

## EXPOSIÇÃO AO RUÍDO DURANTE O TRABALHO - REFRESCAR DE CONCEITOS

**PACS:** 43.15.+s.

Fradique, Jorge <sup>1</sup>; Inglês, Fátima <sup>2</sup>; Silva, Cláudia <sup>3</sup>.

1. INIAV, I.P., Av. Da República, Oeiras, Portugal, T.: 214403500, [jorge.fradique@iniav.pt](mailto:jorge.fradique@iniav.pt)
2. INIAV, I.P., Av. Da República, Oeiras, Portugal, T.: 214403500, [fatima.ingles@iniav.pt](mailto:fatima.ingles@iniav.pt)
3. RELACRE - Associação de Laboratórios Acreditados de Portugal, Estrada do Paço do Lumiar, Campus do Lumiar - Edifício D, 1º Andar, Lisboa, Portugal, T.: 213139840, [claudia.silva@relacre.pt](mailto:claudia.silva@relacre.pt)

**Palavras Chave:** ruído, exposição, trabalho, aptidão, ensaio.

### ABSTRACT.

The legislation on Noise Exposure at Work has been in force in Portugal for over 15 years, and essentially consists of Decree Law 182/2006, of 6 September, which translates into Portuguese law the Directive 2003/10/EC of the European Parliament and of the Council of 6 February 2003, on the minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to the risks arising from physical agents (noise).

According to article 4 of the aforementioned Decree Law, the noise level measurement is always carried out by an accredited laboratory, or by an occupational health and safety technician who has a valid professional aptitude certificate and training on methods and instruments for measuring noise at work.

However, despite these requirements, the results obtained in a recent Proficiency Test (PT) – Workplace Noise – Assessment of Noise Exposure at Work, promoted by RELACRE in 2021, reveal the existence of some difficulties in carrying out these tests, which is important to analyse and discuss.

This communication aims to carry out this analysis and point out measures and precautions to be taken, when carrying out assessments of noise exposure at work, in order to comply with the standards imposed by legislation and allow the achievement of reliable and representative results, contributing to an adequate protection of workers, ultimate objective of this legislation.

### RESUMO.

A legislação sobre Exposição ao Ruído Durante o Trabalho já se encontra em aplicação em Portugal há mais de 15 anos, e consiste essencialmente no Decreto-Lei 182/2006, de 6 de setembro.

De acordo com o artigo 4.º do referido Decreto-Lei, a medição do nível do ruído é sempre realizada por uma entidade acreditada, ou por um técnico superior ou técnico de higiene e segurança do trabalho que possua certificado de aptidão profissional válido e formação específica em matéria de métodos e instrumentos de medição do ruído no trabalho.

No entanto, apesar destes requisitos, os resultados obtidos num recente Ensaio de Aptidão, (EAp) – Ruído Laboral – Avaliação da Exposição ao Ruído Durante o Trabalho, promovido pela RELACRE em 2021, revelam a existência de algumas dificuldades na realização destes ensaios, que se torna importante analisar e discutir.

A presente comunicação visa efetuar esta análise e apontar medidas e cuidados a ter, na realização das avaliações de exposição ao ruído durante o trabalho, de modo a cumprir as

normas impostas pela legislação e permitir a obtenção de resultados fiáveis e representativos, contribuindo para uma adequada proteção dos trabalhadores, objetivo último desta legislação.

## 1. INTRODUÇÃO

A legislação sobre Exposição ao Ruído Durante o Trabalho já se encontra em aplicação em Portugal há mais de quinze anos, e consiste essencialmente no Decreto-Lei 182/2006 [1], que transpôs para o direito nacional a Diretiva 2003/10/CE [2].

Complementarmente, pode ser utilizada a norma NP EN ISO 9612:2011 [3], particularmente no que respeita ao cálculo de incertezas e definição de metodologias e estratégias de medição.

