



Acústica e vibrações – 15 anos de ensaios de Comparação Interlaboratorial

Jorge Fradique¹, Fátima Inglês²

¹Instituto Português da Qualidade, Caparica, Portugal
jfradique@ipq.pt

²Sociedade Portuguesa de Acústica, Lisboa, Portugal
fatima.ingles@gmail.com

Resumo

Os primeiros laboratórios de acústica acreditados surgiram em Portugal a partir de 1990/1991, na altura ainda de acordo com a norma NP EN 45001:1990, a qual foi posteriormente substituída pela norma NP EN ISO/IEC 17025:2000, atualizada em 2005 para a edição atualmente em vigor.

Em 1999, por iniciativa dos autores, alguns laboratórios de acústica e vibrações acreditados decidiram levar a efeito uma primeira tentativa de ensaio de Comparação Interlaboratorial, ainda que de forma um pouco empírica e sem a participação de uma entidade independente, mas que permitiu uma primeira abordagem nacional a este tipo de ensaios, no domínio da acústica.

A maior exigência introduzida pela norma NP EN ISO/IEC 17025:2000, originou a necessidade de participação em ensaios de Comparação Interlaboratorial, como forma de demonstrar a validade dos resultados dos ensaios realizados pelos laboratórios. Assim, contando com a participação da Relacre, como entidade independente capaz de organizar a participação dos laboratórios e de assegurar o tratamento estatístico dos resultados de forma imparcial, foi organizado em 2003 o primeiro ensaio de Comparação Interlaboratorial no domínio da acústica, realizado em Portugal.

A partir daqui, seguiu-se uma colaboração continuada, ao longo de mais de 10 anos, entre a Relacre e os autores, contando por várias vezes com a colaboração de outros técnicos da área, como participantes da comissão técnica.

O presente artigo apresenta uma resenha dos Ensaios de Aptidão realizados ao longo destes anos, analisando vários aspetos da evolução ocorrida, quer do ponto de vista dos laboratórios participantes quer dos resultados obtidos.

Palavras-chave: acústica, vibrações, ensaios, interlaboratoriais, aptidão.

Abstract

The first accredited acoustic laboratories emerged in Portugal in 1991. In 1999, by initiative of the authors, some accredited acoustics laboratories carried out a first interlaboratory comparison, which albeit a bit empirical and without the participation of an independent body, allowed a first national approach to this type of testing in the field of acoustics.

The introduction of the EN ISO/IEC 17025 standard, led to the need for laboratories to participate in interlaboratory comparisons as a way to demonstrate the validity of their results. Thus, with the participation of RELACRE as an independent body, 2003 saw the first interlaboratory comparison in the field of acoustics held in Portugal.

This was the beginning of a continued collaboration for over more than 10 years between RELACRE and the authors, on several occasions with the collaboration of other experts in the field.

Keywords: acoustics, vibrations, tests, interlaboratory, proficiency.

PACS no. 43.15.+s

1 Introdução

A participação em Ensaios de Comparação Interlaboratorial (ECI) ou no sentido mais restrito, nos Ensaios de Aptidão é um requisito técnico a cumprir para os Laboratórios de Ensaios Acreditados de acordo com a NP EN ISO/IEC 17025 [1]. A participação regular dos laboratórios em ECIs/Ensaios de Aptidão, permite evidenciar a sua competência técnica perante os organismos de acreditação e perante os próprios Clientes. Por outro lado, a avaliação do desempenho permite aos laboratórios corrigir ou melhorar os próprios procedimentos e técnicas de ensaio, através da comparação com valores de referência ou, com valores resultantes de um grande conjunto de outros laboratórios semelhantes.

2 Histórico

O primeiro Ensaio de Comparação Interlaboratorial realizou-se em 1999 de uma forma um pouco empírica sem a participação de uma entidade independente mas com um objectivo de comparar os resultados obtidos por um grupo de laboratórios, os laboratórios de Acústica das Direções Regionais do Ministério de Economia de Lisboa e Vale do Tejo, do Norte e do Alentejo e o Laboratório de Acústica e de Vibrações do Arsenal do Alfeite. O ensaio escolhido foi o ensaio de potência sonora e realizou-se nas instalações do Arsenal do Alfeite.

