

ENSAIO DE APTIDÃO: RUÍDO LABORAL

PACS: 43.15.+s

Jorge Fradique¹; Fátima Inglês²

¹Sociedade Portuguesa de Acústica
Lisboa, Portugal
jorge.fradique@gmail.com

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

ABSTRACT

This paper presents the results of a proficiency test in Workplace Noise, which focused on the evaluation of exposure to noise at work.

Each laboratory measured the noise levels L_{Aeq} and L_{Cpico} , in a workplace and determined the noise exposure level, $L_{EX,8h}$, and the associated uncertainty, according to Directive 2003/10 / EC. This proficiency test introduced a theoretical component with a set of data provided by the organization in order to evaluate more effectively the calculation methodology used by the participating laboratories.

Proficiency tests provide laboratories a prime tool for assessing their technical competence, as it allows an independent assessment of their performance. The participation in proficiency tests is also requirement of accreditation bodies, which proves particularly important for laboratories in this area, given the legal requirement of accreditation in Portugal.

This paper analyzes the results and the main conclusions of this proficiency test.

RESUMO

Esta comunicação apresenta os resultados de um Ensaio de Aptidão em Ruído Laboral, que incidiu sobre a avaliação da exposição ao ruído durante o trabalho.

Cada laboratório caracterizou os níveis sonoros através dos parâmetros L_{Aeq} e L_{Cpico} , num posto de trabalho e determinou a exposição diária de um trabalhador ao ruído, $L_{EX,8h}$, bem como a respetiva incerteza, de acordo com o Decreto-Lei 182/2006 e a Diretiva 2003/10/CE. Neste Ensaio de Aptidão foi introduzida uma componente teórica, com um conjunto de dados fornecidos pela organização, permitindo avaliar de forma mais eficaz a metodologia de cálculo utilizada pelos laboratórios participantes.

A participação dos laboratórios em Ensaios de Aptidão é uma ferramenta privilegiada para avaliar a sua competência técnica, pois permite uma avaliação independente do seu desempenho. Esta participação é também, cada vez mais, uma exigência das entidades acreditadoras, o que se revela particularmente importante para os laboratórios que efetuam este tipo de ensaios, dada a exigência legal da sua acreditação.

Esta comunicação analisa os resultados obtidos e as principais conclusões.

INTRODUÇÃO

A realização de Ensaios de Aptidão (EAp) é cada vez mais uma exigência dos organismos de acreditação de laboratórios. De facto a participação continuada dos laboratórios em EAp permite demonstrar a sua competência técnica perante os organismos de acreditação e perante os próprios clientes. Por outro lado, a análise dos resultados obtidos permite também aos laboratórios corrigir ou melhorar os próprios procedimentos e técnicas de ensaio, em função da comparação com valores de referência ou, como é aqui o caso, com valores resultantes de um grande conjunto de outros laboratórios semelhantes.

Os dados apresentados no presente artigo dizem respeito ao EAp de “Acústica – Ruído Laboral”, promovido pela Relacre que decorreu em 2014.

A responsabilidade técnica do EAp foi composta por elementos da Relacre e pelos autores do presente artigo.

Participaram neste EAp 40 laboratórios, dos quais apenas um não é acreditado.

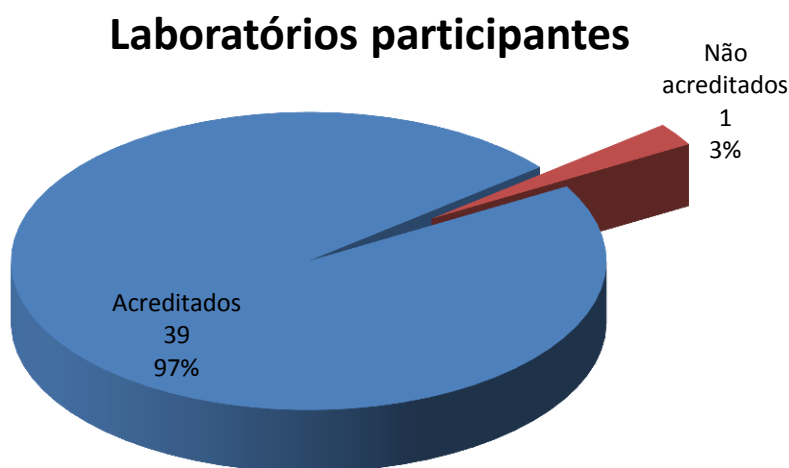


Figura 1 – Laboratórios participantes

LEGISLAÇÃO E NORMALIZAÇÃO APLICÁVEL

A legislação aplicável à exposição de trabalhadores ao ruído nos locais de trabalho, é o Decreto-lei 182/2006 [1], que corresponde à transposição da Diretiva 2003/10/CE [2]. O Decreto-lei tem carácter normativo, pois define o método de ensaio a seguir para a caracterização da exposição dos trabalhadores ao ruído.