Esta legislação obriga a que as medições dos níveis do ruído, neste contexto, sejam sempre realizadas por uma entidade acreditada, ou por um técnico superior de higiene e segurança do trabalho ou por um técnico de higiene e segurança do trabalho que possua certificado de aptidão profissional válido e formação específica em matéria de métodos e instrumentos de medição do ruído no trabalho.

Existem em Portugal mais de trinta laboratórios de ensaios de acústica com acreditação para o ensaio de “Avaliação da exposição dos trabalhadores ao ruído durante o trabalho”, de acordo com o Decreto-Lei 182/2006 [1]. Um dos requisitos da norma NP EN ISO/IEC 17025:2018 [4] é a participação regular e planeada em Ensaios de Aptidão ou em Comparações Interlaboratoriais, como meio de assegurar a validade dos seus resultados. Estes factos, levaram a RELACRE a organizar um Ensaio de Aptidão (EAp) – Ruído Laboral - Avaliação da exposição ao ruído durante o trabalho, que decorreu em 2021, e cujos resultados se discutem no presente artigo.

## 2. ENSAIO DE APTIDÃO

O objetivo do Ensaio de Aptidão foi a determinação da exposição pessoal diária de um trabalhador ao ruído durante o trabalho,  $L_{EX,8h}$ , bem como do respetivo nível de pressão sonora de pico,  $L_{Cpico}$ .

O ensaio decorreu em maio e junho de 2021, ainda sob o efeito das limitações impostas pela pandemia Covid 19. Deste modo, a opção possível foi a de realizar um ensaio misto, com uma parte de medição real no terreno, no caso numas instalações da RELACRE, sendo esta medição complementada por um conjunto de dados fornecidos pela organização, com vista a calcular a exposição pessoal diária do trabalhador.

Assim, foi definido um “trabalhador virtual”, que desempenhava três tarefas, sendo uma delas, correspondente à tarefa de limpeza de peças por ultrassons, caracterizada pela medição a realizar pelos laboratórios. As outras duas tarefas foram caracterizadas por valores de níveis sonoros contínuos equivalentes e de pico fornecidos pela organização. Foram também definidos os tempos de exposição para cada uma das tarefas, de modo a permitir efetuar os cálculos da exposição pessoal diária de um trabalhador ao ruído durante o trabalho,  $L_{EX,8h}$ , bem como do respetivo nível de pressão sonora de pico,  $L_{Cpico}$ .

Os laboratórios deviam também apresentar o valor de incerteza estimada para o nível de  $L_{EX,8h}$  calculado no ensaio, bem como efetuar a avaliação dos resultados obtidos, face à legislação aplicável.

Os resultados avaliados no EAp foram o nível sonoro contínuo equivalente da tarefa caracterizada por medição,  $L_{Aeq}$ , e a exposição pessoal diária do trabalhador,  $L_{EX,8h}$ . Foi também comparado o valor de incerteza expandida apresentado com o valor calculado pelos RTE (Responsáveis Técnicos do Ensaio).

Participaram no ensaio 34 laboratórios, quase todos acreditados pelo IPAC (Instituto Português de Acreditação), de acordo com a norma NP EN ISO/IEC 17025:2018, para o ensaio em causa, sendo que apenas três não eram acreditados.



Figura 1 – Local de ensaio

O local de ensaio está representado na figura 1, onde é também visível um sonómetro da organização, que permaneceu sempre no mesmo local, de modo a identificar possíveis variações significativas dos níveis sonoros, que pudessem influenciar a caracterização do posto de trabalho, a realizar pelos laboratórios participantes. As principais fontes sonoras existentes eram o sistema de exaustão existente, cuja campânula é visível na fotografia, e a tina de limpeza de peças por ultrassons, visível em baixo, atrás da porta do armário aberta. A tina de limpeza por ultrassons foi utilizada no ensaio dado que o nível sonoro do sistema de exaustão era relativamente reduzido, da ordem de 70 dB, e pretendíamos um nível sonoro mais realista, pelo menos superior a 80 dB. O facto de utilizar a tina de limpeza por ultrassons como fonte sonora, introduz uma situação particular na medição - o facto de existir uma forte componente de altas frequências, tipicamente na banda de oitava de 16 kHz, sendo que esta banda não tem um tratamento específico na legislação sobre ruído nos locais de trabalho. No entanto, como veremos adiante, esta situação acabou por permitir retirar algumas conclusões importantes, quer para os laboratórios participantes, quer para toda a comunidade envolvida neste tipo de avaliações.