A partir de 2003 os ECI foram promovidos por uma entidade independente, a RELACRE, Associação de Laboratórios Acreditados de Portugal, de modo a assegurar o tratamento estatístico dos resultados de forma imparcial e tendo como participantes na comissão técnica os autores e outros técnicos da área da acústica.

Tabela 1 - Histórico de ECI de Acústica e de Vibrações

	Ruído Ambiente Incomodidade	Ruído Ambiente Ld	Acústica de Edifícios	Ruído Laboral	Vibrações Mão-braço	Vibrações Corpo inteiro	Potência Sonora
2003	●						
2004			●				
2005							
2006				●		●	
2007	●				●		●
2008							
2009			●				
2010		●					
2011				●	●		
2012			●				
2013	●						
2014				●	●	●	



Figura 1 – Imagens do primeiro ECI em 1999

2.1 Ano 2003

Em 2003 realizou-se o ensaio de comparação interlaboratorial de Acústica Ambiente, “Avaliação do grau de incomodidade provocada por uma fonte sonora” e foi realizado nas instalações da Direção Regional do Norte do Ministério da Economia tendo contado com a participação de 24 Laboratórios. Para o estabelecimento da metodologia de trabalho, determinação dos valores de referência e erros máximos face ao valor de referência foi constituída uma comissão técnica que integrou elementos das seguintes instituições: LNEC; Direção Regional do Norte do Ministério da Economia; Arsenal do Alfeite e Direção Regional de Lisboa e Vale do Tejo do Ministério da Economia.

Foram utilizadas duas salas adjacentes, onde na primeira (designada por sala emissora) foi colocada uma fonte sonora, enquanto na segunda (sala recetora) foram realizadas as medições. A fonte sonora produzia um ruído estacionário com uma componente tonal na banda de terço de oitava centrada na frequência de 2000 Hz. Pretendeu-se simular um ruído particular produzido por uma fonte com um período de funcionamento compreendido no período diurno.

2.2 Ano 2004

Em 2004 realizou-se um ensaio de comparação interlaboratorial de Acústica de edifícios, “Avaliação do Isolamento sonoro a sons aéreos e de percussão”. Foi realizado nas instalações do Laboratório Nacional de Engenharia Civil tendo contado com a participação de 15 Laboratórios. A Comissão Técnica, constituída por elementos do LNEC, Arsenal do Alfeite e das Direções Regionais do Ministério da Economia do Norte, de Lisboa e Vale do Tejo e do Algarve estabeleceu a metodologia de trabalho e determinou os valores de referência.

A comparação interlaboratorial consistiu na medição do isolamento sonoro a sons de condução aérea de uma parede divisória entre dois quartos adjacentes e na medição do nível médio de percussão normalizado de um pavimento localizado no piso sobrejacente ao quarto recetor.

2.3 Ano 2006

Em 2006 foram realizados dois ECIs, de vibrações no sistema corpo inteiro onde participaram 18 laboratórios, sendo 3 acreditados e de ruído laboral onde participaram 49 laboratórios, dos quais 36 eram acreditados. Ambos os ensaios foram realizados no Arsenal do Alfeite.

2.3.1 Vibrações – Sistema Corpo inteiro

O objectivo do ensaio era a determinação da exposição de trabalhadores às vibrações através da medição de vibrações transmitidas ao corpo inteiro. A avaliação da exposição às vibrações durante o trabalho é realizada de acordo com o Decreto-Lei 46/2006. Considerou-se como posto de trabalho o condutor de um empilhador num percurso previamente definido no interior de um Armazém.



Figura 2 – Condutor de um empilhador no Armazém

2.3.2 Ruído Laboral

O objectivo do ensaio era a Determinação da exposição pessoal diária de um trabalhador ao ruído laboral. A avaliação da exposição ao ruído durante o trabalho é realizada de acordo com o Decreto-Lei 182/2006. Os postos de trabalho considerados para o ensaio de ruído laboral foram o torno mecânico, a decapagem e vibrações em máquinas.