A exposição dos trabalhadores é caracterizada em termos do nível de exposição pessoal diária ao ruído, $L_{EX,8h}$, correspondente ao nível sonoro contínuo equivalente, ponderado A, calculado para um período de trabalho de 8 horas, e do nível máximo de pressão sonora de pico, ponderado C, L_{Cpico} .

$$L_{EX,8h} = L_{A,eq,T_e} + 10 \lg \left(\frac{T_e}{T_0} \right) \quad (1)$$

Onde,

L_{A,eq,T_e} – Nível sonoro contínuo equivalente, ponderado A, no intervalo de tempo T_e ;

T_e – Duração da exposição, em horas;

T_0 – Duração de referência, $T_0=8h$.

São definidos valores limite de exposição de $L_{EX,8h} = 87$ dB(A) e de $L_{Cpico} = 140$ dB(C). São ainda definidos valores de ação superiores de exposição, como $L_{EX,8h} = 85$ dB(A) e de $L_{Cpico} = 137$ dB(C) e valores de ação inferiores de exposição, como $L_{EX,8h} = 80$ dB(A) e de $L_{Cpico} = 135$ dB(C).

Uma alteração significativa introduzida por esta legislação relativamente à legislação anterior, para além da redução dos valores limite, foi a separação clara entre os conceitos de nível de ação e de valor limite de exposição. De facto, enquanto os níveis de ação são aplicáveis ao posto de trabalho ocupado pelo trabalhador, sem considerar qualquer proteção utilizada por este, os valores limite de exposição levam em linha de conta o efeito dos equipamentos de proteção individual utilizados. Esta nova abordagem legislativa permitiu reduzir os valores dos níveis de ação e do valor limite, aumentando o grau de proteção dos trabalhadores, sem inviabilizar determinadas atividades, para as quais o progresso da técnica ainda não permitiu uma redução significativa dos níveis sonoros produzidos. Outro aspeto inovador desta legislação, foi a obrigatoriedade de calcular e contabilizar a estimativa de incerteza na avaliação da exposição dos trabalhadores ao ruído.

No cálculo da estimativa de incerteza aplicável a estes ensaios, é seguida a metodologia definida na norma NP EN ISO 9612:2011 [3]. Para além da definição clara da metodologia de cálculo da incerteza, esta norma inclui exemplos de cálculo, que incluem o cálculo de incertezas, bem como uma folha de cálculo que permite efetuar estes cálculos de forma automática.

METODOLOGIA

Para um ensaio deste tipo, pretende-se simular tanto quanto possível uma situação de aplicação real em que se caracteriza a exposição de trabalhadores ao ruído. Neste caso, por limitações de ordem prática, foi definida apenas uma tarefa de medição, tarefa 1, que correspondeu à caracterização da exposição do operador de um soprador de folhas.

No entanto, para melhor avaliar as metodologias de cálculo utilizadas pelos laboratórios, foi introduzida uma segunda tarefa, tarefa 2, teórica, em que os dados foram fornecidos pela organização, devendo os laboratórios integrar esta tarefa nos cálculos. Foram também fornecidos pela organização os tempos de exposição do trabalhador a uma das tarefas, bem como as características dos protetores auditivos a considerar. Os tempos estimados de exposição foram definidos como $4 \pm 0,5$ h, para a tarefa prática, e $2 \pm 0,25$ h para a tarefa teórica. Cada laboratório dispôs de um tempo máximo de 60 minutos para efetuar a recolha de dados, no local.

Foi também efetuada a monitorização dos níveis sonoros na sala, durante a realização do Ensaio de Aptidão.

Com base neste conjunto de dados, práticos e teóricos, os laboratórios participantes deviam apresentar os resultados calculados para a exposição pessoal diária, a exposição pessoal diária efetiva, e o valor de pico máximo. Foi ainda solicitada a apresentação do valor estimado de incerteza expandida da exposição pessoal diária, o qual deve ser contabilizado na avaliação da exposição pessoal diária do trabalhador.

Adicionalmente aos valores calculados, foi também solicitada aos laboratórios a avaliação dos resultados obtidos de acordo com o Decreto-lei 182/2006. Esta avaliação é muito importante para as empresas, pois esclarece as medidas a tomar com vista à proteção dos trabalhadores e ao cumprimento das exigências legais aplicáveis.