### **3. RESULTADOS OBTIDOS**

#### **3.1. Resultados Obtidos na Tarefa Prática**

Como anteriormente referido, a tarefa prática de limpeza de peças, foi caracterizada por medição dos níveis sonoros, em situação real, mas sem a presença do trabalhador. Os resultados obtidos pelos laboratórios participantes apresentam-se na tabela 1, retirada do relatório final do Ensaio de Aptidão [5].

Tabela 1 – Níveis de  $L_{Aeq,T}$ , em dB, reportados pelos laboratórios para a tarefa 1

Laboratórios	$y_1$	$y_2$	$y_3$	$y_4$	$y_5$	$y_6$	$y_7$	$y_8$	$y_9$	$y_{10}$	$y_i$
L1	88,8	88,4	88,2	88,4							88,5
L2	86,3	86,3	86,3								86,3
L3	81,4	81,3	81,3	81,1							81,3
L4	83,8	83,9	83,8								83,8
L5	90,9	91,0	91,0								91,0
L6	85,3	85,5	85,8								85,5
L7	83,8	83,7	83,4								83,6
L8	91,3	91,4	91,4								91,4
L9	88,4	88,6	88,7								88,6
L10	79,8	80,0	80,1	80,0	79,4	79,3					79,8
L11	91,4	91,6	91,7								91,6
L12	87,7	87,7	87,7								87,7
L13	78,1	77,6	77,3	77,6	77,6						77,6
L14	85,5	85,7	85,6								85,6
L15	77,4	78,6	78,6								78,2
L16	85,1	85,1	85,2								85,1
L17	91,1	91,1	90,9								91,0
L18	80,3	80,1	80,0								80,1
L19	81,2	81,3	81,4	81,1	81,2	81,0	81,1	80,9	81,0	81,4	81,2
L20	90,6	90,2	90,4								90,4
L21	85,9	85,8	85,7								85,8
L22	91,9	91,9	91,9								91,9
L23	95,2	95,1	95,0								95,1
L24	93,6	94,7	94,0								94,1
L25	87,0	87,0	86,5								86,8
L26	90,6	91,0	91,1								90,9
L27	81,0	80,5	80,8								80,8
L28	81,3	81,8	81,8	81,9							81,7
L29	90,8	90,9	90,8	90,9							90,9
L30	82,6	83,0	83,5								83,0
L31	82,5	82,6	82,5								82,5
L32	87,2	86,9	87,0								87,0
L33	96,2	96,2	96,2								96,2
L34	88,2	88,2	88,3								88,2
Média Robusta										Y	86,5
Desvio Padrão Robusto										s	5,41

A análise destes resultados permite identificar de imediato pelo menos duas questões preocupantes:

- Apesar de ser utilizada uma estatística robusta, o desvio padrão obtido, 5,4 dB, é muito elevado;
- Existe um conjunto significativo de laboratórios a reportar níveis sonoros muito baixos; oito laboratórios reportaram valores inferiores a 83 dB, mais de 3 dB abaixo do valor médio robusto obtido!

Esta última questão causou alguma preocupação nos RTE do ensaio, pois apesar da estatística robusta utilizada, quando cerca de 25 % dos laboratórios apresentam resultados algo desviantes, no mesmo sentido, podem influenciar a média e o desvio padrão obtidos, e consequentemente os resultados do ensaio.