Figura 3 – Postos de trabalho (Torno mecânico – Decapagem – Vibrações em máquinas)

2.4 Ano 2007

Neste ano realizaram-se três Ensaio de Comparação Interlaboratorial, o ensaio de potência sonora circulando um extrator por 9 laboratórios participantes, dos quais 6 eram acreditados; o ensaio de ruído ambiente - critério de incomodidade realizado nas instalações da ADAI com a participação de 67 laboratórios, dos quais 34 eram acreditados e o ensaio de vibrações - sistema mão-braço nas instalações do Arsenal do Alfeite com participação de 18 laboratórios, dos quais 9 eram acreditados.

2.4.1 Potência sonora

Cada laboratório devia medir os níveis de pressão sonora em quatro pontos numa superfície hemisférica e determinar o nível de potência sonora de acordo com a EN ISO 3746.

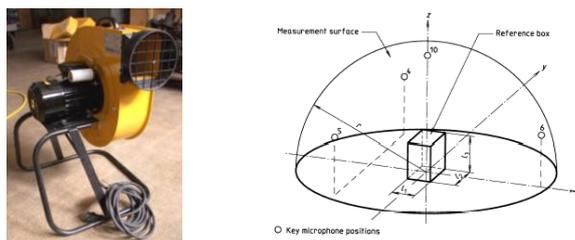


Figura 4 – Extrator e a superfície hemisférica

2.4.2 Ensaio de ruído ambiente – critério de incomodidade

Foram utilizadas 2 salas adjacentes, onde na primeira foi colocada a fonte sonora e na segunda sala foram realizadas as medições.

Cada laboratório caracterizou o ruído estacionário produzido por uma fonte, dispondo para esse efeito de 30 minutos para caracterizar o LAeq do ruído ambiente, medido na presença do ruído particular e 30 minutos para caracterizar o ruído residual.



Figura 5 – Sala recetora e a “fonte”

A fonte composta por um amplificador, um leitor de CD e duas colunas de altifalantes permitiu a reprodução de um CD, previamente gravado e disponibilizado pela Comissão Técnica. A fonte foi monitorizada durante a realização do ECI.

2.4.3 Vibrações no sistema mão-braço

Este ECI consistiu na determinação dos níveis de exposição de um trabalhador às vibrações, através da medição de vibrações transmitidas ao sistema mão - braço. A avaliação da exposição às vibrações durante o trabalho é realizada de acordo com o Decreto-Lei 46/2006. Consideram-se dois postos de trabalho: serra de recortes e a lixadeira elétrica.



Figura 6 – Postos de trabalho (Serra de recortes – Lixadeira elétrica)

2.5 Ano 2009

O ECI realizado nas instalações da Direção Regional da Economia de Lisboa e Vale do Tejo consistiu na medição “in situ” do isolamento sonoro a sons aéreos de fachadas, do isolamento a sons aéreos entre compartimentos e do isolamento a sons de percussão de pavimentos e na determinação dos respetivos índices de isolamento sonoro por um grupo de Laboratórios, de acordo com o previsto na normalização aplicável, nomeadamente, as normas da série ISO 140 e ISO 717. Foram utilizadas duas salas adjacentes na vertical, para os ensaios de isolamento a sons aéreos e de percussão, sendo a fachada exterior de uma destas utilizada para o ensaio de isolamento a sons de fachada. Participaram neste ECI 53 laboratórios.



Figura 7 – Sala recetora e fachada

2.6 Ano 2010

Em 2010 realizou-se o ensaio de ruído ambiente, determinação de Ld na ADAI - Associação para o Desenvolvimento da Aerodinâmica Industrial, em Coimbra, onde participaram 117 laboratório, dos quais 49 eram acreditados. Cada Laboratório devia caracterizar o parâmetro Ld do ruído ambiente. O ruído ambiente é o que resulta do conjunto de fontes existentes na envolvente próxima do edifício, que se pode considerar, essencialmente, rodoviário. O ECI foi realizado de acordo com as normas ISO 1996-1:2003 e ISO 1996-2:2007, e considerando também a “Circular clientes n.º 2/2007 IPAC”. A comissão técnica formada por elementos das seguintes instituições: Direções Regionais do Norte e de Lisboa e Vale do Tejo do Ministério da Economia; Arsenal do Alfeite e a ADAI, utilizou um sistema de monitorização contínua instalada no local.