Figura 2 – Local de ensaio

TRATAMENTO ESTATÍSTICO

Os valores de referência para este ensaio foram calculados como os valores de consenso entre os participantes, a partir de uma análise estatística robusta. Estes valores foram usados como valores de referência para o nível sonoro contínuo equivalente da medição prática da tarefa 1, $L_{Aeq,T}$, para o valor calculado da exposição diária ao ruído, $L_{EX,8h}$, e para o valor calculado da exposição diária efetiva ao ruído, $L_{EX,8h,efect}$. Para estes valores de referência foram também calculados valores de desvio padrão, utilizando também aqui uma análise estatística robusta. Para os valores máximos de pico, L_{Cpico} , não foi efetuado qualquer cálculo estatístico, por se tratar de valores máximos instantâneos, sendo apenas apresentados os vários resultados obtidos pelos laboratórios.

A obtenção dos valores de consenso através da utilização de estimadores robustos, de acordo com a norma ISO 13528:2005, não exige a eliminação inicial de valores aberrantes, permitindo contabilizar nos cálculos todos os resultados dos laboratórios participantes e calcular os respetivos indicadores de desempenho.

Foi utilizado como indicador de desempenho o parâmetro Z-score, calculado a partir da expressão:

$$Z = \frac{(V_{Lab} - V_{Ref})}{S} \quad (2)$$

Onde,

V_{Lab} – Valor do laboratório;

V_{Ref} – Valor de referência;

S – Unidade de desvio admissível (desvio padrão).

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

Avaliação	Z-score	Cor
Desempenho Satisfatório	$ Z \leq 2$	Verde
Desempenho Questionável	$2 < Z < 3$	Amarelo
Desempenho Insatisfatório	$ Z \geq 3$	Vermelho

Tabela 1 – Avaliação do parâmetro Z-score

A avaliação dos resultados foi efetuada para nível sonoro contínuo equivalente da medição prática, $L_{Aeq,T}$, para o valor calculado da exposição diária ao ruído, $L_{EX,8h}$, e para o valor calculado da exposição diária efetiva ao ruído, $L_{EX,8h,efect}$.

EQUIPAMENTOS UTILIZADOS

Para a realização do ensaio, os laboratórios utilizaram os seus próprios equipamentos de medição, indicados na tabela seguinte.

Sonómetro		Calibrador		Rastreabilidade
BRÜEL & KJÆR	2250	BRÜEL & KJÆR	4231	ISQ
	2260			
	2270			
RION	NA-27	RION	NC-74	
01 dB	SOLO			
CESVA	SC310	CESVA	CB-5	
			CB-6	
LARSON DAVIS	LXT1	LARSON DAVIS	CAL200	

Tabela 2 – Equipamentos utilizados

Em todos os casos, a rastreabilidade foi dada pelo ISQ, como seria expectável, dado ser o único laboratório nacional acreditado para calibrações deste tipo de equipamentos.

RESULTADOS OBTIDOS

Os resultados apresentados pelos laboratórios participantes foram analisados tendo em conta os diversos parâmetros medidos e calculados, de acordo com a metodologia atrás descrita.

Nível sonoro contínuo equivalente da tarefa 1, $L_{Aeq,T}$

La boratórios	y_1	y_2	y_3	y_4	y_5	y_6	y_i	Z-score
L1	92,4	92,5	92,8				92,6	0,2
L2	93,4	93,4	93,5				93,4	1,0
L3	92,5	92,5	92,3				92,4	0,1
L4	90,7	90,9	91,2				90,9	-1,1
L5	90,8	90,8	92	92			91,4	-0,7
L6	92,7	92,8	92,9	92,8	93,2		92,9	0,5
L7	90,6	90,3	90,3				90,4	-1,6
L8	92,2	92,3	92,3				92,3	0,0
L9	91,8	91,8	91,9				91,8	-0,4
L10	92,7	93,1	92,6				92,8	0,4
L11	90,7	90,6	91,3				90,9	-1,2
L12	92,3	93,5	92,9	92,8	92,8	92,8	92,9	0,5
L13	92,7	92,1	92,9				92,6	0,2
L15	91	90,9	90,5				90,8	-1,3
L19	92,6	92,6	92,6				92,6	0,3
L20	92,5	91,2	91,5	91,5			91,7	-0,5
L21	93,4	93,6	93,8				93,6	1,1
L22	93,3	92,3	91,8				92,5	0,1
L23	90,29	90,22	90,3				90,3	-1,7
L24	91,1	92,2	91,6	92,6			91,9	-0,3
L25	94,4	94,2	94,6	94,3			94,4	1,8
L26	93,4	93,4	93,2				93,3	0,9
L27	92,4	92,3	92,2				92,3	0,0
L28	93,8	94,2	94,5	94,7	94,4	93,5	94,2	1,6
L29	92,5	93,9	93,1	93,3	92,9	93,1	93,1	0,7
L30	90,3	90	90,2	90,1			90,2	-1,8
L31	93,2	93,2	93,6				93,3	0,9
L32	94,8	93,5	93,6	93,5	93,8		93,8	1,3
L33	93,1	93,1	92,8				93,0	0,6
L34	93,2	93,9	94,5				93,9	1,3
L35	93,6	91,6	91,2				92,1	-0,1
L36	92,2	92,1	92,2	91,9			92,1	-0,2
L37	90,5	91,5	92	90,7	90,8		91,1	-1,0
L38	92,56	92,76	92,27				92,5	0,2
L39	92,7	92,59	92,84				92,7	0,4
L40	91,5	90,8	90,9	91,3	91,4		91,2	-0,9
L41	90,7	90,9	90,8				90,8	-1,3
L42	91,1	91,2	91				91,1	-1,0
L43	92,8	92,7	92,7				92,7	0,4
L44	92,9	92,9	93				92,9	0,5
Média Robusta							92,3	
Desvio Padrão Robusto							1,19	

