0,20
104	104,00	0,20	104,00	0,20	104,00	0,20
99	99,00	0,20	99,00	0,20	99,00	0,20
94	94,00	0,20	94,00	0,20	94,00	0,20
89	89,00	0,20	89,00	0,20	89,00	0,20
84	84,00	0,20	84,00	0,20	84,00	0,20
79	79,00	0,20	79,00	0,20	79,00	0,20
74	74,00	0,20	74,00	0,20	74,00	0,20
69	69,00	0,20	69,00	0,20	69,00	0,20
64	64,00	0,20	64,00	0,20	64,00	0,20
59	59,00	0,20	58,95	0,20	58,90	0,20
54	54,00	0,20	54,00	0,20	54,00	0,20
49	49,00	0,20	49,00	0,20	48,90	0,20
44	44,00	0,20	44,00	0,20	44,00	0,20
39	39,00	0,20	39,00	0,20	39,00	0,20
34	33,95	0,20	33,90	0,20	33,90	0,20
33	32,90	0,20	32,90	0,20	32,90	0,20
32	31,90	0,20	31,90	0,20	31,90	0,20
31	30,85	0,20	30,85	0,20	30,90	0,20
30	29,90	0,20	29,85	0,20	29,90	0,20

Tabela 18 – Valores de referência.

Id.	51	
	Nível nominal, dBA	Nível medido, dBA
110	109,90	0,20
109	109,00	0,20
104	104,00	0,20
99	99,00	0,20
94	94,00	0,20
89	89,00	0,20
84	84,00	0,20
79	79,00	0,20
74	74,00	0,20
69	69,00	0,20
64	64,00	0,20
59	59,00	0,20
54	54,00	0,20
49	49,00	0,20
44	44,00	0,20
39	39,00	0,20
34	34,00	0,20
33	32,90	0,20
32	31,90	0,20
31	30,90	0,20
30	29,90	0,20

2.3.1.6 Linearidade de nível com controle de faixa

Tabela 19 – Valores de referência.

Id.	05		08		13	
	Nível nominal, dBA e faixa de nível, dB	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA	Nível medido, dBA
94 e 30-110	94,0	0,2	94,0	0,2	94,0	0,2
94 e 60-140	93,9	0,2	93,9	0,2	93,9	0,2
105 e 30-110	105,0	0,2	105,0	0,2	105,0	0,2
135 e 60-140	134,9	0,2	134,9	0,2	134,9	0,2

Tabela 20 – Valores de referência.

Id.	19		22		27	
	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA
94 e 30-110	94,0	0,2	94,0	0,2	94,0	0,2
94 e 60-140	93,9	0,2	93,9	0,2	93,9	0,2
105 e 30-110	105,0	0,2	105,0	0,2	105,0	0,2
135 e 60-140	134,9	0,2	134,9	0,2	134,9	0,2

Tabela 21 – Valores de referência.

Id.	31		36		44	
	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA
94 e 30-110	94,0	0,2	94,0	0,2	94,0	0,2
94 e 60-140	93,9	0,2	93,9	0,2	93,9	0,2
105 e 30-110	105,0	0,2	105,0	0,2	105,0	0,2
135 e 60-140	134,9	0,2	134,9	0,2	134,9	0,2

Tabela 22 – Valores de referência.

Id.	51	
	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA
94 e 30-110	94,0	0,2
94 e 60-140	93,9	0,2
105 e 30-110	105,0	0,2
135 e 60-140	134,9	0,2

2.3.1.7 Ponderação em frequência e no tempo

Tabela 23 – Valores de referência.

Id.	05		08		13	
Parâmetro medido	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA
L_{AF}	94,0	0,2	94,0	0,2	94,0	0,2
L_{AEQ}	94,0	0,2	94,0	0,2	94,0	0,2

Tabela 24 – Valores de referência.

Id.	19		22		27	
Parâmetro medido	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA
L_{AF}	94,0	0,2	94,0	0,2	94,0	0,2
L_{AEQ}	94,0	0,2	94,0	0,2	94,0	0,2

Tabela 25 – Valores de referência.

Id.	31		36		44	
Parâmetro medido	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA
L_{AF}	94,0	0,2	94,0	0,2	94,0	0,2
L_{AEQ}	94,0	0,2	94,0	0,2	94,0	0,2

Tabela 26 – Valores de referência.

Id.	51	
Parâmetro medido	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA
L_{AF}	94,0	0,2
L_{AEQ}	94,0	0,2

2.3.1.8 Resposta a pulsos tonais

Tabela 27 – Valores de referência.

Id.	05		08		13	
	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA
L _{AF} e 200	N.A.	N.A.	106,0	0,2	106,0	0,2
L _{AF} e 2	N.A.	N.A.	89,0	0,2	89,0	0,2
L _{AF} e 0,25	N.A.	N.A.	79,9	0,2	79,9	0,2
L _{AEQ} e 200	N.A.	N.A.	90,0	0,2	90,0	0,2
L _{AEQ} e 2	N.A.	N.A.	70,0	0,2	70,0	0,2
L _{AEQ} e 0,25	N.A.	N.A.	60,9	0,2	60,9	0,2

Tabela 28 – Valores de referência.

Id.	19		22		27	
	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA
L _{AF} e 200	106,0	0,2	106,0	0,2	106,0	0,2
L _{AF} e 2	89,0	0,2	88,9	0,2	89,0	0,2
L _{AF} e 0,25	79,9	0,2	79,9	0,2	79,9	0,2
L _{AEQ} e 200	90,0	0,2	90,0	0,2	90,0	0,2
L _{AEQ} e 2	70,0	0,2	70,0	0,2	70,0	0,2
L _{AEQ} e 0,25	60,8	0,2	60,8	0,2	60,8	0,2

Tabela 29 – Valores de referência.

Id.	31		36		44	
	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA
L _{AF} e 200	106,0	0,2	106,0	0,2	106,0	0,2
L _{AF} e 2	88,9	0,2	89,0	0,2	89,0	0,2
L _{AF} e 0,25	79,9	0,2	79,9	0,2	79,9	0,2
L _{AEQ} e 200	90,0	0,2	90,0	0,2	90,0	0,2
L _{AEQ} e 2	70,0	0,2	70,0	0,2	70,0	0,2
L _{AEQ} e 0,25	60,8	0,2	60,8	0,2	60,9	0,2

Tabela 30 – Valores de referência.

Id.	51	
	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA
Parâmetro medido e duração do pulso, ms		
L_{AF} e 200	106,0	0,2
L_{AF} e 2	88,9	0,2
L_{AF} e 0,25	79,9	0,2
L_{AEQ} e 200	90,0	0,2
L_{AEQ} e 2	70,0	0,2
L_{AEQ} e 0,25	60,8	0,2

2.3.1.9 Indicação de sobrecarga

Para este teste os valores de referência variaram conforme a apresentação do resultado pelo laboratório participante (nível da amplitude do sinal gerado em dB ref. 1 μ V ou nível da amplitude do sinal gerado em dB sendo que a referência foi modificada para que o nível indicado pelo gerador de sinais fosse igual ao nível indicado pelo medidor integrador de nível sonoro no momento do ajuste inicial).

Tabela 31 – Valores de referência.

Amp. = Amplitude.

Id.	05		08		13	
	Amp. do sinal gerado, dB ref. 1 μ V	Incerteza expandida, dB ref. 1 μ V	Amp. do sinal gerado, dB ref. 1 μ V	Incerteza expandida, dB ref. 1 μ V	Amp. do sinal gerado, dB*	Incerteza expandida, dB ref. 1 μ V
Positivo	N.A.	N.A.	137,2	0,2	142,2	0,2
Negativo	N.A.	N.A.	137,2	0,2	142,2	0,2

* dB sendo que a referência foi modificada para que o nível indicado pelo gerador de sinais fosse igual ao nível indicado pelo medidor integrador de nível sonoro no momento do ajuste inicial. Esse valor foi calculado usando a relação entre o nível da amplitude do sinal gerado em dB ref. 1 μ V e o nível indicado pelo medidor no momento do ajuste inicial. O laboratório de referência não fez qualquer ajuste no gerador de sinais para alterar a referência do nível.

1Tabela 32 – Valores de referência.

Id.	19		22		27	
	Amp. do sinal gerado, dB ref. 1 μ V	Incerteza expandida, dB ref. 1 μ V	Amp. do sinal gerado, dB ref. 1 μ V	Incerteza expandida, dB ref. 1 μ V	Amp. do sinal gerado, dB ref. 1 μ V	Incerteza expandida, dB ref. 1 μ V
Positivo	137,0	0,2	137,1	0,2	137,1	0,2
Negativo	137,0	0,2	137,1	0,2	137,1	0,2

Tabela 33 – Valores de referência.

Id.	31		36		44	
	Amp. do sinal gerado, dB ref. 1 μ V	Incerteza expandida, dB ref. 1 μ V	Amp. do sinal gerado, dB ref. 1 μ V	Incerteza expandida, dB ref. 1 μ V	Amp. do sinal gerado, dB ref. 1 μ V	Incerteza expandida, dB ref. 1 μ V
Positivo	137,1	0,2	137,1	0,2	137,2	0,2
Negativo	137,1	0,2	137,1	0,2	137,2	0,2

Tabela 34 – Valores de referência.

Id.	51	
	Amp. do gerador, dB ref. 1 μ V	Incerteza expandida, dB ref. 1 μ V
Positivo	137,1	0,2
Negativo	137,1	0,2

2.3.2 Medidor integrador de nível sonoro (testes baseados na norma IEC 60651) – Código 2334 da NIT-DICLA-012

Os laboratórios participantes que calibraram o medidor integrador de nível sonoro segundo a IEC 61672 e a IEC 60651 tiveram apenas os resultados da calibração segundo a IEC 61672 analisados considerando a similaridade entre as calibrações para efeitos de avaliação de desempenho dos laboratórios e a maior abrangência da calibração pela IEC 61672. Assim, para esses laboratórios, não foram calculados os valores de referência para a calibração segundo a IEC 60651. Esse procedimento foi explicitado e ratificado na reunião da CT 12, de número 13, realizada em 08 de dezembro de 2015.

Os níveis medidos no medidor integrador de nível sonoro são referenciados a 20 μ Pa.

2.3.2.1 Teste elétrico de ponderação em frequência

Tabela 35 – Valores de referência.

Id.	48		55	
	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA
63	67,7	0,2	67,7	0,2
125	77,9	0,2	77,9	0,2
250	85,3	0,2	85,4	0,2
500	90,8	0,2	90,8	0,2
1000	94,0	0,2	94,0	0,2
2000	95,2	0,2	95,2	0,2
4000	94,9	0,2	95,0	0,2
8000	92,9	0,2	92,9	0,2
16000	85,8	0,2	85,8	0,2

2.3.2.2 Linearidade de nível

Tabela 36 – Valores de referência.

Id.	48		55	
	Nível medido, dB	Incerteza expandida, dB	Nível medido, dB	Incerteza expandida, dB
140 e 60-140	139,9	0,2	139,9	0,2
139 e 60-140	138,9	0,2	138,9	0,2
134 e 60-140	133,9	0,2	133,9	0,2
129 e 60-140	128,9	0,2	128,9	0,2
124 e 60-140	123,9	0,2	123,9	0,2
119 e 60-140	118,9	0,2	118,9	0,2
114 e 60-140	113,9	0,2	113,9	0,2
109 e 60-140	108,9	0,2	108,9	0,2
104 e 30-110	103,9	0,2	103,9	0,2
99 e 30-110	99,0	0,2	99,0	0,2
94 e 30-110	94,0	0,2	94,0	0,2
89 e 30-110	89,0	0,2	89,0	0,2
84 e 30-110	84,0	0,2	84,0	0,2
79 e 30-110	79,0	0,2	79,0	0,2
74 e 30-110	74,0	0,2	74,0	0,2
69 e 30-110	69,0	0,2	69,0	0,2
64 e 30-110	64,0	0,2	64,0	0,2
59 e 30-110	59,0	0,2	59,0	0,2
54 e 30-110	54,0	0,2	54,0	0,2
49 e 30-110	49,0	0,2	49,0	0,2
44 e 30-110	44,0	0,2	44,0	0,2
39 e 30-110	39,0	0,2	39,0	0,2
34 e 30-110	34,0	0,2	34,0	0,2
33 e 30-110	33,0	0,2	33,0	0,2
32 e 30-110	32,0	0,2	32,0	0,2
31 e 30-110	31,0	0,2	31,0	0,2
30 e 30-110	30,0	0,2	30,0	0,2

2.3.2.3 Ponderação temporal

Tabela 37 – Valores de referência.

Id.	48		55	
	Nível medido, dB	Incerteza expandida, dB	Nível medido, dB	Incerteza expandida, dB
136 e 200	135,0	0,2	135,0	0,2
126 e 200	125,0	0,2	125,0	0,2
116 e 200	115,0	0,2	115,0	0,2
106 e 200	105,0	0,2	105,0	0,2

2.3.2.4 Detector RMS

Tabela 38 – Valores de referência.

Id.	48	55
Nível medido, dBA	94,0	94,0
Incerteza expandida, dBA	0,2	0,2

2.3.3 Microfone de medição – Código 2333 da NIT-DICLA-012

2.3.3.1 Sensibilidade (Sens.)

Foram aplicados o coeficiente para correção dos efeitos da temperatura ambiente e o coeficiente para correção dos efeitos da pressão estática ambiente na sensibilidade para a frequência de 250 Hz (+0,005 dB/°C e -0,021 dB/kPa) em toda a faixa de frequência porque não foram disponibilizados pelo fabricante do microfone os coeficientes para cada frequência de interesse. O efeito da umidade ambiente na sensibilidade foi considerado desprezível. Assim as sensibilidades foram corrigidas aplicando a Equação 1.

$$S_{ref} = S_{med} - [-0,021(P_{med} - P_{ref})] - [0,005(T_{med} - T_{ref})], \quad (2)$$

onde S_{ref} é a sensibilidade nas condições de referência em dB ref. 1 V/Pa, S_{med} é a sensibilidade nas condições de medição em dB ref. 1 V/Pa, P_{med} é a pressão estática nas condições de medição em kPa, P_{ref} é a pressão estática nas condições de referência em kPa, T_{med} é a temperatura nas condições de medição em °C, T_{ref} é a temperatura nas condições de referência em °C. As condições de referência são: 23 °C e 101,325 kPa. Assim, os valores abaixo são valores para as condições ambientais de referência.

Tabela 39 – Valores de referência.