Figura 8 – Local onde se realizaram as medições

2.7 Ano 2011

Em 2011 realizaram-se dois ECIs, de ruído laboral e de vibrações no sistema mão-braço, onde participaram 23 laboratórios

2.7.1 Ruído laboral

Neste ECI analisaram-se dois postos de trabalho: Serrote mecânico e Empilhador



Figura 7 – Postos de trabalho: serrote mecânico e empilhador

2.7.2 Vibrações, no sistema mão–braço

As medições realizaram-se em dois postos de trabalho em análise, tupia e o empilhador.



Figura 8 – Empilhador e tupia

2.8 Ano 2012

O ECI realizado nas instalações da Direção Regional da Economia de Lisboa e Vale do Tejo consistiu na medição “in situ” do isolamento sonoro a sons aéreos de fachadas, do isolamento a sons aéreos entre compartimentos e do isolamento a sons de percussão de pavimentos e na determinação dos respetivos índices de isolamento sonoro por um grupo de Laboratórios, de acordo com o previsto na normalização aplicável, nomeadamente, as normas da série ISO 140 e ISO 717. Foram utilizadas duas salas adjacentes, para os ensaios de isolamento a sons aéreos e de percussão, sendo a fachada exterior de uma destas utilizada para o ensaio de isolamento a sons de fachada. Participaram neste ECI 79 laboratórios, sendo 65 acreditados.

2.9 Ano 2013

Neste ano realizou-se nas instalações da ADAI – Associação para o Desenvolvimento da Aerodinâmica Industrial, em Coimbra, o Ensaio de Aptidão de Ruído Ambiente – Incomodidade Sonora com a participação de 87 Laboratórios, dos quais 77 eram acreditados. Consistiu na medição dos níveis de pressão sonora de uma fonte de ruído – critério da incomodidade, de acordo com as normas NP ISO 1996 parte 1 e parte 2 e seguindo o “Guia prático para medições de ruído ambiente - no contexto do Regulamento Geral do Ruído tendo em conta a NP ISO 1996” da APA, e o anexo I do DL 9/2007. Neste Ensaio de Aptidão o ruído particular pretendeu simular o funcionamento de um bar com um período de funcionamento compreendido entre as 23 h e as 2 h.

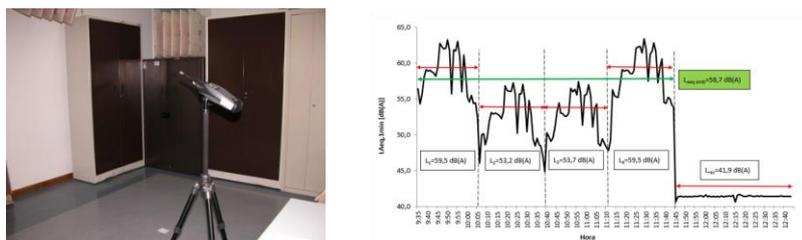


Figura 9 – Sala recetora e a monitorização da fonte

A comissão técnica realizou a monitorização da fonte durante a realização do Ensaio, para o que colocou na sala emissora um sonómetro para monitorizar o sinal emitido. Na figura seguinte, apresenta-se, a evolução temporal do nível $LA_{eq,1min}$, adquirido em contínuo pelo sistema instalado na sala. Esta figura apresenta também: os níveis globais correspondentes a cada patamar (L1, L2, L3, L4); o valor global do ruído ambiente ($LA_{eq,Amb}$) obtido através de uma integração contínua ao longo de 2 horas; e ainda o valor global do ruído residual (L_{res}), também ele resultante da integração contínua durante o período total de 1 hora.