Tabela 3 – $L_{Aeq,T}$

Na medição prática do nível sonoro contínuo equivalente da tarefa 1, todos os laboratórios obtiveram desempenho satisfatório, verificando-se em todos os casos um Z-score inferior a 2. Este resultado é claramente evidenciado no gráfico 1 abaixo, que representa o Z-score obtido pelos diversos laboratórios.

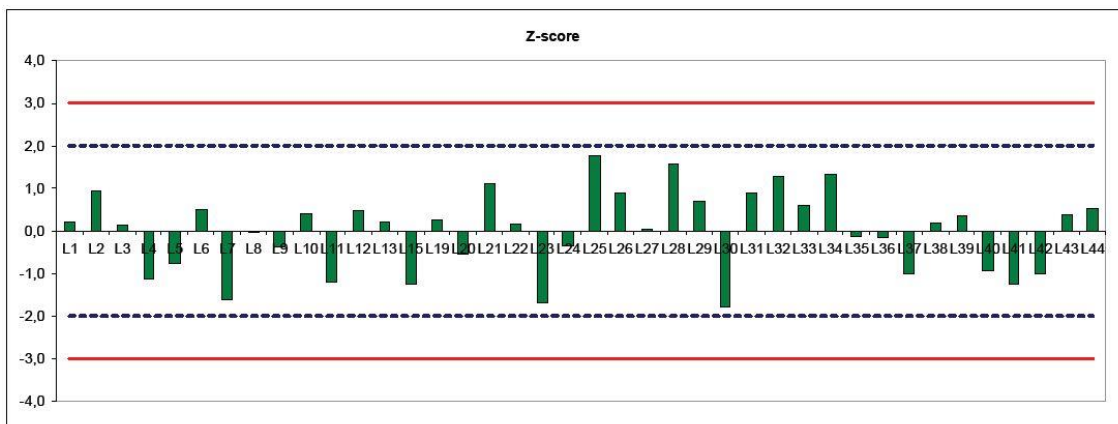


Gráfico 1 – Z-score para $L_{Aeq,T}$

A média robusta dos valores obtidos, utilizada como valor de referência para este ensaio, teve o valor de 93,3 dB(A), sendo o correspondente desvio padrão robusto de 1,19 dB(A).

O valor do desvio padrão indicia alguma dispersão de valores entre os laboratórios, para o que contribuiriam certamente as características de reverberação da sala utilizada para o ensaio, bem como eventuais variações no funcionamento do soprador de folhas, situação também detetada nos valores de monitorização.

Em todo o caso, a metodologia de medição prática seguida pelos diversos laboratórios proporcionou resultados adequados, não se verificando situações a comentar.

Valor máximo de pico da tarefa 1, L_{Cpico}

Por se tratar de um valor máximo de pico, não foi aplicado nenhum cálculo estatístico a este valor. Apresentam-se apenas os valores indicados pelos vários laboratórios. De notar, no entanto, uma dispersão de valores relativamente baixa entre os resultados, o que mais uma vez aponta para uma adequada metodologia de medição prática, seguida pelos laboratórios participantes.

De facto, com exceção do laboratório L22, que apresenta claramente um valor espúrio na primeira medição, todos os restantes valores se situam entre os 106 dB(C) e os 110 dB(C), o que corresponde a um resultado muito bom para valores de pico.

O gráfico 2 e a tabela 4 apresentam os resultados obtidos e a dispersão de valores encontrada.