Id.	02		06		15	
	Sens., dB ref. 1 V/Pa	Incerteza expandida, dB ref. 1 V/Pa	Sens., dB ref. 1 V/Pa	Incerteza expandida, dB ref. 1 V/Pa	Sens., dB ref. 1 V/Pa	Incerteza expandida, dB ref. 1 V/Pa
20	-29,34	0,15	-29,41	0,15	-29,41	0,15
25	-29,35	0,15	-29,33	0,15	-29,33	0,15
31,5	-29,39	0,15	-29,44	0,15	-29,44	0,15
40	-29,49	0,15	-29,52	0,15	-29,52	0,15
50	-29,55	0,15	-29,52	0,15	-29,52	0,15
63	-29,59	0,15	-29,61	0,15	-29,61	0,15
80	-29,65	0,15	-29,64	0,15	-29,64	0,15
100	-29,69	0,15	-29,69	0,15	-29,69	0,15
125	-29,75	0,15	-29,75	0,15	-29,75	0,15
160	-29,79	0,15	-29,76	0,15	-29,76	0,15
200	-29,77	0,15	-29,83	0,15	-29,83	0,15
250	-29,84	0,11	-29,82	0,11	-29,82	0,11
315	-29,88	0,15	-29,85	0,15	-29,85	0,15
400	-29,89	0,15	-29,89	0,15	-29,89	0,15
500	-29,91	0,15	-29,92	0,15	-29,92	0,15
630	-29,95	0,15	-29,95	0,15	-29,95	0,15
800	-29,99	0,15	-29,97	0,15	-29,97	0,15
1000	-30,03	0,16	-30,01	0,16	-30,01	0,16
1250	-30,09	0,16	-30,09	0,16	-30,09	0,16
1600	-30,17	0,16	-30,17	0,16	-30,17	0,16
2000	-30,29	0,16	-30,30	0,16	-30,30	0,16
2500	-30,47	0,16	-30,48	0,16	-30,48	0,16
3150	-30,75	0,16	-30,76	0,16	-30,76	0,16
4000	-31,15	0,16	-31,16	0,16	-31,16	0,16
5000	-31,75	0,17	-31,75	0,17	-31,75	0,17
6300	-32,59	0,19	-32,59	0,19	-32,59	0,19
8000	-33,82	0,24	-33,82	0,24	-33,82	0,24
10000	-35,90	0,23	-35,89	0,23	-35,89	0,23
12500	-38,29	0,23	-38,29	0,23	-38,29	0,23
16000	-40,83	0,36	-40,77	0,36	-40,77	0,36
20000	-45,04	0,73	-44,95	0,73	-44,95	0,73

Tabela 40 – Valores de referência.

Id.	18		21		23	
	Sens., dB ref. 1 V/Pa	Incerteza expandida, dB ref. 1 V/Pa	Sens., dB ref. 1 V/Pa	Incerteza expandida, dB ref. 1 V/Pa	Sens., dB ref. 1 V/Pa	Incerteza expandida, dB ref. 1 V/Pa
20	-29,42	0,15	-29,46	0,15	-29,31	0,15
25	-29,43	0,15	-29,47	0,15	-29,33	0,15
31,5	-29,52	0,15	-29,44	0,15	-29,49	0,15
40	-29,54	0,15	-29,60	0,15	-29,47	0,15
50	-29,55	0,15	-29,59	0,15	-29,53	0,15
63	-29,62	0,15	-29,61	0,15	-29,58	0,15
80	-29,67	0,15	-29,67	0,15	-29,63	0,15
100	-29,72	0,15	-29,74	0,15	-29,67	0,15
125	-29,77	0,15	-29,78	0,15	-29,72	0,15
160	-29,82	0,15	-29,83	0,15	-29,75	0,15
200	-29,85	0,15	-29,85	0,15	-29,75	0,15
250	-29,85	0,11	-29,89	0,11	-29,82	0,11
315	-29,89	0,15	-29,92	0,15	-29,85	0,15
400	-29,92	0,15	-29,93	0,15	-29,87	0,15
500	-29,93	0,15	-29,95	0,15	-29,90	0,15
630	-29,98	0,15	-29,99	0,15	-29,93	0,15
800	-30,02	0,15	-30,02	0,15	-29,96	0,15
1000	-30,05	0,16	-30,06	0,16	-30,02	0,16
1250	-30,10	0,16	-30,11	0,16	-30,06	0,16
1600	-30,19	0,16	-30,20	0,16	-30,14	0,16
2000	-30,31	0,16	-30,32	0,16	-30,27	0,16
2500	-30,50	0,16	-30,50	0,16	-30,45	0,16
3150	-30,77	0,16	-30,77	0,16	-30,73	0,16
4000	-31,17	0,16	-31,16	0,16	-31,12	0,16
5000	-31,76	0,17	-31,73	0,17	-31,71	0,17
6300	-32,60	0,19	-32,56	0,19	-32,55	0,19
8000	-33,82	0,24	-33,78	0,24	-33,77	0,24
10000	-35,89	0,23	-35,86	0,23	-35,86	0,23
12500	-38,33	0,23	-38,26	0,23	-38,25	0,23
16000	-40,82	0,36	-40,78	0,36	-40,76	0,36
20000	-44,89	0,73	-44,88	0,73	-44,93	0,73

Tabela 41 – Valores de referência.

Id.	30		34	
	Sens., dB ref. 1 V/Pa	Incerteza expandida, dB ref. 1 V/Pa	Sens., dB ref. 1 V/Pa	Incerteza expandida, dB ref. 1 V/Pa
20	-29,46	0,15	-29,31	0,15
25	-29,47	0,15	-29,33	0,15
31,5	-29,44	0,15	-29,49	0,15
40	-29,60	0,15	-29,47	0,15
50	-29,59	0,15	-29,53	0,15
63	-29,61	0,15	-29,58	0,15
80	-29,67	0,15	-29,63	0,15
100	-29,74	0,15	-29,67	0,15
125	-29,78	0,15	-29,72	0,15
160	-29,83	0,15	-29,75	0,15
200	-29,85	0,15	-29,75	0,15
250	-29,89	0,11	-29,82	0,11
315	-29,92	0,15	-29,85	0,15
400	-29,93	0,15	-29,87	0,15
500	-29,95	0,15	-29,90	0,15
630	-29,99	0,15	-29,93	0,15
800	-30,02	0,15	-29,96	0,15
1000	-30,06	0,16	-30,02	0,16
1250	-30,11	0,16	-30,06	0,16
1600	-30,20	0,16	-30,14	0,16
2000	-30,32	0,16	-30,27	0,16
2500	-30,50	0,16	-30,45	0,16
3150	-30,77	0,16	-30,73	0,16
4000	-31,16	0,16	-31,12	0,16
5000	-31,73	0,17	-31,71	0,17
6300	-32,56	0,19	-32,55	0,19
8000	-33,78	0,24	-33,77	0,24
10000	-35,86	0,23	-35,86	0,23
12500	-38,26	0,23	-38,25	0,23
16000	-40,78	0,36	-40,76	0,36
20000	-44,88	0,73	-44,93	0,73

2.3.4 Calibrador de nível sonoro – Código 2338 da NIT-DICLA-012

2.3.4.1 Nível de pressão sonora (NPS)

Tabela 42 – Valores de referência.

Id.	03		09		11	
	NPS medido, dB ref. 20 µPa	Incerteza expandida, dB ref. 20 µPa	NPS medido, dB ref. 20 µPa	Incerteza expandida, dB ref. 20 µPa	NPS medido, dB ref. 20 µPa	Incerteza expandida, dB ref. 20 µPa
94	94,15	0,09	94,14	0,09	94,16	0,09
114	114,12	0,09	114,12	0,09	114,12	0,09

Tabela 43 – Valores de referência.

Id.	12		25		28	
	NPS medido, dB ref. 20 µPa	Incerteza expandida, dB ref. 20 µPa	NPS medido, dB ref. 20 µPa	Incerteza expandida, dB ref. 20 µPa	NPS medido, dB ref. 20 µPa	Incerteza expandida, dB ref. 20 µPa
94	94,14	0,09	94,14	0,09	94,16	0,09
114	114,12	0,09	114,12	0,09	114,13	0,09

Tabela 44 – Valores de referência.

Id.	33		37		40	
	NPS medido, dB ref. 20 µPa	Incerteza expandida, dB ref. 20 µPa	NPS medido, dB ref. 20 µPa	Incerteza expandida, dB ref. 20 µPa	NPS medido, dB ref. 20 µPa	Incerteza expandida, dB ref. 20 µPa
94	94,14	0,09	94,15	0,09	94,16	0,09
114	114,12	0,09	114,12	0,09	114,13	0,09

2.3.4.2 Frequência (Freq.)

Tabela 45 – Valores de referência.

Id.	03		09		11	
	Freq. medida, Hz	Incerteza expandida, Hz	Freq. medida, Hz	Incerteza expandida, Hz	Freq. medida, Hz	Incerteza expandida, Hz
94	N.A.	N.A.	999,97	0,07	999,97	0,07
114	N.A.	N.A.	999,97	0,07	999,97	0,07

Tabela 46 – Valores de referência.

Id.	12		25		28	
	Freq. medida, Hz	Incerteza expandida, Hz	Freq. medida, Hz	Incerteza expandida, Hz	Freq. medida, Hz	Incerteza expandida, Hz
NPS nominal, dB ref. 20 μ Pa						
94	999,97	0,07	999,97	0,07	999,97	0,07
114	999,97	0,07	999,97	0,07	999,97	0,07

Tabela 47 – Valores de referência.

Id.	33		37		40	
	Freq. medida, Hz	Incerteza expandida, Hz	Freq. medida, Hz	Incerteza expandida, Hz	Freq. medida, Hz	Incerteza expandida, Hz
NPS nominal, dB ref. 20 μ Pa						
94	999,97	0,07	999,97	0,07	999,97	0,07
114	999,97	0,07	999,97	0,07	999,97	0,07

2.3.4.3 Distorção total (TD)

Medição solicitada apenas para fins de pesquisa, pois não há rastreabilidade metrológica nacional e nem internacional.

Tabela 48 – Valores de referência.

Id.	03		09		11	
	TD medida, %	Incerteza expandida, %	TD medida, %	Incerteza expandida, %	TD medida, %	Incerteza expandida, %
NPS nominal, dB ref. 20 μ Pa						
94	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
114	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.

Tabela 49 – Valores de referência.

Id.	12		25		28	
	TD medida, %	Incerteza expandida, %	TD medida, %	Incerteza expandida, %	TD medida, %	Incerteza expandida, %
NPS nominal, dB ref. 20 μ Pa						
94	0,32	0,13	0,39	0,13	N.A.	N.A.
114	0,37	0,13	0,46	0,13	N.A.	N.A.

Tabela 50 – Valores de referência.

Id.	33		37		40	
	<i>TD</i> medida, %	Incerteza expandida, %	<i>TD</i> medida, %	Incerteza expandida, %	<i>TD</i> medida, %	Incerteza expandida, %
NPS nominal, dB ref. 20 µPa						
94	0,32	0,13	0,31	0,13	0,35	0,13
114	0,37	0,13	0,42	0,13	0,39	0,13

2.3.4.4 Distorção harmônica total (THD)

Medição também solicitada apenas para fins de pesquisa, pois não há rastreabilidade metrológica nacional e nem internacional.

Tabela 51 – Valores de referência.

Id.	03		09		11	
	<i>THD</i> medida, %	Incerteza expandida, %	<i>THD</i> medida, %	Incerteza expandida, %	<i>THD</i> medida, %	Incerteza expandida, %
NPS nominal, dB ref. 20 µPa						
94	N.A.	N.A.	0,24	0,13	0,27	0,13
114	N.A.	N.A.	0,35	0,13	0,45	0,13

Tabela 52 – Valores de referência.

Id.	12		25		28	
	<i>THD</i> medida, %	Incerteza expandida, %	<i>THD</i> medida, %	Incerteza expandida, %	<i>THD</i> medida, %	Incerteza expandida, %
NPS nominal, dB ref. 20 µPa						
94	0,24	0,13	0,27	0,13	0,25	0,13
114	0,35	0,13	0,40	0,13	0,34	0,13

Tabela 53 – Valores de referência.

Id.	33		37		40	
	<i>THD</i> medida, %	Incerteza expandida, %	<i>THD</i> medida, %	Incerteza expandida, %	<i>THD</i> medida, %	Incerteza expandida, %
NPS nominal, dB ref. 20 µPa						
94	0,24	0,13	0,25	0,13	N.A.	N.A.
114	0,35	0,13	0,40	0,13	N.A.	N.A.

3. CRITÉRIO ESTATÍSTICO PARA AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO

Os resultados enviados por cada laboratório participante foram comparados com os respectivos valores de referência utilizando o módulo do erro normalizado, $|E_n|$, conforme Equação 2.

$$|E_n| = \frac{|V_{par} - V_{ref}|}{\sqrt{U_{par}^2 + U_{ref}^2}}, \quad (3)$$

onde V_{par} é o valor enviado pelo laboratório participante, V_{ref} é o valor de referência, U_{par} é a incerteza expandida do valor enviado pelo laboratório participante e U_{ref} é a incerteza expandida do valor de referência.

Se $|E_n| \leq 1$ o resultado do laboratório é considerado satisfatório, caso contrário é considerado insatisfatório.

4. RESULTADOS DOS PARTICIPANTES

4.1 Confidencialidade dos resultados

Os resultados dos laboratórios participantes foram tratados pela coordenação deste programa de forma confidencial. Para evitar a identificação dos resultados neste relatório, eles foram apresentados fora da ordem de participação dos laboratórios e foram atribuídos aos laboratórios números de identificação (Id.) para cada item calibrado por eles, assim, um laboratório que calibrou os três itens terá três números de identificação diferentes. Os números de identificação foram escolhidos de forma aleatória e também foram tratados de forma confidencial.

4.2 Resultados reportados pelos laboratórios participantes

Por conta da substituição do microfone após iniciado o ensaio de proficiência, os laboratórios participantes que mediram na primeira circulação dos itens foram convidados a repetir os testes acústicos da calibração do medidor integrador de nível sonoro e a calibrar o novo microfone. Durante a análise dos dados entendeu-se prudente substituir todos os testes do medidor ao invés de mesclar os testes da primeira circulação com os testes da nova circulação. Assim, para os laboratórios que calibraram em duas oportunidades o medidor, foi considerada a segunda calibração. Esses mesmos laboratórios participantes repetiram a calibração do calibrador de nível sonoro, mas por não haver justificativa técnica para repetir essa calibração e para manter a igualdade de oportunidade entre todos os laboratórios participantes não foi considerada a segunda calibração do calibrador. Essa decisão foi aprovada pelos participantes na reunião da CT 12, de número 13, realizada em 08 de dezembro de 2015.

