



# Breve Panorâmica do Ruído Industrial em Portugal

L. Bragança<sup>a</sup> e J. Matos<sup>b</sup>

<sup>a,b</sup> *Departamento de Engenharia Civil, Universidade do Minho, Azurém 4800-058 Guimarães,*  
[braganca@civil.uminho.pt](mailto:braganca@civil.uminho.pt); [jorgem@portugalmail.com](mailto:jorgem@portugalmail.com)

**RESUMO:** Este artigo apresenta parte dos resultados obtidos num trabalho de investigação realizado no âmbito de uma dissertação de Mestrado em Engenharia da Universidade do Minho, em colaboração com o Laboratório de Física e Tecnologia das Construções do Departamento de Engenharia Civil. A investigação visava averiguar o cumprimento da legislação nacional sobre os riscos decorrentes da exposição ao ruído dos trabalhadores no seu local de trabalho, passados que estão 12 anos da entrada em vigor do Dec. Lei 72/92 e seu Dec. Regulamentar 9/92, e após a recente publicação da Directiva Comunitária 2003/10/CE de 6 de Fevereiro, que restringe ainda mais os valores limite dos níveis sonoros em locais de trabalho.

Assim neste artigo, explicam-se os critérios de escolha das empresas a estudar, faz-se uma comparação genérica dos pontos mais importantes entre a legislação Portuguesa actual e a sua evolução futura, sobre este assunto, e no final apresentam-se os resultados obtidos para os valores de  $L_{Aeq}$ , assim como se dá conta dos materiais mais utilizados nas envolventes industriais analisadas.

**ABSTRACT:** This paper presents part of the results of a research work carried out in the scope of a Civil Engineering Master thesis, in co-operation with the Building Physics and Construction Technology Laboratory of Civil Engineering Department of the University of Minho. The research purpose was to assess the accomplishment of national legislation in what concerns noise exposition risks of workers in their working places, now that 12 years has passed over the publication of Law 72/92 and its Regulatory Ordinance 9/92. It was also a purpose to evaluate how the Portuguese industrial sector meet the new and even more demanding requirements of the lately published European Directive 2003/10/CE.

Therefore in this paper, the selection criteria of the companies chosen to study are explained, a generic comparison of most significant points of actual and future law is made and, finally, the results of  $L_{Aeq}$  achieved are shown, as well as a small summary of the type of materials used in the industrial buildings.

## 1. INTRODUÇÃO

O propósito deste trabalho foi estudar e investigar um campo da acústica que está menos explorado no nosso país – o acondicionamento acústico em edifícios industriais – e analisar até que ponto este estaria a ser aplicado nas indústrias portuguesas.

Por outro lado pretendeu-se alertar as entidades industriais contactadas para a problemática do ruído nos seus locais de trabalho e para a necessidade, moral e legal, de cumprirem a legislação nacional existente sobre o ruído no local de trabalho, a qual se veio a verificar não ser cumprida na íntegra.

Na presente data, este assunto é legislado pelo Dec. Lei 72/92 de 28 de Abril, e pelo Dec. Regulamentar 9/92 do mesmo dia. No entanto, a recente Directiva Comunitária 2003/10/CE, de 6 de Fevereiro de 2003, com data limite de transposição para a legislação nacional no dia 15 de Fevereiro de 2006, vem exigir maior empenho às empresas no sentido de adoptarem medidas técnicas conducentes à contenção sonora no interior das suas instalações produtivas.



Inicialmente foram enviadas 60 cartas às Administrações de outras tantas empresas, solicitando a autorização para a realizar este estudo. Não deixa de ser sintomático o mal-estar que este assunto provoca nas entidade industriais, evidenciado pelo facto de, numa primeira fase, apenas 14 das 60 empresas contactadas, terem respondido afirmativamente à solicitação apresentada. Houve inclusivamente respostas negativas por escrito, sem apresentação de qualquer justificação ou uma razão plausível. No final conseguiu-se o consentimento de 25 empresas.

Nas empresas que aceitaram fazer parte deste estudo, foram registados os valores do nível sonoro equivalente  $L_{Aeq}$  e de  $L_{Peak}$ , em várias zonas de produção industrial – e não apenas as mais ruidosas. Foram feitas no total 150 medições sonoras, com tempos de amostragem entre 5 e 15 minutos, dependendo da uniformidade do ruído em análise.