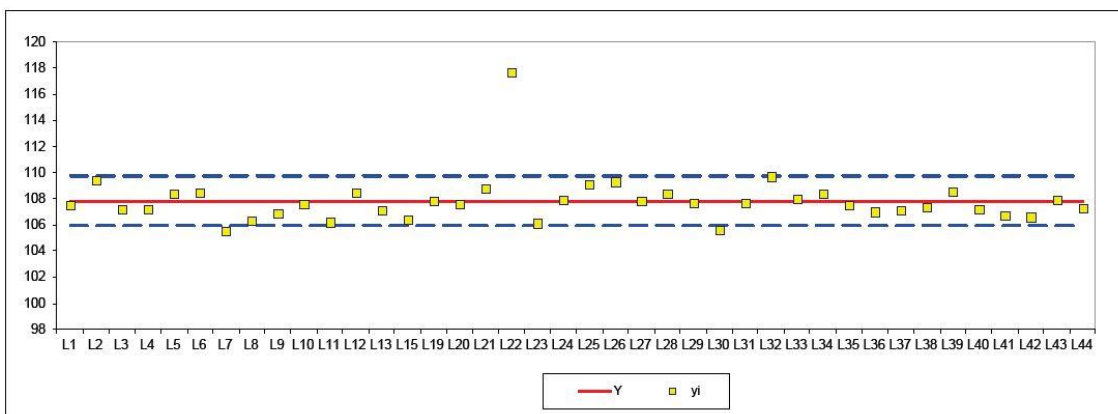


Gráfico 2 – Dispersão de valores de L_{Cpico}

Laboratórios	y_1	y_2	y_3	y_4	y_5	y_6	y_i
L1	106,5	107,5	107,4				108
L2	107,6	107,9	109,4				109
L3	106,6	106,3	107,2				107
L4	106,5	106,2	107,2				107
L5	108,38	106,02	106,3	105,94			108
L6	108,5	107,3	107,9	107,8	107,9		109
L7	104,8	104,2	105,5				106
L8	106,3	106,1	106,1				106
L9	106,8	106,9	106,8				107
L10	107,3	107,6	106,9				108
L11	106,2	105,4	106				106
L12	107	108,5	107	106,7	107,1	106,5	109
L13	107,1	106,6	107,1				107
L15	106,4	106,4	106,3				106
L19	107,8	107	107,4				108
L20	107,6	105,9	107	106,6			108
L21	107,7	108,6	108,8				109
L22	117,7	106,9	106,5				118
L23	105,62	105,63	106,12				106
L24	106,5	107,2	106,6	107,9			108
L25	108,3	109,1	108,1	108			109
L26	109,3	108,5	108,4				109
L27	107,8	107,7	107,2				108
L28	108,3	108,4	108,4	108,1	108,4	107,8	108
L29	107,6	107,4	107,7	107,2	107,4	107,4	108
L30	104,9	105,2	105,4	105,6			106
L31	107,7	107,3	107,7				108
L32	109,7	108,6	108,8	108,6	108,5		110
L33	107,7	108	107,4				108
L34	108,4	107,6	107,4				108
L35	107,5	106,9	106,8				108
L36	106,8	106,2	107	106,7			107
L37	105,6	107,1	106,9	106,3	106,3		107
L38	107,14	107,35	106,82				107
L39	108,52	108,11	108,03				109
L40	106,6	106,3	106,6	106,5	107,2		107
L41	105,8	106,7	105,7				107
L42	106,6	106,2	106,4				107
L43	107	107	107,9				108
L44	107,3	107	107,1				107
Valor máximo							118

Tabela 4 – L_{Cpico}

Exposição pessoal diária ao ruído, $L_{EX,8h}$

Para o cálculo da exposição pessoal diária ao ruído, os laboratórios deviam considerar os valores medidos para a tarefa 1, os valores fornecidos pela organização para a tarefa 2 e os tempos de exposição também fornecidos pela organização, para ambas as tarefas.

Pretendia-se ainda que os laboratórios apresentassem um valor de estimativa de incerteza para este parâmetro.

Neste caso, com base nos resultados relativos à tarefa 1 apresentados pelos laboratórios, os responsáveis técnicos pelo ensaio (RTE) efetuaram o cálculo de $L_{EX,8h}$ e da respetiva incerteza, de modo a melhor avaliar os valores calculados pelos laboratórios. Estes valores são apresentados na tabela 5, abaixo.

Também neste parâmetro se verificou que todos os laboratórios obtiveram desempenho satisfatório, verificando-se em todos os casos um Z-score inferior a 2. Este resultado é claramente evidenciado no gráfico 3 abaixo, que representa o Z-score obtido pelos diferentes laboratórios.