### 3.2. Tarefa Prática “Corrigida”

Para tentar minimizar os problemas identificados acima, foi solicitado aos laboratórios que confirmassem os resultados apresentados, tendo em atenção que o valor global devia corresponder ao nível sonoro contínuo equivalente,  $L_{Aeq}$ , medido diretamente pelo sonómetro, e que apresentassem os valores medidos na banda de frequências de oitava de 16 kHz, se possível.

Com os resultados corrigidos, quer pelos laboratórios, quer pelos RTE, considerando os casos em que foram reportados valores para a banda de frequências de oitava de 16 kHz, verificou-se que, quatro laboratórios, dos oito iniciais, subiram claramente os valores considerados, tendo sido calculados novos valores de média e desvio padrão robustos, mais representativos da realidade.

Tabela 2 – Níveis de  $L_{Aeq,T}$ , em dB, considerados na avaliação da tarefa 1

Laboratórios	$y_1$	$y_2$	$y_3$	$y_4$	$y_5$	$y_6$	$y_7$	$y_8$	$y_9$	$y_{10}$	$y_i$	Z-score
L1	88,8	88,4	88,2	88,4							88,5	0,2
L2	86,3	86,3	86,3								86,3	-0,3
L3	81,4	81,3	81,3	81,1							81,3	-1,5
L4	83,8	83,9	83,8								83,8	-0,9
L5	90,9	91,0	91,0								91,0	0,8
L6	85,3	85,5	85,8								85,5	-0,5
L7	83,8	83,7	83,4								83,6	-1,0
L8	91,3	91,4	91,4								91,4	0,9
L9	88,4	88,6	88,7								88,6	0,2
L10	88,2	88,2	88,3	88,1	87,7	88,0					88,1	0,1
L11	91,4	91,6	91,7								91,6	0,9
L12	87,7	87,7	87,7								87,7	0,0
L13	78,1	77,6	77,3	77,6	77,6						77,6	-2,4
L14	85,5	85,7	85,6								85,6	-0,5
L15	77,4	78,6	78,6								78,2	-2,3
L16	85,1	85,1	85,2								85,1	-0,6
L17	91,1	91,1	90,9								91,0	0,8
L18	89,3	89,2	89,2								89,2	0,4
L19	81,2	81,3	81,4	81,1	81,2	81,0	81,1	80,9	81,0	81,4	81,2	-1,6
L20	90,6	90,2	90,4								90,4	0,6
L21	85,9	85,8	85,7								85,8	-0,4
L22	91,9	91,9	91,9								91,9	1,0
L23	95,2	95,1	95,0								95,1	1,8
L24	93,6	94,7	94,0								94,1	1,5
L25	87,0	87,0	86,5								86,8	-0,2
L26	90,6	91,0	91,1								90,9	0,8
L27	81,0	80,5	80,8								80,8	-1,6
L28	81,3	81,8	81,8	81,9							81,7	-1,4
L29	90,8	90,9	90,8	90,9							90,9	0,8
L30	82,6	83,0	83,5								83,0	-1,1
L31	82,5	82,6	82,5								82,5	-1,2
L32	87,2	86,9	87,0								87,0	-0,2
L33	96,2	96,2	96,2								96,2	2,0
L34	88,2	88,2	88,3								88,2	0,1
Média Robusta											Y	87,7
Desvio Padrão Robusto											s	4,21

Verificou-se uma redução do desvio padrão e uma ligeira subida da média robusta, que estava a ser influenciada pelo grande número de resultados muito baixos reportados.



Figura 2 – Exemplos de medições efetuadas por alguns dos laboratórios participantes

### 3.3. Resultados dos Níveis de Exposição Pessoal Diária, $L_{Ex,8h}$

Foram também analisados os valores apresentados pelos laboratórios para os níveis de exposição pessoal diária,  $L_{Ex,8h}$ , e para a respetiva incerteza. Os resultados obtidos e respetiva avaliação apresentam-se na tabela 3, abaixo.