Quando o laboratório participante não reportou resultado, as células foram preenchidas com o código N.R. que significa “não reportou”. O laboratório que não reportou a incerteza da medição foi classificado como laboratório que não reportou resultado. Quando o laboratório participante não seguiu o protocolo e o procedimento adotado leva a resultado não comparável, as células foram preenchidas com o código N.C. que significa “não comparável”.

Quando o valor reportado e sua respectiva incerteza tinham número de casas decimais diferentes, foram acrescentados tantos zeros quanto necessário de modo a ficarem com o mesmo número de casas decimais.

4.2.1 Medidor integrador de nível sonoro (testes baseados na norma IEC 61672) – Código 2334 da NIT-DICLA-012

Os níveis medidos no medidor integrador de nível sonoro são referenciados a 20 µPa.

4.2.1.1 Ruído autogerado com microfone instalado

O laboratório 19 não seguiu o protocolo, mas os resultados são comparáveis: mediu dez vezes o nível de pressão sonora ponderado em frequência pela curva A e ponderado no tempo pela curva rápido (*fast*) durante o intervalo de 60 s.

Tabela 54 – Resultados reportados pelos laboratórios.

Id.	05	08	13	19	22	27
Nível medido, dBA	24,20	18,30	17,5	17,60	17,90	19,40
Incerteza expandida, dBA	0,06	1,00	0,5	1,50	0,14	0,50

Tabela 55 – Resultados reportados pelos laboratórios.

Id.	31	36	44	51
Nível medido, dBA	22,7	53,40	18,00	N.R.
Incerteza expandida, dBA	0,1	0,20	0,70	N.R.

4.2.1.2 Ruído autogerado com dispositivo elétrico

Teste solicitado também aos laboratórios participantes que calibraram segundo a IEC 60651 para fins de pesquisa.

Tabela 56 – Resultados reportados pelos laboratórios.

Id.	05	08	13	19	22	27
Nível medido, dBA	16,40	16,90	16,9	16,00	16,10	12,80
Incerteza expandida, dBA	0,06	1,00	0,5	1,50	0,14	0,30

Tabela 57 – Resultados reportados pelos laboratórios.

Id.	31	36	44	48	51	55
Nível medido, dBA	56,3	18,70	16,10	15,50	19,30	N.R.
Incerteza expandida, dBA	0,1	0,10	1,30	0,30	0,11	N.R.

4.2.1.3 Teste acústico de ponderação em frequência

O laboratório 08 não seguiu o protocolo: mediu com um calibrador de nível sonoro multifrequência. No entanto ele solicitara, antes do início do ensaio de proficiência, ao laboratório de referência que obtivesse um valor de referência utilizando um calibrador multifrequência, o que foi feito e permitiu a comparação sem maiores discussões sobre a comparabilidade entre os resultados.

Os laboratórios 13 e 22 não seguiram o protocolo, mas o procedimento adotado leva a resultado comparável: testaram o microfone e o medidor separadamente.

Os valores abaixo não incluem correções para influência do corpo do medidor integrador de nível sonoro e do campo sonoro.

Tabela 58 – Resultados reportados pelos laboratórios.

Id.	05		08		13	
	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA
63	N.R.	N.R.	68,0	0,2	68,3	0,5
125	N.R.	N.R.	78,1	0,2	78,3	0,5
250	N.R.	N.R.	85,5	0,2	85,6	0,4
500	N.R.	N.R.	90,8	0,2	90,9	0,4
1000	N.R.	N.R.	93,9	0,2	94,0	0,4
2000	N.R.	N.R.	94,7	0,2	94,9	0,6
4000	N.R.	N.R.	93,4	0,3	93,8	0,6
8000	N.R.	N.R.	88,2	0,4	89,0	0,6
12500	N.R.	N.R.	81,1	0,5	80,8	0,8

Tabela 59 – Resultados reportados pelos laboratórios.

Id.	19		22		27	
	Frequência, Hz	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA	Nível medido, dBA
63	-25,8	0,2	68,2	0,2	68,2	0,4
125	-15,9	0,2	78,2	0,2	78,2	0,3
250	-8,5	0,2	85,6	0,2	85,6	0,3
500	-3,2	0,2	90,9	0,2	90,9	0,3
1000	0,0	0,2	94,0	0,2	94,0	0,3
2000	0,9	0,2	94,9	0,3	94,9	0,3
4000	-0,2	0,2	93,8	0,3	93,7	0,4
8000	-5,4	0,2	89,1	0,4	88,7	0,5
12500	-13,4	0,2	81,2	0,7	74,8	0,5

Tabela 60 – Resultados reportados pelos laboratórios.

Id.	31		36		44	
	Frequência, Hz	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA	Nível medido, dBA
63	68,5	0,1	0,00	0,14	68,7	0,5
125	78,1	0,1	0,00	0,14	78,4	0,4
250	85,5	0,1	0,00	0,14	85,7	0,4
500	90,8	0,1	0,00	0,14	90,9	0,3
1000	94,0	0,1	0,00	0,14	94,0	0,4
2000	94,9	0,1	-0,10	0,22	94,9	0,4
4000	93,7	0,1	-0,20	0,22	93,8	0,4
8000	88,7	0,1	-0,20	0,32	89,0	0,5
12500	80,8	0,1	-1,80	0,41	81,0	0,8

Tabela 61 – Resultados reportados pelos laboratórios.

Id.	51	
	Frequência, Hz	Nível medido, dBA
63	N.R.	N.R.
125	N.R.	N.R.
250	N.R.	N.R.
500	N.R.	N.R.
1000	N.R.	N.R.
2000	N.R.	N.R.
4000	N.R.	N.R.
8000	N.R.	N.R.
12500	N.R.	N.R.

4.2.1.4 Teste elétrico de ponderação em frequência

Tabela 62 – Resultados reportados pelos laboratórios.

Id.	05		08		13	
	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA
63	38,80	0,07	65,3	0,2	65,1	0,2
125	48,80	0,07	65,2	0,2	65,0	0,2
250	56,30	0,07	65,1	0,2	65,0	0,2
500	61,80	0,07	65,3	0,2	65,0	0,2
1000	65,00	0,07	65,0	0,2	65,0	0,2
2000	66,20	0,07	64,9	0,2	65,0	0,2
4000	66,00	0,07	65,2	0,2	65,0	0,2
8000	63,90	0,07	64,2	0,2	64,9	0,2
16000	56,70	0,07	61,9	0,2	63,4	0,2

Tabela 63 – Resultados reportados pelos laboratórios.

Id.	19		22		27	
	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA
63	65,0	0,2	65,00	0,13	38,7	0,3
125	65,0	0,2	64,90	0,13	48,9	0,3
250	64,9	0,2	64,90	0,13	56,4	0,3
500	65,0	0,2	64,90	0,13	61,8	0,3
1000	65,0	0,2	65,00	0,13	65,0	0,3
2000	65,0	0,2	65,00	0,13	66,2	0,3
4000	65,0	0,2	64,90	0,13	66,0	0,3
8000	65,0	0,2	64,90	0,13	63,9	0,3
16000	63,4	0,2	63,20	0,13	56,8	0,3

Tabela 64 – Resultados reportados pelos laboratórios.

Id.	31		36		44	
	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA
63	64,9	0,1	65,0	0,1	64,9	0,2
125	64,9	0,1	65,0	0,1	64,9	0,2
250	64,9	0,1	65,0	0,1	64,9	0,2
500	64,9	0,1	65,0	0,1	64,9	0,2
1000	65,0	0,1	65,0	0,1	65,0	0,2
2000	65,0	0,1	64,9	0,1	64,9	0,2
4000	65,0	0,1	64,8	0,1	64,9	0,2
8000	64,9	0,1	64,8	0,1	64,9	0,2
16000	63,2	0,1	63,2	0,1	63,4	0,2

Tabela 65 – Resultados reportados pelos laboratórios.

Id.	51	
	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA
63	38,8	0,2
125	48,8	0,1
250	56,3	0,1
500	61,7	0,1
1000	65,0	0,1
2000	66,2	0,1
4000	65,9	0,1
8000	63,8	0,1
16000	56,8	0,1

4.2.1.5 Linearidade de nível na faixa de referência

Tabela 66 – Resultados reportados pelos laboratórios.

Id.	05		08		13		
	Nível nominal, dBA	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA
110		109,90	0,11	Indicação de <i>overload</i>		Indicação de <i>overload</i>	
109		109,00	0,11	109,0	0,2	109,0	0,2
104		104,00	0,11	104,0	0,2	104,0	0,2
99		99,00	0,11	99,0	0,2	99,0	0,2
94		94,00	0,06	94,0	0,2	94,0	0,2
89		89,00	0,06	89,0	0,2	89,0	0,2
84		84,00	0,07	84,0	0,2	84,0	0,2
79		79,00	0,07	79,0	0,2	79,0	0,2
74		74,00	0,07	74,0	0,2	74,0	0,2
69		69,00	0,07	69,0	0,2	69,0	0,2
64		64,00	0,07	64,0	0,2	64,0	0,2
59		59,00	0,07	59,0	0,2	59,0	0,2
54		54,00	0,07	54,0	0,2	54,0	0,2
49		49,00	0,07	49,0	0,2	49,0	0,2
44		43,90	0,08	44,0	0,2	44,0	0,2
39		39,10	0,08	39,0	0,3	39,0	0,2
34		34,30	0,08	34,0	0,3	34,0	0,2
33		33,30	0,10	33,0	0,3	33,0	0,2
32		31,10	0,10	32,0	0,3	32,0	0,2
31		31,00	0,13	31,0	0,3	30,9	0,2
30		30,30	0,10	30,0	0,3	29,9	0,2

Tabela 67 – Resultados reportados pelos laboratórios.

Id.	19		22		27	
	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA
110	109,9	0,2	109,90	0,10	109,8	0,3
109	109,0	0,2	109,00	0,10	109,0	0,3
104	104,0	0,2	104,00	0,10	104,0	0,3
99	99,0	0,2	99,00	0,10	99,0	0,3
94	94,0	0,2	94,00	0,10	94,0	0,3
89	89,0	0,2	89,00	0,10	89,0	0,3
84	84,0	0,2	84,00	0,10	84,0	0,3
79	79,0	0,2	79,00	0,10	79,0	0,3
74	74,0	0,2	74,00	0,10	74,0	0,3
69	69,0	0,2	69,00	0,10	69,0	0,3
64	64,0	0,2	64,00	0,10	64,0	0,3
59	59,0	0,2	59,00	0,10	59,0	0,3
54	54,0	0,2	54,00	0,10	54,0	0,3
49	49,1	0,2	49,00	0,10	49,0	0,3
44	44,0	0,2	43,90	0,10	44,0	0,3
39	39,0	0,2	38,90	0,11	38,9	0,3
34	33,9	0,2	33,80	0,11	33,8	0,3
33	32,8	0,2	32,80	0,11	32,7	0,3
32	31,9	0,2	31,80	0,11	31,7	0,3
31	30,8	0,2	30,70	0,11	30,6	0,3
30	29,8	0,2	29,70	0,11	29,6	0,3

Tabela 68 – Resultados reportados pelos laboratórios.

Id.	31		36		44	
	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA
110	109,8	0,1	109,9	0,1	109,9	0,2
109	108,9	0,1	108,9	0,1	109,0	0,2
104	104,0	0,1	103,9	0,1	104,0	0,2
99	99,0	0,1	99,0	0,1	99,0	0,2
94	94,0	0,1	94,0	0,1	94,0	0,2
89	89,0	0,1	89,0	0,1	89,0	0,2
84	84,0	0,1	84,0	0,1	84,0	0,2
79	79,0	0,1	79,0	0,1	79,0	0,2
74	74,0	0,1	74,0	0,1	74,0	0,2
69	69,0	0,1	69,0	0,1	69,0	0,2
64	64,0	0,1	64,0	0,1	64,0	0,2
59	59,0	0,1	59,0	0,1	59,0	0,2
54	54,0	0,2	54,0	0,1	54,0	0,2
49	48,7	0,4	49,0	0,1	49,0	0,2
44	44,0	0,7	44,0	0,1	44,0	0,2
39	39,0	0,1	39,0	0,1	39,0	0,2
34	34,0	0,2	34,0	0,1	33,9	0,2
33	32,9	0,2	33,0	0,1	32,9	0,2
32	31,9	0,3	32,1	0,1	31,8	0,2
31	30,8	0,3	31,1	0,1	30,8	0,2
30	29,8	0,3	30,1	0,1	29,8	0,2

Tabela 69 – Resultados reportados pelos laboratórios.

Id.	51	
	Nível nominal, dBA	Nível medido, dBA
110	Indicação de <i>overload</i>	
109	109,0	0,2
104	104,0	0,2
99	99,0	0,2
94	94,0	0,2
89	89,0	0,2
84	84,0	0,2
79	79,0	0,2
74	74,0	0,2
69	69,0	0,2
64	64,0	0,2
59	59,0	0,2
54	53,9	0,2
49	48,9	0,2
44	43,9	0,2
39	38,9	0,2
34	33,9	0,2
33	N.R.	N.R.
32	N.R.	N.R.
31	N.R.	N.R.
30	N.R.	N.R.

4.2.1.6 Linearidade de nível com controle de faixa

Tabela 70 – Resultados reportados pelos laboratórios.

Id.	05		08		13	
	Nível nominal, dBA e faixa de nível, dB	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA	Nível medido, dBA
94 e 30-110	94,00	0,06	94,0	0,2	94,0	0,2
94 e 60-140	93,90	0,06	93,8	0,2	93,9	0,2
105 e 30-110	105,00	0,11	105,0	0,2	105,0	0,2
135 e 60-140	124,90	0,11	134,8	0,2	134,9	0,2

Tabela 71 – Resultados reportados pelos laboratórios.

Id.	19		22		27	
	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA
94 e 30-110	94,0	0,2	94,00	0,10	94,0	0,3
94 e 60-140	93,9	0,2	93,90	0,10	93,9	0,3
105 e 30-110	105,0	0,2	105,00	0,10	105,0	0,3
135 e 60-140	134,9	0,2	135,00	0,10	134,9	0,3

Tabela 72 – Resultados reportados pelos laboratórios.

Id.	31		36		44	
	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA
94 e 30-110	94,0	0,1	94,0	0,2	94,0	0,2
94 e 60-140	94,0	0,1	93,9	0,2	93,9	0,2
105 e 30-110	135,0	0,1	105,0	0,2	105,0	0,2
135 e 60-140	105,0	0,1	134,9	0,2	134,9	0,2

Tabela 73 – Resultados reportados pelos laboratórios.

Id.	51	
	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA
94 e 30-110	94,0	0,1
94 e 60-140	93,9	0,1
105 e 30-110	105,0	0,1
135 e 60-140	134,9	0,1

4.2.1.7 Ponderação em frequência e no tempo

Tabela 74 – Resultados reportados pelos laboratórios.