2.10 Ano 2014

Em 2014 realizaram-se três ECIs, onde se procurou, pela primeira vez avaliar também os cálculos realizados. Assim, para a 2ª tarefa (teórica) a organização forneceu os valores.

Os ECIs foram: ruído laboral com a participação de 40 laboratórios com 39 acreditados; vibrações no sistema corpo inteiro com a participação de 17 laboratórios acreditados e vibrações, sistema mão-braço com a participação de 15 laboratórios acreditados.

2.10.1 Ruído laboral

A tarefa considerada neste ECI consistiu do manuseamento de soprador/aspirador de folhas. Neste Ensaio de Aptidão foi considerada pela primeira vez uma vertente teórica que teve como objetivo avaliar também a metodologia de cálculo dos laboratórios. Assim, a análise dos resultados foi dividida em duas partes. A avaliação da tarefa 1 correspondente aos aspetos práticos de medição, e a avaliação de $L_{Ex,8h}$ e de $L_{Ex,8h,efect}$ correspondente à análise das metodologias de cálculo.



Figura 10 – Soprador/aspirador de folhas

2.10.2 Vibrações no sistema corpo inteiro

Este Ensaio de Aptidão consistiu na avaliação da exposição de um trabalhador às vibrações, através da medição de vibrações transmitidas ao corpo inteiro. As medições realizaram-se no condutor de uma viatura, sem carga, num percurso previamente definido na Aldeia dos Capuchos na Costa da Caparica. Para a 2.ª tarefa foram apresentados os resultados que os laboratórios tiveram de tratar tendo em consideração um determinado tempo estimado de exposição.



Figura 11 – Viatura utilizada nos ensaios

2.10.3 Vibrações sistema mão braço

Este Ensaio de Aptidão consistiu na avaliação da exposição de um trabalhador às vibrações, através da medição de vibrações transmitidas ao sistema mão-braço. As medições realizaram-se no equipamento, soprador/aspirador de folhas, manuseado por um operador, num determinado percurso. Para a 2.^a tarefa foram fornecidos os resultados aos laboratórios.



Figura 12 - Soprador/aspirador de folhas

3 Análise de resultados

3.1 Cálculo da média e medidas de dispersão

A metodologia adoptada para o tratamento estatístico dos dados fornecidos teve por base o estabelecido pela norma ISO 5725 [4] e [5]. De acordo com esta norma foram efectuados os Cálculos da Média e de Medidas de Dispersão.

A média para cada parâmetro é obtida a partir da equação:

$$Y = \frac{1}{p} \sum_i^p y_i \quad (1)$$

Sendo p o número de laboratórios.

Nos primeiros ECI a Comissão técnica determinou o valor de referência; a partir de 2006 considerou-se como valor de referência, a média de todos os laboratórios, obtida após a eliminação de “aberrantes”, é considerada como sendo o verdadeiro valor amostral.

O desvio padrão das médias obtidas pelos diferentes laboratórios é dado por:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^p (Y_i - Y)^2}{p-1}} \quad (2)$$

A partir de 2009 o tratamento estatístico foi realizado a partir de uma análise estatística robusta. Os valores de consenso foram obtidos através da utilização de estimadores robustos (ISO 13528 [7] e ISO 5725-5 [6]).



De acordo com as normas referidas foi utilizado o algoritmo A, que se baseia num método iterativo, em que os valores de partida são calculados a partir da mediana, para o valor médio, e do indicador MAD para o desvio padrão.

A metodologia baseada em estatística robusta não exige a eliminação inicial de valores aberrantes, permitindo assim contabilizar nos cálculos todos os resultados dos laboratórios participantes, calculando os respetivos indicadores de desempenho.

3.2 Determinação de valores aberrantes

No tratamento de dados foi efectuada inicialmente a identificação de valores aberrantes utilizando o teste estatístico de Grubbs, que permite a eliminação de valores aberrantes com base na variabilidade interlaboratorial. Para aplicação deste teste é calculado o parâmetro G , a partir da equação:

$$G = \frac{\max|y_i - \bar{y}_p|}{s} \quad (3)$$

Onde:

y_i – resultado do laboratório i ,

\bar{y}_p – média dos resultados de cada laboratório,

s - desvio padrão

O valor G é comparado com os valores críticos da tabela estatística constante na norma ISO 5725 [4]. Considera-se o valor obtido pelo Laboratório como aberrante se o valor de G calculado através da equação (3) for superior ou igual ao valor de G retirado da tabela estatística.