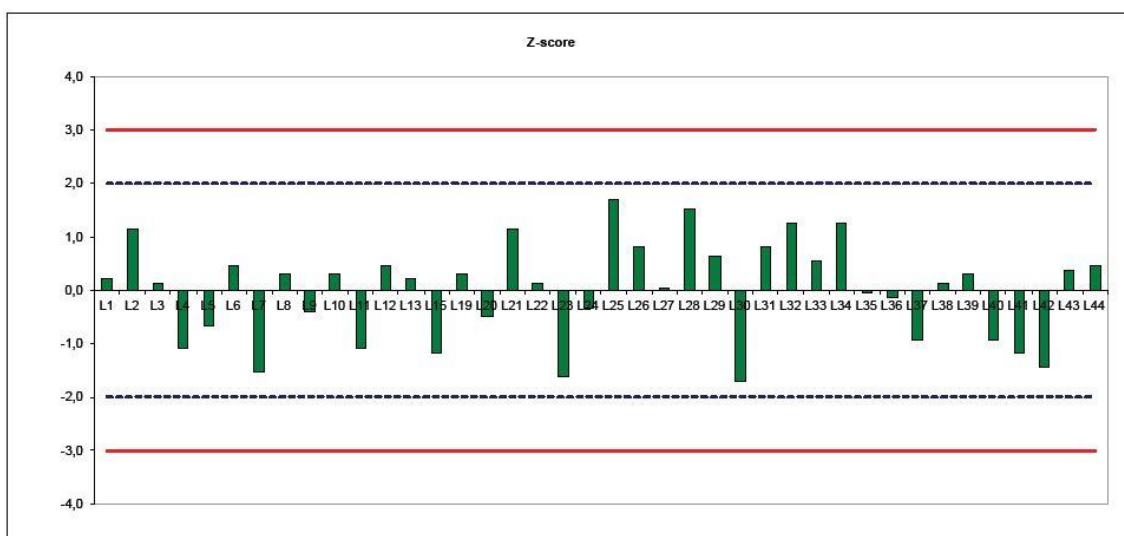


Gráfico 3 – Z-score para $L_{EX,8h}$

No entanto, comparando os resultados com os cálculos dos RTE, verifica-se que em dois casos, nos laboratórios L8 e L42, assinalados a púrpura, existem diferenças de algumas décimas entre o valor apresentado pelo laboratório e o valor calculado pelos RTE.

Também para o cálculo de incerteza se encontram diferenças superiores a uma décima entre os valores apresentados pelos laboratórios L2, L3, L4, L6, L10, L13, L22, L31, L32, L34, L39 e L43, e os valores calculados pelos RTE.

Embora na generalidade as diferenças encontradas sejam de poucas décimas, é de realçar que o valor da incerteza é contabilizado na avaliação da exposição trabalhador, pelo que é muito importante que estes laboratórios corrijam os seus cálculos. De notar que estas incorreções no cálculo de incerteza ocorreram em 30 % dos laboratórios participantes.

Já no que respeita à avaliação de acordo com o Decreto-Lei 182/2006 de 6 de setembro, os resultados são francamente piores. De facto, apenas 9 laboratórios, ou seja, 22,5 % dos participantes, apresentaram uma avaliação correta dos resultados, à luz do DL 182/2006. Na coluna “Avaliação” da tabela 5 estão assinalados com “C” os 9 laboratórios cuja avaliação foi considerada correta. Dos restantes, a letra “P” corresponde a uma avaliação parcial, ou seja, incompleta, o que se verificou em 10 laboratórios, correspondendo a 25 % dos participantes. A letra “I” corresponde a uma avaliação incorreta, o que se verificou em 4 laboratórios, isto é, em 10 % dos participantes. 17 Laboratórios, ou seja 22,5 % dos participantes, identificados com o número “0”, não apresentaram qualquer avaliação de acordo com o DL 182/2006.

Laboratórios	Exposição diária ao ruído, Lex, 8h	U	Z-score	Calculo RTE		
				$L_{EX,8h}$	U	Avaliação
L1	89,9	2,1	0,2	89,9	2,1	P
L2	91	1,8	1,2	90,7	2,1	I
L3	89,8	1,9	0,1	89,8	2,1	C
L4	88,4	1,8	-1,1	88,4	2,0	P
L5	88,9	2,1	-0,7	88,9	2,1	P
L6	90,2	1,8	0,5	90,2	2,1	0
L7	87,9	2,0	-1,5	87,9	2,0	C
L8	90	1,9	0,3	89,6	2,0	I
L9	89,2	1,9	-0,4	89,2	2,0	P
L10	90	1,68	0,3	90,1	2,1	C
L11	88,4	2	-1,1	88,4	2,0	C
L12	90,2	2	0,5	90,2	2,1	0
L13	89,9	1,9	0,2	89,9	2,1	P
L15	88,3	1,9	-1,2	88,3	2,0	P
L19	90,0	2,1	0,3	89,9	2,1	0
L20	89,1	2,1	-0,5	89,1	2,1	C
L21	91	2,0	1,2	90,9	2,1	0
L22	89,8	2,0	0,1	89,8	2,2	0
L23	87,8	2	-1,6	87,8	2,0	P
L24	89,3	2,1	-0,3	89,3	2,1	0
L25	91,6	2,1	1,7	91,6	2,1	C
L26	90,6	2,1	0,8	90,6	2,1	0
L27	89,7	2	0,0	89,7	2,0	0
L28	91,4	2,1	1,5	91,4	2,1	P
L29	90,4	2,1	0,6	90,4	2,1	0
L30	87,7	2	-1,7	87,7	2,0	0
L31	90,6	2,8	0,8	90,6	2,1	0
L32	91,1	1,9	1,3	91,1	2,1	I
L33	90,3	2	0,6	90,3	2,1	0
L34	91,1	2,0	1,3	91,1	2,2	0
L35	89,6	2,3	-0,1	89,6	2,3	0
L36	89,5	2	-0,1	89,5	2,0	P
L37	88,6	2,1	-0,9	88,6	2,1	P
L38	89,8	2,1	0,1	89,9	2,1	C
L39	90	1,9	0,3	90,0	2,1	0
L40	88,6	1,9	-0,9	88,6	2,0	C
L41	88,3	1,9	-1,2	88,3	2,0	0
L42	88	1,9	-1,4	88,6	2,0	0
L43	90,1	5,4	0,4	90,1	2,1	C
L44	90,2	2,1	0,5	90,2	2,1	I
	Média robusta	89,7				
	Desvio padrão robusto	1,15				