Id.	05		08		13	
Parâmetro medido	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA
L_{AF}	94,00	0,06	94,00	0,20	94,00	0,10
L_{AEQ}	94,00	0,06	93,90	0,20	94,00	0,10

Tabela 75 – Resultados reportados pelos laboratórios.

Id.	19		22		27	
Parâmetro medido	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA
L_{AF}	94,00	0,10	94,00	0,12	94,00	0,20
L_{AEQ}	94,00	0,10	94,00	0,12	94,00	0,20

Tabela 76 – Resultados reportados pelos laboratórios.

Id.	31		36		44	
Parâmetro medido	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA
L_{AF}	94,0	0,1	94,00	0,10	94,00	0,20
L_{AEQ}	94,0	0,1	94,00	0,10	94,00	0,20

Tabela 77 – Resultados reportados pelos laboratórios.

Id.	51	
Parâmetro medido	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA
L_{AF}	94,00	0,10
L_{AEQ}	94,00	0,10

4.2.1.8 Resposta a pulsos tonais

Tabela 78 – Resultados reportados pelos laboratórios.

Id.	05		08		13	
	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA
L _{AF} e 200	N.R.	N.R.	106,0	0,1	106,0	0,2
L _{AF} e 2	N.R.	N.R.	89,0	0,1	89,0	0,2
L _{AF} e 0,25	N.R.	N.R.	79,9	0,1	79,9	0,2
L _{AEQ} e 200	N.R.	N.R.	90,0	0,1	99,9	0,3
L _{AEQ} e 2	N.R.	N.R.	70,0	0,1	80,0	0,2
L _{AEQ} e 0,25	N.R.	N.R.	60,9	0,1	70,9	0,2

Tabela 79 – Resultados reportados pelos laboratórios.

Id.	19		22		27	
	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA
L _{AF} e 200	106,0	0,2	106,00	0,14	106,0	0,3
L _{AF} e 2	89,0	0,2	89,00	0,14	88,9	0,3
L _{AF} e 0,25	79,9	0,2	79,90	0,14	79,9	0,3
L _{AEQ} e 200	90,0	0,2	90,00	0,14	100,0	0,3
L _{AEQ} e 2	70,0	0,2	70,00	0,14	79,9	0,3
L _{AEQ} e 0,25	60,8	0,2	60,90	0,14	70,9	0,3

Tabela 80 – Resultados reportados pelos laboratórios.

Id.	31		36		44	
	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA
L _{AF} e 200	106,0	0,1	107,10	0,20	105,9	0,2
L _{AF} e 2	89,0	0,1	90,00	0,20	88,9	0,2
L _{AF} e 0,25	79,9	0,1	80,90	0,20	79,8	0,2
L _{AEQ} e 200	90,0	0,1	90,60	0,20	89,8	0,3
L _{AEQ} e 2	70,0	0,1	70,20	0,20	69,6	0,3
L _{AEQ} e 0,25	60,9	0,1	60,97	0,20	60,4	0,2

Tabela 81 – Resultados reportados pelos laboratórios.

Id.	51	
	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA
Parâmetro medido e duração do pulso, ms		
L_{AF} e 200	105,9	0,1
L_{AF} e 2	88,9	0,1
L_{AF} e 0,25	79,8	0,1
L_{AEQ} e 200	99,9	0,1
L_{AEQ} e 2	79,9	0,1
L_{AEQ} e 0,25	70,8	0,1

4.2.1.9 Indicação de sobrecarga

O laboratório 05 não reportou resultados.

Os laboratórios 08, 19, 22, 27, 31, 36, 44 e 51 não seguiram o protocolo e os procedimentos adotados levam a resultados não comparáveis:

- Os laboratórios 8, 19 e 44 reportaram o nível indicado no medidor integrador de nível sonoro.
- O laboratório 22 mediu com a curva de ponderação no tempo rápida (*fast*) e também reportou o nível indicado no medidor.
- O laboratório 27 gerou uma sequência (mais de um) de semiciclos positivos e de semiciclos negativos e também reportou o nível indicado no medidor.
- O laboratório 31 gerou uma sequência (mais de um) de semiciclos positivos e de semiciclos negativos.
- O laboratório 36 mediu com a curva de ponderação no tempo rápida (*fast*) e gerou um sinal de frequência igual a 4 Hz onde o semiciclo positivo e negativo não começavam e terminavam em zero.
- O laboratório 51 gerou uma sequência (mais de um) de semiciclos positivos e de semiciclos negativos e também reportou o nível indicado no medidor.

As informações acima foram obtidas de um questionário encaminhado aos laboratórios participantes após a circulação dos itens.

O laboratório 13 seguiu o protocolo, mas reportou o nível da amplitude do sinal gerado em dB sendo que a referência foi modificada para que o nível indicado pelo gerador de sinais fosse igual ao nível indicado pelo medidor no momento do ajuste inicial. Para a comparação foi necessário calcular o valor de referência do teste usando

a relação entre o nível da amplitude do sinal gerado em dB ref. 1 μV e o nível indicado pelo medidor no momento do ajuste inicial.

Tabela 82 – Resultados reportados pelos laboratórios.

Amp. = Amplitude.

Id.	05		08		13	
Pulso	Amp. do sinal gerado, dB ref. 1 μV	Incerteza expandida, dB ref. 1 μV	Amp. do sinal gerado, dB ref. 1 μV	Incerteza expandida, dB ref. 1 μV	Amp. do sinal gerado, dB*	Incerteza expandida, dB ref. 1 μV
Positivo	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	141,4	0,2
Negativo	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	141,4	0,2

* dB sendo que a referência foi modificada para que o nível indicado pelo gerador de sinais fosse igual ao nível indicado pelo medidor no momento do ajuste inicial.

Tabela 83 – Resultados reportados pelos laboratórios.

Id.	19		22		27	
Pulso	Amp. do sinal gerado, dB ref. 1 μV	Incerteza expandida, dB ref. 1 μV	Amp. do sinal gerado, dB ref. 1 μV	Incerteza expandida, dB ref. 1 μV	Amp. do sinal gerado, dB ref. 1 μV	Incerteza expandida, dB ref. 1 μV
Positivo	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.
Negativo	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.

Tabela 84 – Resultados reportados pelos laboratórios.

Id.	31		36		44	
Pulso	Amp. do sinal gerado, dB ref. 1 μV	Incerteza expandida, dB ref. 1 μV	Amp. do sinal gerado, dB ref. 1 μV	Incerteza expandida, dB ref. 1 μV	Amp. do sinal gerado, dB ref. 1 μV	Incerteza expandida, dB ref. 1 μV
Positivo	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.
Negativo	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.

Tabela 85 – Resultados reportados pelos laboratórios.

Id.	51	
Pulso	Amp. do gerador, dB ref. 1 μV	Incerteza expandida, dB ref. 1 μV
Positivo	N.C.	N.C.
Negativo	N.C.	N.C.

4.2.2 Medidor integrador de nível sonoro (testes baseados na norma IEC 60651) – Código 2334 da NIT-DICLA-012

Os laboratórios participantes que calibraram o medidor integrador de nível sonoro segundo a IEC 61672 e a IEC 60651 tiveram apenas os resultados da calibração segundo a IEC 61672 analisados considerando a similaridade entre as calibrações para efeitos de avaliação de desempenho dos laboratórios e a maior abrangência da calibração pela IEC 61672. Assim, para esses laboratórios, não serão apresentados os valores reportados para a calibração segundo a IEC 60651. Esse procedimento foi explicitado e ratificado na reunião da CT 12, de número 13, realizada em 08 de dezembro de 2015.

Os níveis medidos no medidor integrador de nível sonoro são referenciados a 20 μ Pa.

4.2.2.1 Teste elétrico de ponderação em frequência

Tabela 86 – Resultados reportados pelos laboratórios.

Id.	48		55	
	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA	Nível medido, dBA	Incerteza expandida, dBA
63	67,7	0,3	67,8	0,3
125	77,9	0,3	77,8	0,3
250	85,4	0,3	85,3	0,3
500	90,8	0,3	90,8	0,3
1000	94,0	0,3	94,0	0,3
2000	95,2	0,3	95,2	0,3
4000	95,0	0,3	95,0	0,3
8000	92,8	0,3	92,8	0,3
16000	85,8	0,3	85,7	0,3

4.2.2.2 Linearidade de nível

Tabela 87 – Resultados reportados pelos laboratórios.

Id.	48		55	
	Nível nominal, dBA e faixa de nível, dB	Nível medido, dB	Incerteza expandida, dB	Nível medido, dB
140 e 60-140	139,9	0,3	139,9	0,2
139 e 60-140	138,9	0,3	138,9	0,2
134 e 60-140	133,9	0,3	133,9	0,2
129 e 60-140	128,9	0,3	128,9	0,2
124 e 60-140	123,9	0,3	123,9	0,2
119 e 60-140	118,9	0,3	118,9	0,2
114 e 60-140	113,9	0,3	113,9	0,2
109 e 60-140	108,9	0,3	108,9	0,2
104 e 30-110	104,0	0,3	104,0	0,2
99 e 30-110	99,0	0,3	99,0	0,2
94 e 30-110	94,0	0,3	94,0	0,2
89 e 30-110	89,0	0,3	89,0	0,2
84 e 30-110	84,0	0,3	84,0	0,2
79 e 30-110	79,0	0,3	79,0	0,2
74 e 30-110	74,0	0,3	74,0	0,2
69 e 30-110	69,0	0,3	69,0	0,2
64 e 30-110	64,0	0,3	64,1	0,2
59 e 30-110	59,0	0,3	59,1	0,2
54 e 30-110	54,0	0,3	54,0	0,2
49 e 30-110	49,0	0,3	49,0	0,2
44 e 30-110	44,1	0,3	43,9	0,2
39 e 30-110	39,1	0,3	38,9	0,2
34 e 30-110	34,2	0,3	33,9	0,3
33 e 30-110	N.R.	N.R.	32,9	0,3
32 e 30-110	N.R.	N.R.	31,9	0,3
31 e 30-110	N.R.	N.R.	30,9	0,3
30 e 30-110	N.R.	N.R.	29,9	0,3

4.2.2.3 Ponderação temporal

Tabela 88 – Resultados reportados pelos laboratórios.

Id.	48		55	
	Nível medido, dB	Incerteza expandida, dB	Nível medido, dB	Incerteza expandida, dB
136 e 200	135,0	0,3	134,2	0,3
126 e 200	125,0	0,3	124,2	0,3
116 e 200	115,0	0,3	114,2	0,3
106 e 200	105,0	0,3	104,3	0,3

4.2.2.4 Detector RMS

Tabela 89 – Resultados reportados pelos laboratórios.

Id.	48	55
Nível medido, dBA	94	93,9
Incerteza expandida, dBA	0,3	0,2

4.2.3 Microfone de medição – Código 2333 da NIT-DICLA-012

4.2.3.1 Sensibilidade (Sens.)

Foram aplicados o coeficiente para correção dos efeitos da temperatura ambiente e o coeficiente para correção dos efeitos da pressão estática ambiente na sensibilidade para a frequência de 250 Hz em toda a faixa de frequência porque não foram disponibilizados pelo fabricante do microfone os coeficientes para cada frequência de interesse. O efeito da umidade ambiente na sensibilidade foi considerado desprezível. Assim, as sensibilidades foram corrigidas aplicando a Equação (2), ou seja, os valores abaixo são os valores reportados pelos laboratórios participantes corrigidos para as condições ambientais de referência. Os valores reportados pelos laboratórios antes da correção são apresentados no Anexo A.

O laboratório 34 reportou o resultado corrigido para as condições ambientais de referência, contrariando o protocolo. Como o laboratório informou o valor exato da correção, ela foi retirada do resultado reportado por ele e foi aplicada a correção comum a todos os laboratórios (especificada pelo fabricante e diferente da utilizada pelo laboratório 34).

Tabela 90 – Resultados reportados pelos laboratórios.

Id.	02		06		15	
	Sens., dB ref. 1 V/Pa	Incerteza expandida, dB ref. 1 V/Pa	Sens., dB ref. 1 V/Pa	Incerteza expandida, dB ref. 1 V/Pa	Sens., dB ref. 1 V/Pa	Incerteza expandida, dB ref. 1 V/Pa
20	-30,70	0,32	-29,35	0,38	-29,81	0,35
25	-30,20	0,30	-29,39	0,30	-29,57	0,30
31,5	-29,84	0,22	-29,45	0,24	-29,60	0,22
40	-29,70	0,22	-29,50	0,22	-29,60	0,20
50	-29,63	0,21	-29,55	0,21	-29,62	0,20
63	-29,63	0,21	-29,60	0,20	-29,66	0,20
80	-29,58	0,21	-29,65	0,20	-29,70	0,20
100	-29,58	0,21	-29,68	0,21	-29,74	0,20
125	-29,62	0,21	-29,73	0,19	-29,77	0,20
160	-29,61	0,21	-29,76	0,19	-29,82	0,20
200	-29,66	0,21	-29,79	0,19	-29,84	0,20
250	-29,70	0,21	-29,82	0,19	-29,88	0,20
315	-29,69	0,21	-29,85	0,19	-29,90	0,20
400	-29,73	0,21	-29,88	0,19	-29,92	0,20
500	-29,74	0,21	-29,90	0,19	-29,95	0,20
630	-29,78	0,21	-29,93	0,19	-29,98	0,20
800	-29,78	0,21	-29,97	0,19	-30,01	0,20
1000	-29,83	0,21	-30,01	0,19	-30,05	0,20
1250	-29,92	0,21	-30,08	0,19	-30,11	0,20
1600	-29,97	0,21	-30,17	0,19	-30,19	0,20
2000	-30,13	0,21	-30,31	0,19	-30,32	0,20
2500	-30,30	0,22	-30,51	0,20	-30,53	0,20
3150	-30,54	0,21	-30,80	0,20	-30,83	0,20
4000	-30,96	0,22	-31,23	0,21	-31,25	0,20
5000	-31,50	0,22	-31,85	0,23	-31,87	0,30
6300	-32,31	0,22	-32,71	0,23	-32,74	0,30
8000	-33,47	0,22	-33,93	0,24	-33,99	0,39
10000	-35,36	0,30	-35,97	0,31	-36,06	0,40
12500	-37,86	0,41	-38,37	0,38	-38,45	0,42
16000	-41,41	0,70	-40,78	0,44	-40,83	0,66
20000	-46,32	0,85	N.R.	N.R.	-44,75	1,13

Tabela 91 – Resultados reportados pelos laboratórios.