Os resultados aberrantes (99%), para cada parâmetro, encontram-se assinalados a rosa (Grubbs), enquanto que os valores suspeitos (95%) encontram-se assinalados a negro. Segundo o Teste de Grubbs, os resultados aberrantes (99%) detectados, foram eliminados. Os valores suspeitos (95%) detectados foram apenas assinalados, mas não eliminados.

3.3 Avaliação do desempenho dos participantes

Para a avaliação do desempenho do desempenho dos participantes é utilizado o método dos 'Z-scores' definido pela expressão:

$$Z = \frac{(V_{Lab} - V_{Ref})}{s} \quad (4)$$

Em que Z representa o 'Z-score'; V_{Ref} , o valor de referência ou a média global dos laboratórios, após eliminação dos valores aberrantes; V_{Lab} os valores obtidos pelo laboratório e S o desvio padrão de referência ou o desvio padrão, após eliminação dos valores aberrantes.

O desempenho do Laboratório é avaliado, por cada parâmetro ensaiado, de acordo com os seguintes critérios do valor numérico do factor Z :

Tabela 2 - Parâmetro Z-Score

Valores de Z	Desempenho
$ Z \leq 2,0$	Satisfatório
$2,0 < Z < 3,0$	Questionável
$ Z \geq 3,0$	Insatisfatório

A seguir indicam-se alguns resultados da participação dos Laboratórios



Figura 13 - Desempenho dos Laboratórios participantes no ECI 2003

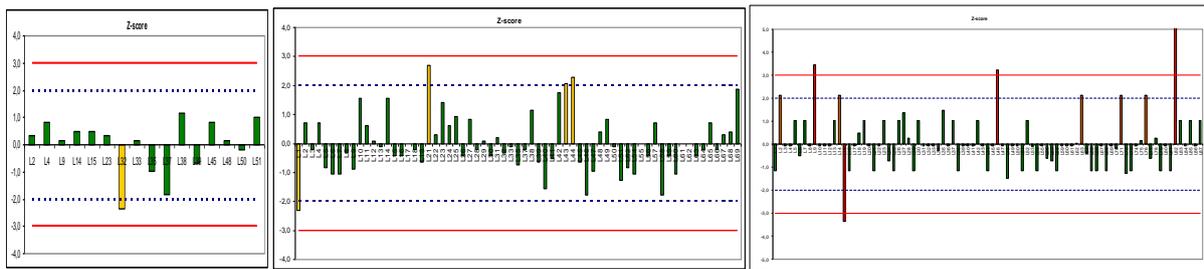


Figura 14 – Desempenho do ECI – Vibrações, Corpo inteiro em 2006 (gráfico da esquerda) e Ruído ambiente, Critério de incomodidade 2007 (gráfico do meio) e 2013 (gráfico da direita)

Tabela 3 – Vibrações corpo inteiro e mão-braço em 2014

Laboratório	Exposição diária às vibrações, A (B)	Resultados		Calculado pela IRLA-2012		En
		U	k	AB	U	
L1	0,41	0,02	1,67	0,41	0,031	0,0
L2	0,41	0,03	1,66	0,41	0,031	0,0
L3	0,41	0,03	1,66	0,41	0,031	0,0
L4	0,41	0,0304	1,66	0,41	0,030	0,0
L5	0,41	0,03	1,66	0,41	0,031	0,0
L6	0,41	0,0368	2	0,41	0,030	0,0
L7	0,41	0,02	1,67	0,41	0,031	0,0
L8	0,40	0,03	1,664	0,40	0,032	-0,2
L9	0,408	0,031	1,66	0,41	0,031	0,0
L10	0,41	0,03	1,66	0,41	0,031	0,0
L11	0,41	0,030	1,669	0,41	0,030	0,0
L12	0,409	0,03	1,66	0,41	0,031	0,0
L13	0,407	0,0307	1,66	0,41	0,031	0,0
L14	0,41	0,03	1,16	0,41	0,031	0,0
L16	0,406	0,03	1,66	0,41	0,031	-0,1
L17	0,41	0,04	1,263	0,41	0,031	0,0
L18	0,41	0,03	1,67	0,41	0,030	0,0
		Medida	0,41		0,031	