Mais à frente apresentam-se valores médios, por tipo de indústria, assim como os valores mais elevados para cada tipo de indústria e a sua localização.

As medições foram feitas com um sonómetro analisador de frequências em tempo real, em 1/3 de oitavas, de modo a caracterizar as diferentes fontes sonoras e a analisar as suas componentes tonais.

Foram ainda registados os cuidados observados na contenção do ruído gerado no interior das unidades industriais, assim como a existência de materiais de absorção acústica.

## 2. EMPRESAS ANALISADAS

### 2.1 Critério de Escolha das Entidades a Estudar

Dada a impossibilidade de estender este estudo a todos os ramos industriais, essencialmente pelas limitações de tempo, foram escolhidas e contactadas 60 empresas das áreas mais directamente ligadas à engenharia civil e à construção, tendo os autores optado pelos seguintes ramos industriais: indústrias extractivas (granitos, mármore, ferro etc.), e indústrias transformadoras (aço, alumínio, madeira, vidro, cerâmica, cimento). Foi ainda escolhida a indústria têxtil, pela sua homogeneidade geográfica localizada (distritos de Braga e Guimarães) e pela sua ligação histórica à Universidade do Minho.

O critério de escolha das empresas recaiu no seu volume de vendas para exportação. Partiu-se do princípio que as empresas com maior volume de vendas para o exterior, seriam as maiores do seu sector e estariam mais organizadas do ponto de vista de qualidade em geral (com a respectiva certificação segundo as normas ISO 14 000) o que, à partida, faria supor a existência de maiores cuidados com as questões de saúde dos seus trabalhadores.

### 2.2 Dados das Empresas Industriais Analisadas

Para a selecção das empresas a analisar tomaram-se por base os dados publicados pelo ICEP – Instituto do Comércio Externo Português, referentes ao ano de 2002, uma vez que esta escolha foi feita em 2003.

Na Tabela I, apresenta-se o capital social, assim como uma ordem de grandeza do volume de exportações e do número de trabalhadores de cada uma das 25 empresas envolvidas neste

estudo. A pedido das Direcções das mesmas, não é indicado o nome de cada uma delas, mas sim um nome código, associado a cada indústria.

Tabela I – *Dados das Empresas Envolvidas no Estudo*

Nº	Industria	Nome Código	Capital Social (Euros)	Volume de Exportação (Euros)	Nº Trabalhadores
1	Cerâmica	ceram01	2.800.000	3 a 5 milhões	100 a 499
2		ceram02	20.700.000	5 a 30 milhões	500 a 999
3		ceram03	12.100.000	" "	100 a 499
4		ceram04	12.000.000	" "	500 a 999
5		ceram05	1.300.000	1 a 3 milhões	100 a 499
6		ceram06	2.400.000	Mercado Nacional	100 a 499
7	Têxtil	textil01	15.000.000	5 a 30 milhões	500 a 999
8		textil02	5.700.000	" "	100 a 499
9		textil03	500.000	" "	100 a 499
10		textil04	14.800.000	" "	500 a 999
11		textil05	32.500.000	30 a 100 milhões	Mais de 1000
12		textil06	12.500.000	" "	Mais de 1000
13	Madeira	madeir01	3.000.000	Mercado nacional	100 a 499
14		madeir02	1.500.000	30 a 100 milhões	500 a 999
15		madeir03	32.500.000	5 a 30 milhões	500 a 999
16		madeir04	47.500.000	" "	500 a 999
17	Extractiva	extrat01	2.700.000	300 mil a 1 milhão	100 a 499
18		extrat02	500.000	1 a 3 milhões	100 a 499
19		extrat03	n.d.	Mercado Nacional	100 a 499
20	Vidreira	vidr01	52.400.000	5 a 30 milhões	100 a 499
21		vidr02	30.000.000	30 a 100 milhões	Mais de 1000
22		vidr03	750.000	" "	500 a 999
23	Alumínio	alum01	500.000	Mercado nacional	100 a 499
24		alum02	2.700.000	1 a 3 milhões	100 a 499
25		alum03	2.000.000	5 a 30 milhões	100 a 499

Como se pode ver, trata-se de empresas de grande dimensão, mesmo aquelas que apresentam apenas volume de vendas interno, sendo a maior parte delas as maiores dentro do seu ramo.