Id.	18		21		23	
	Sens., dB ref. 1 V/Pa	Incerteza expandida, dB ref. 1 V/Pa	Sens., dB ref. 1 V/Pa	Incerteza expandida, dB ref. 1 V/Pa	Sens., dB ref. 1 V/Pa	Incerteza expandida, dB ref. 1 V/Pa
20	N.R.	N.R.	-29,85	0,20	N.R.	N.R.
25	N.R.	N.R.	-29,75	0,20	-29,71	0,25
31,5	-29,68	0,22	-29,71	0,20	-29,69	0,25
40	-29,65	0,17	-29,70	0,20	-29,61	0,19
50	-29,67	0,15	-29,71	0,20	-29,56	0,19
63	-29,69	0,14	-29,73	0,20	-29,59	0,19
80	-29,72	0,14	-29,76	0,20	-29,65	0,19
100	-29,75	0,14	-29,79	0,20	-29,71	0,19
125	-29,77	0,14	-29,82	0,20	-29,74	0,19
160	-29,82	0,13	-29,86	0,20	-29,78	0,19
200	-29,85	0,14	-29,89	0,20	-29,83	0,19
250	-29,88	0,14	-29,91	0,20	-29,83	0,19
315	-29,91	0,12	-29,94	0,20	-29,85	0,19
400	-29,93	0,12	-29,96	0,20	-29,87	0,19
500	-29,96	0,13	-29,98	0,20	-29,88	0,19
630	-29,99	0,12	-30,01	0,20	-29,91	0,19
800	-30,02	0,14	-30,05	0,20	-29,94	0,19
1000	-30,06	0,12	-30,09	0,20	-30,05	0,19
1250	-30,11	0,12	-30,15	0,20	-30,04	0,19
1600	-30,20	0,12	-30,24	0,20	-30,14	0,19
2000	-30,32	0,13	-30,37	0,20	-30,24	0,19
2500	-30,52	0,12	-30,56	0,20	-30,38	0,19
3150	-30,81	0,13	-30,84	0,20	-30,63	0,19
4000	-31,22	0,14	-31,25	0,20	-30,96	0,19
5000	-31,83	0,17	-31,85	0,30	-31,43	0,25
6300	-32,77	0,19	-32,70	0,30	-32,14	0,30
8000	-34,19	0,25	-33,89	0,40	-33,06	0,35
10000	-36,15	0,22	-35,98	0,40	-35,66	0,40
12500	-38,41	0,22	-38,22	0,70	-37,67	0,45
16000	-40,62	0,38	-40,50	1,10	-37,98	0,75
20000	-44,41	0,54	-44,20	1,70	-40,14	0,95

Tabela 92 – Resultados reportados pelos laboratórios.

Id.	30		34	
	Frequência, Hz	Sens., dB ref. 1 V/Pa	Incerteza expandida, dB ref. 1 V/Pa	Sens., dB ref. 1 V/Pa
20	-29,81	0,28	-29,87	0,23
25	-29,81	0,28	-29,77	0,23
31,5	-29,81	0,28	-29,67	0,23
40	-29,81	0,28	-29,73	0,23
50	-29,81	0,28	-29,77	0,23
63	-29,86	0,26	-29,77	0,23
80	-29,86	0,26	-29,87	0,23
100	-29,86	0,26	-29,87	0,23
125	-29,91	0,28	-29,87	0,23
160	-29,86	0,26	-29,97	0,23
200	-29,91	0,28	-29,97	0,23
250	-29,91	0,28	-29,97	0,23
315	-29,91	0,28	-29,97	0,23
400	-29,91	0,28	-29,97	0,23
500	-29,91	0,28	-30,07	0,23
630	-29,91	0,28	-30,07	0,23
800	-29,91	0,28	-30,07	0,23
1000	-29,91	0,28	-30,17	0,23
1250	-29,91	0,28	-30,17	0,23
1600	-29,91	0,28	-30,27	0,24
2000	-29,91	0,28	-30,37	0,24
2500	-29,91	0,28	-30,57	0,24
3150	-29,86	0,26	-30,87	0,24
4000	-30,86	0,26	-31,37	0,24
5000	-30,81	0,26	-31,97	0,30
6300	-31,76	0,30	-32,77	0,30
8000	-33,66	0,40	-34,07	0,46
10000	-35,71	0,47	-31,93	0,47
12500	-38,01	0,47	-38,73	0,47
16000	N.R.	N.R.	-40,97	0,47
20000	N.R.	N.R.	-45,50	0,65

4.2.4 Calibrador de nível sonoro – Código 2338 da NIT-DICLA-012

4.2.4.1 Nível de pressão sonora (NPS)

O laboratório 40 reportou o resultado corrigido para as condições ambientais de referência, contrariando o protocolo. Como o laboratório informou o valor exato da correção, ela foi retirada do resultado reportado por ele. O valor reportado pelo laboratório 40 é apresentado no Anexo B.

Tabela 93 – Resultados reportados pelos laboratórios.

Id.	03		09		11	
	NPS medido, dB ref. 20 μ Pa	Incerteza expandida, dB ref. 20 μ Pa	NPS medido, dB ref. 20 μ Pa	Incerteza expandida, dB ref. 20 μ Pa	NPS medido, dB ref. 20 μ Pa	Incerteza expandida, dB ref. 20 μ Pa
94	94,00	0,09	94,09	0,11	94,08	0,15
114	114,00	0,09	114,07	0,11	114,06	0,15

Tabela 94 – Resultados reportados pelos laboratórios.

Id.	12		25		28	
	NPS medido, dB ref. 20 μ Pa	Incerteza expandida, dB ref. 20 μ Pa	NPS medido, dB ref. 20 μ Pa	Incerteza expandida, dB ref. 20 μ Pa	NPS medido, dB ref. 20 μ Pa	Incerteza expandida, dB ref. 20 μ Pa
94	94,13	0,07	94,04	0,11	94,12	0,14
114	114,11	0,07	114,01	0,11	114,08	0,14

Tabela 95 – Resultados reportados pelos laboratórios.

Id.	33		37		40	
	NPS medido, dB ref. 20 μ Pa	Incerteza expandida, dB ref. 20 μ Pa	NPS medido, dB ref. 20 μ Pa	Incerteza expandida, dB ref. 20 μ Pa	NPS medido, dB ref. 20 μ Pa	Incerteza expandida, dB ref. 20 μ Pa
94	94,12	0,09	94,06	0,11	94,13	0,18
114	114,09	0,09	114,09	0,11	114,09	0,18

4.2.4.2 Frequência (Freq.)

Tabela 96 – Resultados reportados pelos laboratórios.

Id.	03		09		11	
	Freq. medida, Hz	Incerteza expandida, Hz	Freq. medida, Hz	Incerteza expandida, Hz	Freq. medida, Hz	Incerteza expandida, Hz
94	N.R.	N.R.	1000,00	0,06	1000,0	0,3
114	N.R.	N.R.	1000,00	0,06	1000,0	0,3

Tabela 97 – Resultados reportados pelos laboratórios.

Id.	12		25		28	
	Freq. medida, Hz	Incerteza expandida, Hz	Freq. medida, Hz	Incerteza expandida, Hz	Freq. medida, Hz	Incerteza expandida, Hz
NPS nominal, dB ref. 20 μ Pa						
94	1000,0	0,1	999,97	0,12	1000,0	2,0
114	1000,0	0,1	999,98	0,12	1000,0	2,0

Tabela 98 – Resultados reportados pelos laboratórios.

Id.	33		37		40	
	Freq. medida, Hz	Incerteza expandida, Hz	Freq. medida, Hz	Incerteza expandida, Hz	Freq. medida, Hz	Incerteza expandida, Hz
NPS nominal, dB ref. 20 μ Pa						
94	999,98	0,03	1000,0	0,2	1000,04	1,00
114	999,98	0,03	1000,0	0,2	1000,04	1,00

4.2.4.3 Distorção total (TD)

Medição solicitada apenas para fins de pesquisa, pois não há rastreabilidade metrológica nacional e nem internacional.

Tabela 99 – Resultados reportados pelos laboratórios.

Id.	03		09		11	
	TD medida, %	Incerteza expandida, %	TD medida, %	Incerteza expandida, %	TD medida, %	Incerteza expandida, %
NPS nominal, dB ref. 20 μ Pa						
94	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.
114	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.

Tabela 100 – Resultados reportados pelos laboratórios.

Id.	12		25		28	
	TD medida, %	Incerteza expandida, %	TD medida, %	Incerteza expandida, %	TD medida, %	Incerteza expandida, %
NPS nominal, dB ref. 20 μ Pa						
94	0,9	0,3	0,3	0,4	N.R.	N.R.
114	0,8	0,3	0,6	0,4	N.R.	N.R.

Tabela 101 – Resultados reportados pelos laboratórios.

Id.	33		37		40	
	<i>TD</i> medida, %	Incerteza expandida, %	<i>TD</i> medida, %	Incerteza expandida, %	<i>TD</i> medida, %	Incerteza expandida, %
NPS nominal, dB ref. 20 μ Pa						
94	0,75	0,12	0,50	0,15	0,76	0,32
114	0,38	0,12	0,50	0,15	0,71	0,17

4.2.4.4 Distorção harmônica total (THD)

Medição também solicitada apenas para fins de pesquisa, pois não há rastreabilidade metrológica nacional e nem internacional.

Tabela 102 – Resultados reportados pelos laboratórios.

Id.	03		09		11	
	<i>THD</i> medida, %	Incerteza expandida, %	<i>THD</i> medida, %	Incerteza expandida, %	<i>THD</i> medida, %	Incerteza expandida, %
NPS nominal, dB ref. 20 μ Pa						
94	N.R.	N.R.	0,29	0,10	0,16	0,05
114	N.R.	N.R.	0,44	0,10	0,25	0,06

Tabela 103 – Resultados reportados pelos laboratórios.

Id.	12		25		28	
	<i>THD</i> medida, %	Incerteza expandida, %	<i>THD</i> medida, %	Incerteza expandida, %	<i>THD</i> medida, %	Incerteza expandida, %
NPS nominal, dB ref. 20 μ Pa						
94	0,3	0,2	0,3	0,4	0,30	0,01
114	0,4	0,2	0,6	0,4	0,40	0,01

Tabela 104 – Resultados reportados pelos laboratórios.

Id.	33		37		40	
	<i>THD</i> medida, %	Incerteza expandida, %	<i>THD</i> medida, %	Incerteza expandida, %	<i>THD</i> medida, %	Incerteza expandida, %
NPS nominal, dB ref. 20 μ Pa						
94	0,27	0,12	0,30	0,12	N.R.	N.R.
114	0,40	0,12	0,50	0,12	N.R.	N.R.

5. AVALIAÇÃO ESTATÍSTICA DO DESEMPENHO DOS PARTICIPANTES

5.1 Critério estatístico

Foi calculado o módulo do erro normalizado, $|E_n|$, conforme item 3. $|E_n| \leq 1$ significa resultado satisfatório, $|E_n| > 1$, resultado insatisfatório.

Quando o laboratório não reportou resultado ou quando o laboratório não seguiu o protocolo e o procedimento adotado leva a resultado não comparável não foi calculado o $|E_n|$ sendo as células preenchidas com o código N.A. que significa “não se aplica”.

5.2. Cálculo do desempenho dos participantes

5.2.1 Medidor integrador de nível sonoro (testes baseados na norma IEC 61672) – Código 2334 da NIT-DICLA-012

5.2.1.1 Ruído autogerado com microfone instalado

Tabela 105 – Módulo do erro normalizado.

Id.	05	08	13	19	22	27
$ E_n $	3,25	0,27	0,10	0,04	0,10	0,82

Tabela 106 – Módulo do erro normalizado.

Id.	31	36	44	51
$ E_n $	2,50	17,76	0,14	N.A.

5.2.1.2 Ruído autogerado com dispositivo elétrico

Teste solicitado também aos laboratórios participantes que calibraram segundo a IEC 60651 para fins de pesquisa.

Tabela 107 – Módulo do erro normalizado.

Id.	05	08	13	19	22	27
$ E_n $	0,96	0,29	0,56	0,40	2,05	10,54

Tabela 108 – Módulo do erro normalizado.

Id.	31	36	44	48	51	55
$ E_n $	177,54	9,39	0,38	3,05	11,83	N.A.

5.2.1.3 Teste acústico de ponderação em frequência

Como o protocolo estabelecia um ajuste inicial do sistema de geração de sinais para a leitura do nível de 94 dBA na frequência de 1000 Hz no medidor integrador de nível sonoro, não faz sentido o cálculo do módulo do erro normalizado para essa frequência. Por esse motivo a respectiva célula não foi preenchida.

Tabela 109 – Módulo do erro normalizado.

Id.	05	08	13	19	22	27
Frequência, Hz	$ E_n $	$ E_n $	$ E_n $	$ E_n $	$ E_n $	$ E_n $
63	N.A.	0,00	0,39	1,18	1,03	0,67
125	N.A.	0,35	0,06	0,53	0,19	0,28
250	N.A.	0,21	0,04	0,35	0,04	0,00
500	N.A.	0,21	0,00	0,32	0,04	0,00
1000	-	-	-	-	-	-
2000	N.A.	0,35	0,05	0,00	0,00	0,00
4000	N.A.	0,90	0,00	0,14	0,03	0,22
8000	N.A.	1,65	0,16	0,92	0,32	0,40
12500	N.A.	1,11	0,06	0,20	0,68	10,12

Tabela 110 – Módulo do erro normalizado.

Id.	31	36	44	51
Frequência, Hz	$ E_n $	$ E_n $	$ E_n $	$ E_n $
63	0,04	104,45	0,31	N.A.
125	0,69	64,31	0,52	N.A.
250	0,40	34,41	0,37	N.A.
500	0,40	12,70	0,09	N.A.
1000	-	-	-	-
2000	0,00	3,36	0,00	N.A.
4000	0,40	0,00	0,01	N.A.
8000	0,76	11,10	0,42	N.A.
12500	0,37	22,64	0,23	N.A.

5.2.1.4 Teste elétrico de ponderação em frequência

Como o protocolo estabelecia um ajuste inicial do sistema de geração de sinais para a leitura do nível de 65 dBA na frequência de 1000 Hz no medidor integrador de nível sonoro, não faz sentido o cálculo do módulo do erro normalizado para essa frequência. Por esse motivo a respectiva célula não foi preenchida.

Tabela 111 – Módulo do erro normalizado.