Laboratório	Exposição diária às vibrações, A (B)	U	k	Cálculos dos RTE		Zscore
				AB	U	
L1	1,8	0,2	1,66	1,83	0,27	-0,7
L2	1,7	0,4	1,65	1,72	0,28	-1,4
L3	2	0,3	1,65	1,98	0,27	0,7
L4	2	0,3	1,65	1,99	0,27	0,7
L5	1,7	0,28	1,66	1,70	0,28	-1,4
L6	2,07	0,37	2	2,07	0,28	1,2
L7	2	0,52	1,771	2,00	0,27	0,7
L8	1,9	0,3	1,645	1,98	0,27	0,0
L9	1,92	0,27	1,66	1,92	0,27	0,1
L10	1,8	0,22	1,65	1,75	0,28	-0,7
L11	1,851	0,256	1,659	1,85	0,27	-0,4
L12	2	0,3	1,7	2,02	0,27	0,7
L13	2,1	0,3	1,7	2,15	0,28	1,4
L14	1,88	0,27	1,656	1,89	0,27	-0,1
L15	1,8	0,3	1,65	1,84	0,27	-0,7
		1,90	Medida Robusta			
		0,143	D.P. Robusta			

4 Conclusões

Através da participação nos Ensaios de Comparação Interlaboratorial, os laboratórios podem comparar a sua aptidão com laboratórios similares e demonstrar a sua competência ao organismo da acreditação, IPAC e aos seus clientes.

É importante que os laboratórios utilizem estes resultados para efetuar uma análise retrospectiva acerca do seu desempenho (técnica de ensaio, localização do sensor, ao factor de calibração, cálculos e apresentação de resultados, etc.) e desencadearem ações corretivas, se necessário. Mesmo para aqueles que apresentem bons desempenhos, este tipo de análise pode levar à identificação de ações de melhoria.

Agradecimentos

Deixamos o nosso agradecimento à Relacre, em particular na pessoa da Eng.^a Ana Duarte e da Eng.^a Cláudia Silva por todo o apoio e colaboração, sem os quais não teria sido possível levar a cabo este trabalho.



Referências

- [1] NP EN ISO/IEC 17025:2005 - Requisitos gerais de competência para laboratórios de ensaio e calibração.
- [2] Decreto-Lei 46/2006 de 24 de Fevereiro.
- [3] Decreto-Lei 182/2006 de 6 de Setembro.
- [4] ISO 5725-2: 1994, Accuracy - trueness and precision - of methods and results – Part 2 – Basic method for the determination of repeatability and reproducibility of a standard measurement method
- [5] ISO 5725-3: 1994, Accuracy - trueness and precision - of methods and results – Part 3 – Intermediate measures of the precision of a standard measurement method.
- [6] ISO 5725-5:1998 - Accuracy - trueness and precision - of measurement methods and results - Part 5: Alternative methods for the determination of the precision of a standard measurement method.
- [7] ISO 13528:2005 - Statistical methods for use in proficiency testing by interlaboratory comparisons.
- [8] ISO/IEC 17043:2010 - Conformity Assessment – General Requirements for Proficiency Testing.
- [9] DL 9/2007 de 17 de Janeiro, que aprova o Regulamento Geral do Ruído.
- [10] Guia prático para medições de ruído ambiente - no contexto do Regulamento Geral do Ruído tendo em conta a NP ISO 1996.
- [11] NP ISO1996-1:2011 - Acústica – Descrição do Ruído Ambiente – Grandezas fundamentais e métodos de avaliação.
- [12] NP ISO1996-2:2011 - Acústica – Descrição do Ruído Ambiente – Determinação dos níveis de pressão sonora do ambiente.