O cálculo dos níveis de exposição pessoal diária a partir dos valores medidos, para a tarefa prática, e dos valores fornecidos pela organização para as outras duas tarefas, acabaram por originar dispersões muito menores para os valores de exposição pessoal diária.

De notar que doze laboratórios apresentaram valores de incerteza diferentes dos calculados pelos RTE. Em grande parte destes, foi possível identificar que esta diferença se deveu ao facto de não ter sido considerada a utilização de um dosímetro (equipamento de classe de exatidão II), que se encontrava especificado numa das medições com níveis definidos pela organização.

Tabela 3 – Níveis exposição diária ao ruído,  $L_{Ex,8h}$ , em dB, e avaliação respetiva

Laboratórios	Exposição diária ao ruído, $L_{Ex,8h}$	U	Z-score	Análise RTE			
				$L_{Ex,8h}$	U	Avaliação de conformidade	Regra de decisão
L1	90	2,1	0,0	90,0	2,1		
L2	89,8	2,2	-0,4	89,8	2,2		
L3	89,5	2,3	-1,0	89,5	2,3		
L4	89,6	2,3	-0,8	89,6	2,3		
L5	90,4	1,6	0,8	90,4	2,0		
L6	89,7	2,2	-0,6	89,7	2,2		
L7	89,6	2,4	-0,8	89,6	2,3		
L8	91	1,9	2,0	90,5	1,9		
L9	90	2,1	0,0	90,0	2,1		
L10	89,8	2,3	-0,4	90,0	2,1		
L11	92	1,79	4,0	90,6	1,9		
L12	89,9	1,7	-0,2	89,9	2,2		
L13	89,4	2,4	-1,2	89,4	2,4		
L14	89,8	2,2	-0,4	89,7	2,2		
L15	89,0	1	-2,0	89,5	2,4		
L16	89,7	2,0	-0,6	89,7	2,3		
L17	90,4	1,9	0,8	90,4	2,0		
L18	90,1	2,2	0,2	90,1	2,1		
L19	89,5	1,7	-1,0	89,5	2,3		
L20	90,3	2,0	0,6	90,3	2,0		
L21	89,7	2,2	-0,6	89,4	2,3		
L22	90,6	1,8	1,2	90,6	1,9		
L23	91,7	1,67	3,4	91,7	1,7		
L24	91,3	1,4	2,6	91,3	1,8		
L25	89,8	3,1	-0,4	89,8	2,2		
L26	90,4	1,6	0,8	90,4	2,0		
L27	89,5	2,3	-1,0	89,5	2,3		
L28	89,5	2,3	-1,0	89,5	2,3		
L29	90,1	1,6	0,2	90,4	2,0		
L30	89,6	1,7	-0,8	89,6	2,3		
L31	89,6	2,3	-0,8	89,6	2,3		
L32	89,8	2,3	-0,4	89,8	2,2		
L33	92,2	1,7	4,4	92,2	1,7		
L34	90	2,1	0,0	90,0	2,1		
Média robusta		90					
Desvio padrão robusto		0,50					

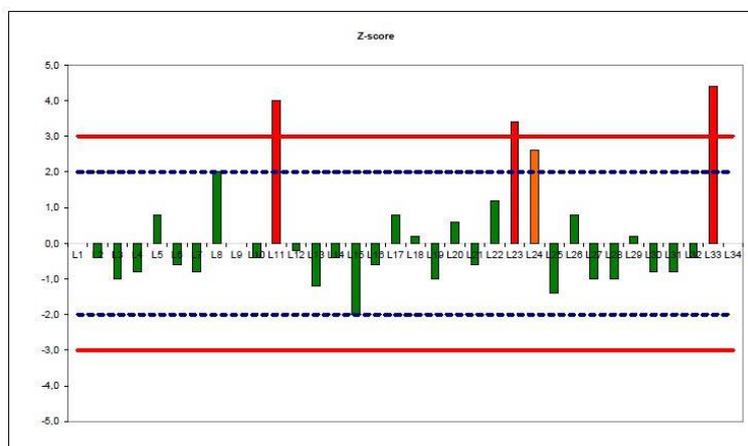


Figura 3 – Valores de Z-score obtidos na avaliação dos níveis de exposição diária ao ruído

Os valores de Z-score obtidos na avaliação dos níveis exposição diária ao ruído,  $L_{EX,8h}$ , encontram-se representados de forma gráfica na figura 3. Dos trinta e quatro laboratórios participantes, quatro obtiveram desempenho insatisfatório e um laboratório obteve desempenho questionável, como se evidencia na referida figura.