Id.	05	08	13	19	22	27
Frequência, Hz	$ E_n $	$ E_n $	$ E_n $	$ E_n $	$ E_n $	$ E_n $
63	123,57	1,12	0,41	0,06	0,00	72,94
125	76,45	0,71	0,00	0,00	0,42	44,65
250	40,90	0,47	0,12	0,24	0,32	23,81
500	15,10	1,06	0,00	0,06	0,32	8,88
1000	-	-	-	-	-	-
2000	5,66	0,35	0,00	0,00	0,00	3,33
4000	5,19	1,06	0,35	0,18	0,23	3,00
8000	4,96	2,65	0,18	0,06	0,42	3,00
16000	31,62	5,30	0,00	0,00	0,84	18,31

Tabela 112 – Módulo do erro normalizado.

Id.	31	36	44	51
Frequência, Hz	$ E_n $	$ E_n $	$ E_n $	$ E_n $
63	0,45	0,00	0,24	92,63
125	0,45	0,00	0,35	72,45
250	0,35	0,07	0,12	38,80
500	0,35	0,00	0,35	14,65
1000	-	-	-	-
2000	0,00	0,45	0,35	5,37
4000	0,20	0,52	0,00	4,25
8000	0,45	0,82	0,00	5,37
16000	0,89	0,89	0,00	29,52

5.2.1.5 Linearidade de nível na faixa de referência

Como o protocolo estabelecia um ajuste inicial do sistema de geração de sinais para a leitura do nível de 94 dBA na frequência de 8000 Hz no medidor integrador de nível sonoro, não faz sentido o cálculo do módulo do erro normalizado para esse nível nominal. Por esse motivo a respectiva célula não foi preenchida.

Tabela 113 – Módulo do erro normalizado.

Id.	05	08	13	19	22	27
Nível nominal, dBA	$ E_n $	$ E_n $	$ E_n $	$ E_n $	$ E_n $	$ E_n $
110	0,00	N.A.	N.A.	0,00	0,00	0,28
109	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
104	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
99	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
94	-	-	-	-	-	-
89	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
84	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
79	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
69	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
59	0,24	0,18	0,18	0,18	0,00	0,14
54	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
49	0,24	0,18	0,18	0,35	0,00	0,00
44	0,46	0,00	0,00	0,00	0,45	0,00
39	0,46	0,00	0,00	0,00	0,44	0,28
34	1,86	0,28	0,35	0,00	0,66	0,28
33	1,79	0,28	0,35	0,35	0,44	0,55
32	3,58	0,28	0,35	0,00	0,44	0,55
31	0,42	0,28	0,00	0,00	0,66	0,69
30	2,01	0,42	0,18	0,35	0,88	0,69

Tabela 114 – Módulo do erro normalizado.

Id.	31	36	44	51
Nível nominal, dBA	$ E_n $	$ E_n $	$ E_n $	$ E_n $
110	0,45	0,00	0,00	N.A.
109	0,45	0,45	0,00	0,00
104	0,00	0,45	0,00	0,00
99	0,00	0,00	0,00	0,00
94	-	-	-	-
89	0,00	0,00	0,00	0,00
84	0,00	0,00	0,00	0,00
79	0,00	0,00	0,00	0,00
74	0,00	0,00	0,00	0,00
69	0,00	0,00	0,00	0,00
64	0,00	0,00	0,00	0,00
59	0,00	0,22	0,35	0,00
54	0,00	0,00	0,00	0,35
49	0,67	0,00	0,35	0,35
44	0,00	0,00	0,00	0,35
39	0,00	0,00	0,00	0,35
34	0,18	0,45	0,00	0,35
33	0,00	0,45	0,00	N.A.
32	0,00	0,89	0,35	N.A.
31	0,14	1,12	0,35	N.A.
30	0,28	1,12	0,35	N.A.

5.2.1.6 Linearidade de nível com controle de faixa

Como o protocolo estabelecia um ajuste inicial do sistema de geração de sinais para a leitura do nível de 94 dBA na faixa de nível de 30-110 dB no medidor integrador de nível sonoro, não faz sentido o cálculo do módulo do erro normalizado para esse nível nominal / faixa de nível. Por esse motivo a respectiva célula não foi preenchida.

Tabela 115 – Módulo do erro normalizado.

Id.	05	08	13	19	22	27
Nível nominal, dBA e faixa de nível, dB	$ E_n $	$ E_n $	$ E_n $	$ E_n $	$ E_n $	$ E_n $
94 e 30-110	-	-	-	-	-	-
94 e 60-140	0,00	0,35	0,00	0,00	0,00	0,00
105 e 30-110	0,00	0,00	0,00	0,00	0,45	0,00
135 e 60-140	43,81	0,35	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabela 116 – Módulo do erro normalizado.

Id.	31	36	44	51
Nível nominal, dBA e faixa de nível, dB	$ E_n $	$ E_n $	$ E_n $	$ E_n $
94 e 30-110	-	-	-	-
94 e 60-140	0,45	0,00	0,00	0,00
105 e 30-110	134,16	0,00	0,00	0,00
135 e 60-140	133,72	0,00	0,00	0,00

5.2.1.7 Ponderação em frequência e no tempo

Como o protocolo estabelecia um ajuste inicial do sistema de geração de sinais para a leitura do nível de 94 dBA com a ponderação temporal rápida (*fast*) no medidor integrador de nível sonoro, não faz sentido o cálculo do módulo do erro normalizado para esse parâmetro medido. Por esse motivo a respectiva célula não foi preenchida.

Tabela 117 – Módulo do erro normalizado.

Id.	05	08	13	19	22	27
Parâmetro medido						
L_{AF}	-	-	-	-	-	-
L_{AEQ}	0,00	0,35	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabela 118 – Módulo do erro normalizado.

Id.	31	36	44	51
Parâmetro medido	$ E_n $	$ E_n $	$ E_n $	$ E_n $
L_{AF}	-	-	-	-
L_{AEQ}	0,00	0,00	0,00	0,00

5.2.1.8 Resposta a pulsos tonais

Tabela 119 – Módulo do erro normalizado.

Id.	05	08	13	19	22	27
Parâmetro medido e duração do pulso, ms	$ E_n $	$ E_n $	$ E_n $	$ E_n $	$ E_n $	$ E_n $
L_{AF} e 200	N.A.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
L_{AF} e 2	N.A.	0,22	0,18	0,18	0,41	0,14
L_{AF} e 0,25	N.A.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
L_{AEQ} e 200	N.A.	0,00	27,46	0,00	0,00	27,74
L_{AEQ} e 2	N.A.	0,00	35,36	0,00	0,00	27,46
L_{AEQ} e 0,25	N.A.	0,22	35,53	0,00	0,41	28,01

Tabela 120 – Módulo do erro normalizado.

Id.	31	36	44	51
Parâmetro medido e duração do pulso, ms	$ E_n $	$ E_n $	$ E_n $	$ E_n $
L_{AF} e 200	0,00	3,89	0,35	0,45
L_{AF} e 2	0,45	3,71	0,35	0,00
L_{AF} e 0,25	0,00	3,54	0,35	0,45
L_{AEQ} e 200	0,00	2,12	0,55	44,27
L_{AEQ} e 2	0,00	0,71	1,11	44,27
L_{AEQ} e 0,25	0,45	0,59	1,77	44,72

5.2.1.9 Indicação de sobrecarga

Tabela 121 – Módulo do erro normalizado.

Id.	05	08	13	19	22	27
Pulso	$ E_n $	$ E_n $	$ E_n $	$ E_n $	$ E_n $	$ E_n $
Positivo	N.A.	N.A.	2,65	N.A.	N.A.	N.A.
Negativo	N.A.	N.A.	2,65	N.A.	N.A.	N.A.

Tabela 122 – Módulo do erro normalizado.

Id.	31	36	44	51
Pulso	$ E_n $	$ E_n $	$ E_n $	$ E_n $
Positivo	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
Negativo	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.

5.2.2 Medidor integrador de nível sonoro (testes baseados na norma IEC 60651) – Código 2334 da NIT-DICLA-012

5.2.2.1 Teste elétrico de ponderação em frequência

Como o protocolo estabelecia um ajuste inicial do sistema de geração de sinais para a leitura do nível de 94 dBA na frequência de 1000 Hz no medidor integrador de nível sonoro, não faz sentido o cálculo do módulo do erro normalizado para essa frequência. Por esse motivo a respectiva célula não foi preenchida.

Tabela 123 – Módulo do erro normalizado.

Id.	48	55
Frequência, Hz	E_n	E_n
63	0,09	0,23
125	0,00	0,28
250	0,23	0,14
500	0,00	0,05
1000	-	-
2000	0,00	0,00
4000	0,18	0,05
8000	0,23	0,28
16000	0,00	0,28

5.2.2.2 Linearidade de nível

Como o protocolo estabelecia um ajuste inicial do sistema de geração de sinais para a leitura do nível de 94 dBA na frequência de 1000 Hz no medidor integrador de nível sonoro, não faz sentido o cálculo do módulo do erro normalizado para esse nível nominal. Por esse motivo a respectiva célula não foi preenchida.

Tabela 124 – Módulo do erro normalizado.

Id.	48	55
Nível nominal, dBA e faixa de nível, dB	 E_n 	 E_n
140 e 60-140	0,00	0,00
139 e 60-140	0,00	0,00
134 e 60-140	0,00	0,00
129 e 60-140	0,00	0,00
124 e 60-140	0,00	0,00
119 e 60-140	0,00	0,00
114 e 60-140	0,00	0,00
109 e 60-140	0,00	0,00
104 e 30-110	0,28	0,35
99 e 30-110	0,00	0,00
94 e 30-110	-	-
89 e 30-110	0,00	0,00
84 e 30-110	0,00	0,00
79 e 30-110	0,14	0,00
74 e 30-110	0,00	0,00
69 e 30-110	0,00	0,00
64 e 30-110	0,14	0,35
59 e 30-110	0,14	0,35
54 e 30-110	0,00	0,00
49 e 30-110	0,00	0,00
44 e 30-110	0,42	0,35
39 e 30-110	0,42	0,35
34 e 30-110	0,69	0,28
33 e 30-110	N.A.	0,28
32 e 30-110	N.A.	0,28
31 e 30-110	N.A.	0,28
30 e 30-110	N.A.	0,14

5.2.2.3 Ponderação temporal

Tabela 125 – Módulo do erro normalizado.

Id.	48	55
Amplitude do pulso, dB e duração do pulso, ms	E_n	E_n
136 e 200	0,00	2,22
126 e 200	0,00	2,22
116 e 200	0,00	2,22
106 e 200	0,00	1,94

5.2.2.4 Detector RMS

Tabela 126 – Módulo do erro normalizado.

Id.	48	55
E_n	0,00	0,18

5.2.3 Microfone de medição – Código 2333 da NIT-DICLA-012

5.2.3.1 Sensibilidade (Sens.)

Tabela 127 – Módulo do erro normalizado.

Id.	02	06	15	18	21	23
Frequência, Hz	$ E_n $	$ E_n $	$ E_n $	$ E_n $	$ E_n $	$ E_n $
20	3,87	0,13	1,06	N.A.	1,55	N.A.
25	2,53	0,18	0,71	N.A.	1,12	1,31
31,5	1,69	0,07	0,63	0,61	1,06	0,70
40	0,77	0,04	0,35	0,51	0,38	0,59
50	0,32	0,12	0,41	0,56	0,48	0,12
63	0,13	0,01	0,22	0,35	0,47	0,08
80	0,26	0,05	0,25	0,23	0,35	0,06
100	0,43	0,01	0,23	0,18	0,19	0,17
125	0,50	0,07	0,09	0,02	0,12	0,09
160	0,70	0,01	0,25	0,01	0,09	0,13
200	0,44	0,16	0,04	0,00	0,16	0,35
250	0,59	0,00	0,26	0,17	0,07	0,09
315	0,72	0,02	0,21	0,13	0,05	0,03
400	0,63	0,02	0,14	0,07	0,12	0,01
500	0,65	0,07	0,13	0,14	0,10	0,07
630	0,68	0,06	0,14	0,01	0,05	0,07
800	0,80	0,03	0,19	0,03	0,12	0,09
1000	0,75	0,02	0,17	0,09	0,11	0,14
1250	0,62	0,02	0,09	0,04	0,14	0,09
1600	0,74	0,01	0,09	0,08	0,14	0,01
2000	0,62	0,06	0,10	0,04	0,18	0,10
2500	0,65	0,14	0,22	0,12	0,23	0,29
3150	0,81	0,18	0,30	0,16	0,27	0,40
4000	0,70	0,29	0,37	0,23	0,32	0,66
5000	0,90	0,37	0,36	0,26	0,33	0,94
6300	0,97	0,42	0,43	0,66	0,38	1,15
8000	1,06	0,34	0,38	1,06	0,23	1,66
10000	1,41	0,22	0,38	0,84	0,25	0,43
12500	0,90	0,18	0,34	0,27	0,07	1,14
16000	0,73	0,03	0,09	0,38	0,25	3,34
20000	1,15	N.A.	0,15	0,54	0,37	3,99

Tabela 128 – Módulo do erro normalizado.

Id.	30	34
Frequência, Hz	$ E_n $	$ E_n $
20	1,12	2,03
25	1,10	1,59
31,5	1,18	0,65
40	0,67	0,97
50	0,72	0,84
63	0,85	0,69
80	0,65	0,85
100	0,42	0,73
125	0,41	0,53
160	0,10	0,80
200	0,22	0,78
250	0,08	0,59
315	0,03	0,44
400	0,04	0,35
500	0,11	0,62
630	0,25	0,49
800	0,32	0,38
1000	0,44	0,54
1250	0,61	0,38
1600	0,89	0,43
2000	1,26	0,34
2500	1,80	0,39
3150	2,96	0,48
4000	0,98	0,84
5000	2,95	0,74
6300	2,24	0,61
8000	0,25	0,57
10000	0,28	7,51
12500	0,48	0,93
16000	N.A.	0,35
20000	N.A.	0,59

5.2.4 Calibrador de nível sonoro – Código 2338 da NIT-DICLA-012

5.2.4.1 Nível de pressão sonora (NPS)

Tabela 129 – Módulo do erro normalizado.

Id.	03	09	11	12	25	28
NPS nominal, dB ref. 20 µPa	$ E_n $	$ E_n $	$ E_n $	$ E_n $	$ E_n $	$ E_n $
94	1,16	0,38	0,43	0,12	0,72	0,25
114	0,94	0,38	0,37	0,13	0,79	0,30

Tabela 130 – Módulo do erro normalizado.

Id.	33	37	40
NPS nominal, dB ref. 20 µPa	$ E_n $	$ E_n $	$ E_n $
94	0,18	0,62	0,18
114	0,27	0,21	0,22

5.2.4.2 Frequência (Freq.)

Tabela 131 – Módulo do erro normalizado.

Id.	03	09	11	12	25	28
NPS nominal, dB ref. 20 µPa	$ E_n $	$ E_n $	$ E_n $	$ E_n $	$ E_n $	$ E_n $
94	N.A.	0,31	0,09	0,24	0,02	0,01
114	N.A.	0,32	0,09	0,24	0,10	0,01

Tabela 132 – Módulo do erro normalizado.