### 3. A LEGISLAÇÃO ACTUAL E A SUA EVOLUÇÃO PREVISÍVEL

Como já foi mencionado, a legislação que regula presentemente em Portugal o ruído nos locais de trabalho está exposta no Decreto-lei 72/92 e no Decreto-Regulamentar nº 9/92 do dia 28 de Abril. Entre a publicação desta legislação e a data actual passaram já 12 anos, tendo havido, portanto, tempo suficiente para as empresas nacionais se terem preparado para o cumprimento do previsto no seu articulado.

Em 6 de Fevereiro de 2003 foi publicado no Jornal Oficial da União Europeia a Directiva 2003/10/CE relativa às prescrições mínimas de segurança e de saúde em matéria de exposição dos trabalhadores aos riscos devidos ao ruído. Esta nova Directiva que deverá ser aceite e

transcrita para legislação nacional até 28 de Fevereiro de 2006, traz alterações significativas à lei nacional em vigor.

Faz-se em seguida uma comparação entre dois aspectos que se consideram fundamentais: a comparação dos valores limite estabelecidos na legislação em vigor e os propostos na nova Directiva Europeia e a aplicação das medidas técnicas de protecção colectiva.

### 3.1 Quanto aos Valores Limite

Um dos aspectos considerados fundamentais na Directiva Europeia é a diminuição dos valores limite de nível sonoro a que um trabalhador pode ser exposto no seu local de trabalho. Na Tabela II, tenta-se sintetizar esta alteração.

Tabela II - *Valores Limite de Exposição*

Valor em Causa	Dec.-Reg. 9/92		Dir. 2003/10/CE	
	$L_{EP,A}$ dB(A)	$L_{pico}$ dB(lin.)	$L_{EX,8h}$ dB(A)	$P_{peak}$ dB(C)
Valor Limite de Exposição	90	140	87	140
Valor superior da exposição que desencadeia a acção			85	137
Valor inferior da exposição que desencadeia a acção	85		80	135

$L_{EP,A}$  e  $L_{EX,8h}$  representam a exposição pessoal diária de um trabalhador ao ruído durante o seu dia de trabalho. Embora as designações sejam diferentes o seu significado físico é o mesmo, havendo apenas uma variação linguística: “EP,A” refere-se a “Exposição Pessoal ponderada a A” e “EX,8h” refere-se a “Exposition in 8 hours”. Em qualquer dos casos os valores de  $L_{EP,A}$  e  $L_{EX,8h}$  são determinados da mesma forma e resultam da aplicação da expressão cálculo seguinte:

$$L_{EP,A} = L_{Aeq,Te} + 10 \cdot \log_{10} (T_e/T_o) \quad \text{dB (A)} \quad (1)$$

em que:

$$L_{Aeq,Te} = 10 \cdot \log_{10} \left( \frac{1}{T} \cdot \int_0^{T_e} [(p_A(t))^2 / (p_o)^2] dt \right) \quad \text{dB (A)} \quad (2)$$

e  $T_e$  é o tempo de duração diária da exposição pessoal de um trabalhador ao ruído durante o trabalho,  $T_o$  é 8 horas,  $p_A(t)$  é a pressão sonora instantânea, ponderada A, e  $p_o$  é a pressão de referência,  $20 \mu\text{PA}$ .

Os símbolos  $L_{pico}$  e  $P_{peak}$  representam os dois, o valor de pico de pressão sonora, ou seja o valor máximo instantâneo do nível de pressão sonora.  $L_{pico}$  e  $P_{peak}$  são determinados pela expressão:

$$L_{pico} = 10 \cdot \log_{10} (P_{max} / P_o)^2 \quad \text{dB} \quad (3)$$

em que  $P_{\max}$  é o valor máximo da pressão sonora instantânea a que o trabalhador está exposto.

Tem-se então que a Directiva Europeia preconiza um valor limite de exposição diária de  $L_{EP,A}$  de 87 dB(A), ou seja, diminui em 3 dB(A) o valor máximo actualmente permitido na legislação Portuguesa.

Também o valor de exposição que desencadeia a necessidade de acção baixa de 85 dB(A) para 80 dB(A) e é criado um valor superior de exposição de 85 dB(A) que limita superiormente a necessidade de acção, sendo estabelecido que a responsabilidade da entidade empregadora aumenta progressivamente entre estes dois valores limite de exposição.