Tabela 5 – $L_{EX,8h}$, incerteza respetiva, e valores calculados pelos RTE

Avaliação DL 182/2006	Laboratórios Número/percentagem	Exemplos retirados das fichas de resultados
C (Correta)	9 / 22,5 %	"Analisando os resultados, verifica-se o seguinte: • O valor obtido de LEX,8h+U (90 dB(A)) é superior ao "Valor de Ação Superior (85 dB(A))"; • O valor obtido de Lcpico (115 dB(C)) é inferior ao "Valor de inferior (135 dB(C))"; • O valor obtido de LEX,8h,efect (67 dB(A)) é inferior ao "Valor limite (87 dB(A))"
P (Parcial)	10 / 25 %	"de acordo com o ponto 2 do art.º 3, o trabalhador não está sujeito a níveis de ruído iguais ou superiores ao limite de exposição, para a exposição efectiva diária e para o Lcpico."
I (Incorreta)	4 / 10 %	"De acordo com a legislação em vigor verifica-se que o operador de jardinagem encontra-se exposto a valores acima dos valores limite de exposição e como tal tem que utilizar os protetores auriculares no decorrer das suas tarefas."
0 (Inexistente)	17 / 42,5 %	-

Tabela 6 – Avaliação de acordo com o Decreto-Lei 182/2006 de 6 de setembro

A tabela 6 resume os resultados encontrados na Avaliação de acordo com o Decreto-Lei 182/2006 de 6 de setembro. Face aos resultados verificados, é possível que os laboratórios não tenham interpretado adequadamente o que se pretendia na ficha de resultados em que foi solicitada esta avaliação.

Exposição pessoal diária efetiva ao ruído, $L_{EX,8h,efect}$

Para o cálculo da exposição pessoal diária efetiva ao ruído, os laboratórios deviam considerar os valores anteriormente calculados da exposição pessoal diária, e calcular a exposição efetiva considerando os dados dos protetores fornecidos pela organização.

Também neste caso, a média robusta dos valores obtidos foi utilizada como valor de referência para o ensaio, sendo o valor calculado de 67,3 dB(A), com um correspondente desvio padrão robusto de 0,71 dB(A). A dispersão encontrada neste parâmetro é menor do que nos anteriores, o que seria expectável na medida em que são introduzidos mais cálculos intermédios com valores que não possuem dispersão, como é o caso das atenuações dos protetores auditivos, iguais para todos os laboratórios.

A avaliação deste parâmetro foi a única em que se verificaram valores de Z-score superiores a 2. De facto, o laboratório L6 apresenta um desempenho questionável, e os laboratórios L2, L10, L23, L29, L30 e L32 apresentam mesmo desempenhos insatisfatórios.

Para estes casos, os RTE calcularam um valor de $L_{EX,8h,efect}$ com base nos valores dos laboratórios.

Todos estes dados se encontram na tabela 7, abaixo.

Laboratórios	Exposição diária efetiva ao ruído, $L_{EX, 8h, efect}$	Z-score	Cálculo RTE
L1	67	-0,4	
L2	70	3,8	67,5
L3	67,3	0,0	
L4	67,4	0,2	
L5	67	-0,4	
L6	69,2/68,9	2,7	67,8
L7	67	-0,4	
L8	66	-1,8	
L9	67,2	-0,1	
L10	73	8,1	67,8
L11	66,6	-1,0	
L12	67	-0,4	
L13	67	-0,4	
L15	67	-0,4	
L19	67,4	0,2	
L20	67,1	-0,3	
L21	68	1,0	
L22	67	-0,4	
L23	65	-3,2	66,5
L24	67,2	-0,1	
L25	68	1,0	
L26	66,2	-1,5	
L27	68	1,0	
L28	68,1	1,2	
L29	59	-11,7	67,5
L30	69,9	3,7	69,9
L31	68	1,0	
L32	62	-7,4	69,2
L33	67	-0,4	
L34	67,3	0,0	
L35	67,2	-0,1	
L36	67,1	-0,3	
L37	66,8	-0,7	
L38	67	-0,4	
L39	67,6	0,5	
L40	68	1,0	
L41	67,1	-0,3	
L42	67	-0,4	
L43	67,7	0,6	
L44	67,6	0,5	
Média robusta	67,3		
Desvio padrão robusto	0,71		