Id.	33	37	40
NPS nominal, dB ref. 20 µPa	$ E_n $	$ E_n $	$ E_n $
94	0,12	0,14	0,07
114	0,12	0,14	0,07

5.2.4.3 Distorção total (TD)

Medição solicitada apenas para fins de pesquisa, pois não há rastreabilidade metrológica nacional e nem internacional.

Tabela 133 – Módulo do erro normalizado.

Id.	03	09	11	12	25	28
NPS nominal, dB ref. 20 µPa	$ E_n $	$ E_n $	$ E_n $	$ E_n $	$ E_n $	$ E_n $
94	N.A.	N.A.	N.A.	1,78	0,21	N.A.
114	N.A.	N.A.	N.A.	1,30	0,32	N.A.

Tabela 134 – Módulo do erro normalizado.

Id.	33	37	40
NPS nominal, dB ref. 20 µPa	$ E_n $	$ E_n $	$ E_n $
94	2,45	0,94	1,20
114	0,03	0,39	1,49

5.2.4.4 Distorção harmônica total (THD)

Medição também solicitada apenas para fins de pesquisa, pois não há rastreabilidade metrológica nacional e nem internacional.

Tabela 135 – Módulo do erro normalizado.

Id.	03	09	11	12	25	28
NPS nominal, dB ref. 20 µPa	$ E_n $	$ E_n $	$ E_n $	$ E_n $	$ E_n $	$ E_n $
94	N.A.	0,28	0,79	0,24	0,08	0,35
114	N.A.	0,57	1,41	0,23	0,48	0,49

Tabela 136 – Módulo do erro normalizado.

Id.	33	37	40
NPS nominal, dB ref. 20 µPa	$ E_n $	$ E_n $	$ E_n $
94	0,15	0,26	N.A.
114	0,31	0,55	N.A.

6. COMENTÁRIOS

6.1 Pontos que podem auxiliar os laboratórios a tomar ações corretivas apropriadas

A NIE-Cgcre-045, “Operação dos Comitês Técnicos de Assessoramento à Cgcre na Acreditação de Organismos de Avaliação da Conformidade”, indica a necessidade de comentar o desempenho dos laboratórios participantes identificando pontos que possam auxiliar os laboratórios a tomar ações corretivas apropriadas. A coordenação deste ensaio de proficiência não teve acesso aos procedimentos técnicos e a instrumentação de cada laboratório, se restringindo a comentários baseado apenas nos resultados reportados e informações prestadas pelos laboratórios. Desse modo, ao longo deste relatório foram descritas importantes situações identificadas que impactaram e/ou precisaram ser consideradas na avaliação de desempenho, destacando, principalmente, o não cumprimento do protocolo por parte de alguns participantes. Além dos comentários ao longo do relatório são identificados abaixo pontos que podem auxiliar os laboratórios a tomar ações corretivas apropriadas. Pelos motivos expostos, a investigação de cada laboratório para as causas de resultados considerados insatisfatórios não deve se limitar aos comentários desse relatório.

Como recomendação geral, os laboratórios que obtiveram resultados considerados insatisfatórios podem começar sua investigação verificando se, de fato, seguiram o protocolo conferindo, por exemplo, sinais de excitação, configurações e ajustes iniciais. Outros comentários e recomendações específicos são descritos a seguir. Os laboratórios participantes e aos avaliadores da Cgcre devem analisar criticamente as considerações apresentadas e sua aplicação.

6.1.1 Medidor integrador de nível sonoro (testes baseados na norma IEC 61672) – Código 2334 da NIT-DICLA-012

Na avaliação do desempenho dos laboratórios participantes do ensaio de proficiência na calibração de medidores integradores de nível sonoro segundo a IEC 61672, foram identificados laboratórios que não reportaram resultados. Como se entende que há uma obrigatoriedade de que os laboratórios sejam capazes de realizar os testes solicitados, os laboratórios acreditados para este serviço que não enviaram os resultados devem apresentar justificativas à Cgcre.

6.1.1.1 Ruído autogerado com microfone instalado

Sessenta por cento dos participantes obtiveram resultados considerados satisfatórios.

Para os laboratórios que obtiveram resultados considerados insatisfatórios convém investigar: a influência do ruído de fundo no resultado da medição e a estimativa da incerteza expandida. A propósito, para alguns laboratórios que obtiveram resultados considerados satisfatórios também convém repensar a estimativa da incerteza que, aparentemente, está bastante otimista se considerarmos a existência de uma contribuição correspondente à influência do ruído de fundo.

6.1.1.2 Ruído autogerado com dispositivo elétrico

Na análise deste teste foi desconsiderada a participação do laboratório que não reportou resultado, pois, a participação dele era facultativa (para fins de pesquisa) uma vez que teve seus resultados analisados segundo a IEC 60651. Assim, quarenta e cinco por cento dos participantes obtiveram resultados considerados satisfatórios.

Até o momento da elaboração deste relatório, não foi identificado ponto que possa auxiliar os laboratórios a tomar ações corretivas apropriadas.

6.1.1.3 Teste acústico de ponderação em frequência

Apenas trinta por cento dos participantes obtiveram resultados considerados satisfatórios em todas as frequências medidas.

Para o laboratório que obteve resultado considerado insatisfatório e mediu com um calibrador de nível sonoro multifrequência convêm investigar se está sendo considerado o nível de pressão sonora gerado pelo calibrador em cada frequência. Para os demais laboratórios, até o momento da elaboração deste relatório, não foi identificado ponto que possa auxiliar os laboratórios a tomar ações corretivas apropriadas.

6.1.1.4 Teste elétrico de ponderação em frequência

Sessenta por cento dos participantes obtiveram resultados considerados satisfatórios em todas as frequências medidas.

Aparentemente alguns dos laboratórios que obtiveram resultados considerados insatisfatórios mantiverem a amplitude do gerador de sinais constante ao variar a frequência, diferente do que orienta a IEC 61672-3.

6.1.1.5 Linearidade de nível na faixa de referência

Cinquenta por cento dos participantes obtiveram resultados considerados satisfatórios em todos os níveis medidos.

Para os laboratórios que não conseguiram medir para o nível nominal de 110 dBA, convêm investigar se o valor da capacitância do dispositivo elétrico que substituiu o microfone é semelhante ao valor da capacitância do microfone. Para os demais laboratórios, até o momento da elaboração deste relatório, não foi identificado ponto que possa auxiliar os laboratórios a tomar ações corretivas apropriadas.

6.1.1.6 Linearidade de nível com controle de faixa

Oitenta por cento dos participantes obtiveram resultados considerados satisfatórios.

Aparentemente os laboratórios que obtiveram resultados considerados insatisfatórios cometeram um engano na digitação dos valores.

6.1.1.7 Ponderação em frequência e no tempo

Todos os participantes obtiveram resultados considerados satisfatórios.

6.1.1.8 Resposta a pulsos tonais

Apenas quarenta por cento dos participantes obtiveram resultados considerados satisfatórios.

Para os laboratórios que obtiveram resultados considerados insatisfatórios para o parâmetro L_{AEQ} convêm investigar se foi gerado um pulso único no intervalo de tempo de medição de 10 s.

6.1.1.9 Indicação de sobrecarga

Nenhum dos participantes obteve resultados considerados satisfatórios.

A maioria dos laboratórios não seguiu o protocolo. Para o único laboratório que seguiu o protocolo, convêm investigar se o valor da capacitância do dispositivo elétrico que substituiu o microfone é semelhante ao valor da capacitância do microfone e se as influências externas que não podem ser controladas foram consideradas no cálculo da incerteza de medição.

6.1.2 Medidor integrador de nível sonoro (testes baseados na norma IEC 60651) – Código 2334 da NIT-DICLA-012

6.1.2.1 Teste elétrico de ponderação em frequência

Todos os participantes obtiveram resultados considerados satisfatórios em todas as frequências.

6.1.2.2 Linearidade de nível

Cinquenta por cento dos participantes obtiveram resultados considerados satisfatórios para todos os níveis, os outros cinquenta por cento obtiveram resultados considerados satisfatórios para os resultados reportados sendo que só reportaram resultados para parte dos níveis.

6.1.2.3 Ponderação temporal

Cinquenta por cento dos participantes obtiveram resultados considerados satisfatórios para todas as amplitudes.

Até o momento da elaboração deste relatório, não foi identificado ponto que possa auxiliar os laboratórios a tomar ações corretivas apropriadas.

6.1.2.4 Detector RMS

Todos os participantes obtiveram resultados considerados satisfatórios.

6.1.3 Microfone de medição – Código 2333 da NIT-DICLA-012

Apenas doze por cento dos participantes obtiveram resultados considerados satisfatórios.

Para os laboratórios que obtiveram resultados considerados insatisfatórios nas baixas frequências convém investigar se, da resposta em frequência do conjunto microfone – pré-amplificador obtida com o atuador eletrostático, está sendo retirada a resposta em frequência do pré-amplificador de modo a se obter a resposta em frequência do microfone. A resposta em frequência do pré-amplificador cai nas baixas frequências e essa queda depende da carga capacitiva conectada de modo que, é importante determinar a resposta em frequência do pré-amplificador para uma carga capacitiva igual à do microfone ou muito próxima, para depois retirá-la da resposta do conjunto. Alternativamente, pode-se incrementar a incerteza nessa faixa de frequências. Também convém investigar se não há a influência de um filtro passa-alta. Para os que obtiveram resultados considerados insatisfatórios nas altas frequências convém investigar se não há a influência de um filtro-passa baixa. Há ainda algumas desconfianças de que alguns laboratórios cometeram engano na digitação dos valores.

6.1.4 Calibrador de nível sonoro – Código 2338 da NIT-DICLA-012

Na avaliação do desempenho dos laboratórios participantes do ensaio de proficiência na calibração de calibradores de nível sonoro, foram identificados laboratórios que não reportaram resultados para a frequência. Como se entende que há uma obrigatoriedade de que os laboratórios sejam capazes de medir esse parâmetro, os laboratórios acreditados para este serviço que não enviaram os resultados devem apresentar justificativas à Cgcre.

6.1.4.1 Nível de pressão sonora (NPS)

Oitenta e nove por cento dos participantes obtiveram resultados considerados satisfatórios.

Até o momento da elaboração deste relatório, não foi identificado ponto que possa auxiliar o laboratório a tomar ações corretivas apropriadas.

6.1.4.2 Frequência (Freq.)

Oitenta e nove por cento dos participantes obtiveram resultados considerados satisfatórios.

Até o momento da elaboração deste relatório, não foi identificado ponto que possa auxiliar o laboratório a tomar ações corretivas apropriadas.

6.1.4.3 Distorção total (TD)

Dos laboratórios participantes, cinquenta e seis por cento se propuseram a medir a distorção total. Desses, quarenta por cento obtiveram resultados considerados satisfatórios. Esta medição foi solicitada apenas para fins de pesquisa, pois não há rastreabilidade metrológica nacional e nem internacional.

Para os laboratórios que obtiveram resultados insatisfatórios, convém verificar a faixa de frequências em que foi medida a distorção total. A edição de 2003 da IEC 60942 sugere a faixa de 22,5 a 20000 Hz. Convém ainda investigar se o sistema de medição não está introduzindo algum ruído, elétrico ou mecânico (vibração).

6.1.4.4 Distorção harmônica total (THD)

Dos laboratórios participantes, setenta e oito por cento se propuseram a medir a distorção harmônica total. Desses, oitenta e cinco obtiveram resultados considerados satisfatórios. Esta medição foi solicitada apenas para fins de pesquisa, pois não há rastreabilidade metrológica nacional e nem internacional.

Para o laboratório que obteve resultado insatisfatório, convém verificar a faixa de frequências em que foi medida a distorção harmônica total. Para esse laboratório e para alguns que obtiveram resultados satisfatórios, convém repensar a estimativa da incerteza que, aparentemente, está bastante otimista.

6.2 Análise dos certificados de calibração fornecidos pelos laboratórios participantes

Após análise dos certificados de calibração fornecidos pelos laboratórios participantes foram identificados alguns pontos que merecem atenção por parte dos laboratórios e avaliadores da Cgcre. O resultado dessa análise é apresentado no Anexo C.

6.3 Política de participação em atividade de ensaios de proficiência da Divisão de Acreditação de Laboratórios (Dicla)

Conforme requerido pela política de participação em atividades de ensaios de proficiência da Dicla, os laboratórios que obtiveram resultados insatisfatórios para as calibrações para as quais são acreditados devem evidenciar ao seu Gestor de Acreditação a implementação de ações corretivas de acordo com o estabelecido no Regulamento de Acreditação da Dicla.

Os requisitos relacionados à participação obrigatória em atividades de EP organizadas ou selecionadas pela Cgcre e ao tratamento de resultados insatisfatórios nessas atividades estão na NIT-DICLA-026.

De acordo com a edição do regulamento de acreditação (NIT-DICLA-031) vigente na emissão deste relatório, o prazo para apresentar as evidências de ações corretivas para resultados insatisfatórios em atividades de EP obrigatórios é de até noventa dias a partir da data de recebimento do resultado, ou seja, a partir da data de recebimento do relatório final aprovado.

6.4 Alteração da equipe de coordenação do ensaio de proficiência

O pesquisador Fabio B. Paduin fez parte da equipe de coordenação deste ensaio de proficiência até outubro de 2015 quando foi substituído pelo técnico Eduardo B. Pinto. Depois disso não teve mais acesso aos dados e não respondeu mais pela equipe. A equipe agradece a colaboração do pesquisador.

6.5 Minuta do relatório

A minuta deste relatório foi circulada para comentários entre os participantes desse ensaio de proficiência com o objetivo de identificar eventuais incorreções ou necessidades de complementação. Todos os comentários foram analisados pela coordenação desse EP e foi decidido pela emissão do relatório final sem a necessidade de circular uma nova versão da minuta para comentários. No Anexo D são apresentadas algumas informações extraídas dos comentários que a coordenação julgou pertinente fazer parte deste relatório pela importância para os avaliadores da Cgcre.

/ANEXO A

Anexo A – Valores de sensibilidade do microfone capacitivo nas condições ambientais de medição reportados pelos laboratórios participantes

O laboratório 34 reportou o resultado já corrigido para as condições ambientais de referência, contrariando o protocolo. Além disso, a correção utilizada pelo laboratório é diferente da especificada pelo fabricante. Os resultados abaixo são exatamente os valores reportados pelos laboratórios.

Tabela A1 – Resultados reportados pelos laboratórios.