#### 4. CONCLUSÕES

O objetivo principal deste artigo não foi exclusivamente a apresentação do Ensaio de Aptidão organizado pela RELACRE sobre a avaliação da exposição pessoal diária de um trabalhador ao ruído durante o trabalho,  $L_{EX,8h}$ , embora seja também muito importante a realização continuada destes ensaios. De facto, por vezes, estes ensaios de aptidão permitem identificar situações que necessitam de correção por parte dos laboratórios, que de outro modo dificilmente seriam identificadas.

Foi o que sucedeu neste Ensaio de Aptidão em particular, em relação ao qual há dois aspetos que é importante relevar, que se descrevem nos pontos seguintes, para os quais entendemos ser necessária uma chamada de atenção.

##### 4.1. Avaliação da exposição pessoal diária dos trabalhadores ao ruído

Os resultados obtidos na avaliação da tarefa prática de medição, permitem supor que poderá haver laboratórios a considerar, na avaliação da exposição dos trabalhadores ao ruído, os valores por bandas de frequências, determinando a partir destes o valor de  $L_{Aeq}$ , em vez de considerar o valor global de  $L_{Aeq}$ , medido diretamente pelo sonómetro.

De facto, embora a legislação apenas refira a análise em frequência nas bandas de 63 Hz a 8 kHz, esta análise prende-se apenas com a adequação dos protetores auditivos ao posto de trabalho considerado.

A avaliação da exposição deve ser sempre realizada com base nos valores de  $L_{Aeq}$  globais, medidos com o sonómetro ou dosímetro, e não com valores obtidos por bandas de frequências. Como ficou patente na análise dos resultados da tarefa prática, alguns laboratórios apresentaram valores inferiores aos valores obtidos considerando a banda de frequências de 16 kHz. Daqui resulta que a exposição dos trabalhadores ao ruído pode ser subestimada, originando uma proteção dos trabalhadores inferior ao que seria correto.

##### 4.2. Incerteza de medição

Pelo menos dez laboratórios, dos trinta e quatro participantes, reportaram um valor de incerteza inferior ao valor calculado pelos RTE. No caso destes ensaios, por aplicação obrigatória da legislação, a avaliação de conformidade pressupõe uma regra de decisão que consiste em adicionar o valor da incerteza ao nível de  $L_{EX,8h}$  calculado, sendo este resultado comparado com os níveis de ação. Mais uma vez, ao subestimar a incerteza, estamos a subestimar também a exposição dos trabalhadores, originando uma proteção dos trabalhadores inferior ao que seria correto.

##### 4.3. Conclusão final

Qualquer dos dois fatores descritos acima, quando subestimado, pode ter como consequência uma avaliação de riscos de exposição ao ruído incorreta, originando a tomada de medidas de redução da exposição que podem ser insuficientes para garantir a segurança do trabalhador, objetivo último da legislação nacional e europeia aplicável.

#### AGRADECIMENTOS

Agradece-se a colaboração da RELACRE, bem como dos responsáveis técnicos que colaboraram na organização e avaliação deste Ensaio de Aptidão.

## 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 de 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.
- [4] NP EN ISO/IEC 17025:2018, Requisitos gerais de competência para laboratórios de ensaio e calibração.
- [5] RELACRE, Relatório Final – Ruído Laboral, REF: EAp/RL/2020, ED: 01, DATA: 2022-03-09