Tabela 7 – $L_{EX, 8h, efect}$, Z-score respetivo, e valores calculados pelos RTE

O gráfico 4, abaixo, representa o Z-score obtido pelos diferentes laboratórios para o parâmetro $L_{EX,8h,efect}$. Neste caso estão claramente identificados os laboratórios que obtiveram desempenhos questionáveis e inaceitáveis. Estes desempenhos ficam certamente a dever-se a deficiências no cálculo dos níveis sonoros considerando a atenuação dos protetores auditivos.

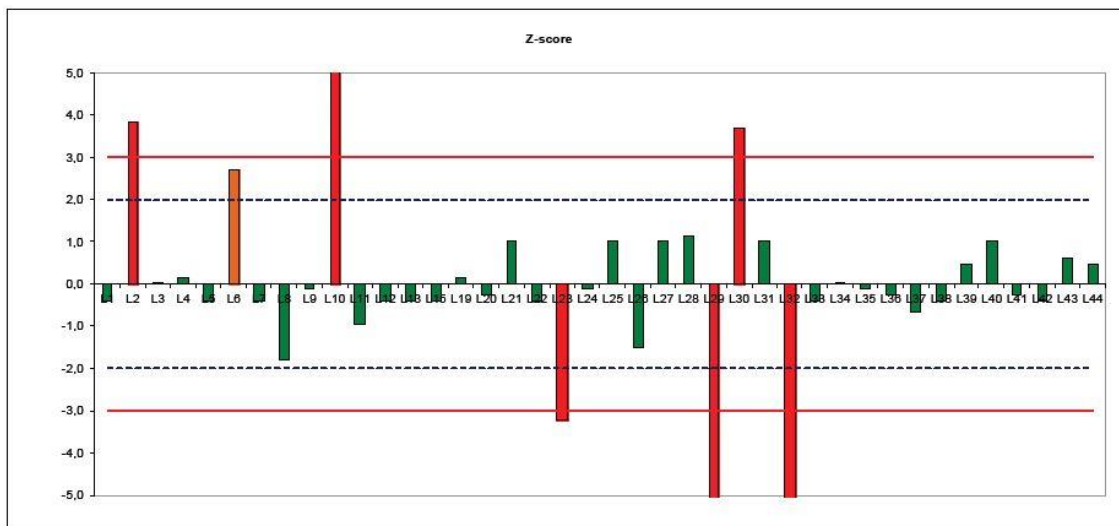


Gráfico 4 – Z-score para $L_{EX,8h,efect}$

CONCLUSÕES

As conclusões dos resultados foram já discutidas ao longo da apresentação das avaliações de cada parâmetro.

Como conclusão geral do ensaio de aptidão podemos afirmar que os resultados da maioria dos laboratórios foram muito positivos, e demonstram a boa capacidade para a realização deste tipo de medições.

Verificam-se ainda algumas pequenas situações ao nível cálculo de incertezas, que os laboratórios em causa devem corrigir.

Também no cálculo da exposição pessoal diária efetiva se verificam cálculos incorretos em sete laboratórios, originando as situações de Z-score superior a 2, encontradas. Mais uma vez os laboratórios afetados devem tentar identificar os erros de cálculo, com vista à sua correção.

Por último, a questão aparentemente mais grave relativa à interpretação dos resultados, face ao DL 182/2006. Aparentemente não terá sido corretamente interpretado o que se pretendia dos laboratórios nesta questão, até porque, nos relatórios usuais de alguns dos laboratórios em causa, esta interpretação é habitualmente tratada corretamente. Não deixa de ser necessário algum cuidado sobre esta questão, até porque está em causa muitas vezes, a atuação do empregador relativamente aos trabalhadores expostos a ruído, que, sendo mal interpretada pode conduzir a situações de menor proteção dos trabalhadores, podendo contribuir para o agravamento dos efeitos nefastos da exposição a níveis de ruído excessivos.

REFERÊNCIAS

[1] Decreto-Lei 182/2006, de 6 de setembro.

[2] DIRETIVA 2003/10/CE DO PARLAMENTO EUROPEU E DO CONSELHO, de 6 de fevereiro de 2003, relativa às prescrições mínimas de segurança e saúde em matéria de exposição dos trabalhadores aos riscos devidos aos agentes físicos (ruído).

[3] NP EN ISO 9612:2011. Acústica. Determinação da exposição ao ruído ocupacional. Método de engenharia.