Id.	02		06		15	
	Sens., dB ref. 1 V/Pa	Incerteza expandida, dB ref. 1 V/Pa	Sens., dB ref. 1 V/Pa	Incerteza expandida, dB ref. 1 V/Pa	Sens., dB ref. 1 V/Pa	Incerteza expandida, dB ref. 1 V/Pa
20	-30,70	0,32	-29,19	0,38	-29,66	0,35
25	-30,20	0,30	-29,23	0,30	-29,42	0,30
31,5	-29,84	0,22	-29,29	0,24	-29,45	0,22
40	-29,70	0,22	-29,34	0,22	-29,45	0,20
50	-29,63	0,21	-29,39	0,21	-29,47	0,20
63	-29,62	0,21	-29,44	0,20	-29,51	0,20
80	-29,58	0,21	-29,49	0,20	-29,55	0,20
100	-29,58	0,21	-29,52	0,21	-29,59	0,20
125	-29,62	0,21	-29,57	0,19	-29,62	0,20
160	-29,61	0,21	-29,60	0,19	-29,67	0,20
200	-29,66	0,21	-29,63	0,19	-29,69	0,20
250	-29,70	0,21	-29,66	0,19	-29,73	0,20
315	-29,69	0,21	-29,69	0,19	-29,75	0,20
400	-29,73	0,21	-29,72	0,19	-29,77	0,20
500	-29,74	0,21	-29,74	0,19	-29,80	0,20
630	-29,77	0,21	-29,77	0,19	-29,83	0,20
800	-29,78	0,21	-29,81	0,19	-29,86	0,20
1000	-29,83	0,21	-29,85	0,19	-29,90	0,20
1250	-29,92	0,21	-29,92	0,19	-29,96	0,20
1600	-29,97	0,21	-30,01	0,19	-30,04	0,20
2000	-30,13	0,21	-30,15	0,19	-30,17	0,20
2500	-30,30	0,22	-30,35	0,20	-30,38	0,20
3150	-30,54	0,21	-30,64	0,20	-30,68	0,20
4000	-30,96	0,22	-31,07	0,21	-31,10	0,20
5000	-31,50	0,22	-31,69	0,23	-31,72	0,30
6300	-32,30	0,22	-32,55	0,23	-32,59	0,30
8000	-33,47	0,22	-33,77	0,24	-33,84	0,39
10000	-35,36	0,30	-35,81	0,31	-35,91	0,40
12500	-37,86	0,41	-38,21	0,38	-38,30	0,42
16000	-41,41	0,70	-40,62	0,44	-40,68	0,66
20000	-46,32	0,85	N.R.	N.R.	-44,60	1,13
Temp.	23,3 °C		22,2 °C		22,9 °C	
Pressão est.	1013,3 mbar		933,1 mbar		939,9 mbar	

Tabela A2 – Resultados reportados pelos laboratórios.

Id.	18		21		23	
	Sens., dB ref. 1 V/Pa	Incerteza expandida, dB ref. 1 V/Pa	Sens., dB ref. 1 V/Pa	Incerteza expandida, dB ref. 1 V/Pa	Sens., dB ref. 1 V/Pa	Incerteza expandida, dB ref. 1 V/Pa
20	N.R.	N.R.	-29,69	0,2	N.R.	N.R.
25	N.R.	N.R.	-29,59	0,2	-29,54	0,25
31,5	-29,69	0,22	-29,55	0,2	-29,52	0,25
40	-29,66	0,17	-29,54	0,2	-29,43	0,19
50	-29,68	0,15	-29,55	0,2	-29,39	0,19
63	-29,70	0,14	-29,57	0,2	-29,42	0,19
80	-29,72	0,14	-29,60	0,2	-29,47	0,19
100	-29,76	0,14	-29,63	0,2	-29,53	0,19
125	-29,77	0,14	-29,66	0,2	-29,56	0,19
160	-29,82	0,13	-29,70	0,2	-29,60	0,19
200	-29,86	0,14	-29,73	0,2	-29,66	0,19
250	-29,89	0,14	-29,75	0,2	-29,66	0,19
315	-29,92	0,12	-29,78	0,2	-29,68	0,19
400	-29,93	0,12	-29,80	0,2	-29,69	0,19
500	-29,97	0,13	-29,82	0,2	-29,70	0,19
630	-29,99	0,12	-29,85	0,2	-29,74	0,19
800	-30,03	0,14	-29,89	0,2	-29,77	0,19
1000	-30,07	0,12	-29,93	0,2	-29,88	0,19
1250	-30,12	0,12	-29,99	0,2	-29,86	0,19
1600	-30,21	0,12	-30,08	0,2	-29,96	0,19
2000	-30,33	0,13	-30,21	0,2	-30,07	0,19
2500	-30,53	0,12	-30,40	0,2	-30,20	0,19
3150	-30,81	0,13	-30,68	0,2	-30,45	0,19
4000	-31,23	0,14	-31,09	0,2	-30,79	0,19
5000	-31,83	0,17	-31,69	0,3	-31,25	0,25
6300	-32,78	0,19	-32,54	0,3	-31,96	0,30
8000	-34,20	0,25	-33,73	0,4	-32,89	0,35
10000	-36,16	0,22	-35,82	0,4	-35,49	0,40
12500	-38,42	0,22	-38,06	0,7	-37,49	0,45
16000	-40,63	0,38	-40,34	1,1	-37,80	0,75
20000	-44,41	0,54	-44,04	1,7	-39,96	0,95
Temp.	23,7 °C		24,4 °C		24 °C	
Pressão est.	1017,4 mbar		942,5 mbar		932 mbar	

Tabela A3 – Resultados reportados pelos laboratórios.

Id.	30		34	
	Frequência, Hz	Sens., dB ref. 1 V/Pa	Incerteza expandida, dB ref. 1 V/Pa	Sens., dB ref. 1 V/Pa
20	-29,66	0,28	-29,12	0,23
25	-29,66	0,28	-29,02	0,23
31,5	-29,66	0,28	-28,92	0,23
40	-29,66	0,28	-28,99	0,23
50	-29,66	0,28	-29,02	0,23
63	-29,71	0,26	-29,02	0,23
80	-29,71	0,26	-29,12	0,23
100	-29,71	0,26	-29,12	0,23
125	-29,76	0,28	-29,12	0,23
160	-29,71	0,26	-29,22	0,23
200	-29,76	0,28	-29,22	0,23
250	-29,76	0,28	-29,22	0,23
315	-29,76	0,28	-29,22	0,23
400	-29,76	0,28	-29,22	0,23
500	-29,76	0,28	-29,32	0,23
630	-29,76	0,28	-29,32	0,23
800	-29,76	0,28	-29,32	0,23
1000	-29,76	0,28	-29,42	0,23
1250	-29,76	0,28	-29,42	0,23
1600	-29,76	0,28	-29,52	0,24
2000	-29,76	0,28	-29,62	0,24
2500	-29,76	0,28	-29,82	0,24
3150	-29,71	0,26	-30,12	0,24
4000	-30,71	0,26	-30,62	0,24
5000	-30,66	0,26	-31,22	0,30
6300	-31,61	0,30	-32,02	0,30
8000	-33,51	0,40	-33,32	0,46
10000	-35,56	0,47	-31,57	0,47
12500	-37,86	0,47	-37,99	0,47
16000	N.R.	N.R.	-40,22	0,47
20000	N.R.	N.R.	-44,75	0,65
Temp.	23 °C		22,50 °C	
Pressão est.	940 mbar		930,00 mbar	

/ANEXO B

Anexo B – Valor do nível de pressão sonora do calibrador de nível sonoro nas condições ambientais de referência reportado pelo laboratório participante 40

O laboratório 40 reportou o resultado corrigido para as condições ambientais de referência, contrariando o protocolo. O resultado abaixo é exatamente o valor reportado pelo laboratório.

Tabela B1 – Resultados reportados pelo laboratório.

Id.	40	
NPS nominal, dB ref. 20 µPa	NPS medido, dB ref. 20 µPa	Incerteza expandida, dB ref. 20 µPa
94	94,13	0,18
114	114,09	0,18

/ANEXO C

Anexo C – Resultado da análise dos certificados de calibração fornecidos pelos laboratórios participantes

C1. Calibrador de nível sonoro – Código 2338 da NIT-DICLA-012

- Relato da incerteza expandida com mais casas decimais que o valor medido.
- Relato do valor medido com mais casas decimais que a incerteza expandida.
- Relato da distorção harmônica total (*THD*) em certificado de calibração com símbolo de acreditação pela Cgcre.
- Relato da distorção total (*TD*) em certificado de calibração com símbolo de acreditação pela Cgcre.
- Declaração de que as medições de distorções (*THD* e *TD*) foram avaliadas pela Cgcre.
- Declaração de medição de *THD* segundo a edição de 2003 da norma IEC 60942.
- Declaração de medição de *TD* segundo a edição de 1988 da norma IEC 60942.

C2. Microfone de medição – Código 2333 da NIT-DICLA-012

- Relato de incerteza expandida da determinação da resposta em frequência com o atuador eletrostático igual a zero.
- Declaração de uso de sistema atuador eletrostático de 1”.
- Declaração de calibração segundo a norma IEC 61094:1988.

C3. Medidor integrador de nível sonoro (testes baseados na norma IEC 61672) – Código 2334 da NIT-DICLA-012

- Relato da incerteza expandida com mais casas decimais que o valor medido.
- Declaração de calibração de “decibelímetro”.
- Relato do fabricante, do modelo e do número de série diferentes dos respectivos do item calibrado.
- Declaração de uso de sistema atuador eletrostático de 1”.

C4. Medidor integrador de nível sonoro (testes baseados na norma IEC 60651) – Código 2334 da NIT-DICLA-012

- Relato da incerteza expandida com mais casas decimais que o valor medido.

/ANEXO D

Anexo D – Informações relevantes extraídas dos comentários à minuta deste relatório

D1. Informação 1

Com relação à calibração do medidor integrador de nível sonoro (testes baseados na norma IEC 61672) cujo serviço corresponde ao de código 2338 da NIT-DICLA-012, o laboratório 13 declarou, após a circulação da minuta deste relatório, que, para o teste de resposta a pulsos tonais, seguiu procedimento diferente do laboratório de referência e que o procedimento adotado leva a resultados também diferentes. O laboratório 13 utilizou, para o parâmetro L_{AEQ} , pulsos tonais repetidos a cada 1 s no intervalo de tempo de medição de 10 s.

Como o laboratório só informou que adotou procedimento diferente após a circulação da minuta do relatório, não foi alterada a informação no corpo deste relatório.

D2. Informação 2

Com relação à calibração do microfone de medição cujo serviço corresponde ao de código 2333 da NIT-DICLA-012, o laboratório 34 declarou, após a circulação da minuta deste relatório, que, para a frequência de 10000 Hz, houve um erro de digitação no certificado fornecido pelo laboratório. O laboratório 34 digitou o nível de sensibilidade de -31,57 dB enquanto o valor correto seria -35,12 dB.

Como o laboratório só informou o erro de digitação no seu certificado após a circulação da minuta e como não há evidências do erro de digitação (tanto a planilha de resultados quanto o certificado de calibração apresentam o mesmo valor), não foi alterada a informação no corpo deste relatório e não foi calculado o novo módulo do erro normalizado.

D3. Informação 3

Com relação à calibração do medidor integrador de nível sonoro (testes baseados na norma IEC 61672) cujo serviço corresponde ao de código 2338 da NIT-DICLA-012, o laboratório 31 declarou, após a circulação da minuta deste relatório, que, para o teste de ruído autogerado com microfone instalado, houve um erro de digitação na planilha de resultados fornecida pelo laboratório, porém foi digitado corretamente o certificado de calibração. O laboratório 31 digitou o nível de ruído de 22,7 dB enquanto o valor correto seria 56,3 dB.

Como o laboratório só informou o erro de digitação na planilha de resultados após a circulação da minuta, a informação não foi alterada no corpo deste relatório, mas como há evidências do erro de digitação (a planilha de resultados está diferente do certificado de calibração e o certificado confere com o valor declarado correto), foi calculado o novo módulo do erro normalizado: onde se lê $|E_n| = 2,50$ leia-se $|E_n| = 19,28$.

D4. Informação 4

Com relação à calibração do medidor integrador de nível sonoro (testes baseados na norma IEC 61672) cujo serviço corresponde ao de código 2338 da NIT-DICLA-012, o laboratório 31 declarou, após a circulação da minuta deste relatório, que, para o teste de ruído autogerado com dispositivo elétrico, houve um erro de digitação na planilha de resultados fornecida pelo laboratório, porém foi digitado corretamente o certificado de calibração. O laboratório 31 digitou o nível de ruído de 56,3 dB enquanto o valor correto seria 22,7 dB.

Como o laboratório só informou o erro de digitação na planilha de resultados após a circulação da minuta, a informação não foi alterada no corpo deste relatório, mas como há evidências do erro de digitação (a planilha de resultados está diferente do certificado de calibração e o certificado confere com o valor declarado correto), foi calculado o novo módulo do erro normalizado: onde se lê $|E_n| = 177,54$ leia-se $|E_n| = 27,28$.

D5. Informação 5

Com relação à calibração do medidor integrador de nível sonoro (testes baseados na norma IEC 61672) cujo serviço corresponde ao de código 2338 da NIT-DICLA-012, o laboratório 31 declarou, após a circulação da minuta deste relatório, que, para o teste de linearidade de nível com controle de faixa, houve um erro de digitação na planilha de resultados fornecida pelo laboratório, porém foi digitado corretamente o certificado de calibração. O laboratório 31 digitou, para o nível nominal de 105 dB, o nível de 135,0 dB enquanto o valor correto seria 105,0 dB e digitou, para o nível nominal de 135 dB, o nível de 105,0 dB enquanto o valor correto seria 135,0 dB.

Como o laboratório só informou o erro de digitação na planilha de resultados após a circulação da minuta, a informação não foi alterada no corpo deste relatório, mas como há evidências do erro de digitação (a planilha de resultados está diferente do certificado de calibração e o certificado confere com os valores declarados corretos), foram calculados os novos módulos dos erros normalizados: para o nível nominal de 105 dB, onde se lê $|E_n| = 134,16$ leia-se $|E_n| = 0,00$ e, para o nível nominal de 135 dB, onde se lê $|E_n| = 133,72$ leia-se $|E_n| = 0,45$.

D6. Informação 6

Com relação à calibração do medidor integrador de nível sonoro (testes baseados na norma IEC 61672) cujo serviço corresponde ao de código 2338 da NIT-DICLA-012, para o teste de linearidade de nível na faixa de referência, é possível que a diferença entre uma medida numérica do limite superior de linearidade e uma indicação de *overload* seja menor que a soma das incertezas expandidas.

FIM DO RELATÓRIO