No que diz respeito aos valores da pressão acústica de pico  $L_{\text{pico}}$  ou  $P_{\text{peak}}$ , são criados limites que desencadeiam a acção correctiva e, estes passam a ser contabilizados com ponderação C, em vez do actual valor linear, expresso em dB, o que beneficiará sobretudo os ambientes sonoros onde existam baixas frequências (abaixo de 50 Hz) como acontece no caso de locais de diversão musical nocturna. Assim, passa a ser necessário desencadear acções correctivas quando se verificarem valores iguais ou superiores a 135 dB (C).

### 3.2 Quanto à aplicação de Medidas Técnicas de Protecção Colectiva

O artigo 2º do Dec. Regulamentar 9/92, no seu ponto 3 estabelece que “*Para reduzir os riscos ligados à exposição dos trabalhadores ao ruído durante o trabalho devem ser utilizadas, pela seguinte ordem de prioridades, medidas técnicas de protecção colectiva, de organização do trabalho, e de protecção individual...*”. Destas três opções, as duas primeiras, são de âmbito de estudo especializado a que só técnicos especialistas (normalmente exteriores às empresas) dão resposta e às quais as Direcções empresariais não dão grande atenção. Este facto deve-se a dois motivos fortes: o primeiro é por não saberem o que fazer; o segundo é por na maior parte dos casos, as acções a adoptar serem mais dispendiosas do que fornecer a cada trabalhador uns simples protectores auditivos.

Talvez por isso, apesar de legalmente o fornecimento de protectores auditivos ser a terceira opção a adoptar, depois de tomadas as duas primeiras medidas (protecção colectiva e organização do trabalho) no conjunto de empresas analisadas neste estudo, esse foi o único passo dado pelas entidades empregadoras, no sentido da protecção dos seus trabalhadores.

A Directiva 2003/10/CE, é mais específica. No seu artigo 5º, no ponto 1.e) diz claramente:

“ e) Medidas Técnicas de Redução do Ruído

- i) redução do ruído aéreo através, por exemplo, de placas de insonorização, isolamento acústico, revestimento com material de absorção acústica,
- ii) redução do ruído transmitido pela estrutura, designadamente através de redutores de ruído ou isoladores”

No ponto ii) onde se lê “redutores de ruído” talvez se devesse ler “redutores de vibrações”.

De qualquer modo, parece ser um avanço, na medida em que indica aos não-especialistas em acústica o caminho a seguir para resolver o problema da pressão acústica em excesso.

## 4. RESULTADOS DA ANÁLISE

Foram então analisadas 25 empresas, nos ramos da Indústria Têxtil, Cerâmica, Extractiva (Rochas), Madeira, Vidreira e Alumínio, e realizadas no total 150 medições válidas. A

recolha de dados efectuada nas instalações das empresas teve início em Outubro de 2003, e prolongou-se até Junho de 2004. Em cada uma das instalações, e para cada medição, foi registado não só o nível sonoro equivalente ponderado A,  $L_{Aeq}$  dB(A) e o nível máximo de pressão sonora,  $P_{peak}$  dB, mas também o tipo de revestimentos das superfícies envolventes da zona produtiva e a existência ou não de qualquer dispositivo de isolamento ou absorção acústica.

As medições foram realizadas com um sonómetro integrador com a classe de precisão Tipo I (IEC 651), em terços de oitava, posicionado o mais próximo possível do trabalhador mas de modo a não interferir com a sua actividade normal.

Em seguida apresentam-se os resultados obtidos. Em primeiro lugar referem-se os valores observados de  $L_{Aeq}$  e de  $P_{peak}$  e em seguida apresentam-se as observações respeitantes às medidas técnicas de isolamento e absorção encontrados.

#### 4.1 Valores de $L_{Aeq}$ e $P_{peak}$ encontrados

Os valores de pressão sonora máxima ( $P_{peak}$ ) encontrados, dada a natureza das indústrias estudadas, não se aproximavam dos limites estabelecidos, nem na presente legislação Portuguesa, nem na Directiva 2003/10/CE. Estes valores raramente ultrapassaram os 105 dB, sendo os valores mais altos obtidos nas unidades da indústria vidreira. Por esse motivo não parece interessante desenvolver este aspecto, nem apresentar os valores medidos.

Quanto aos valores de  $L_{Aeq}$ , estes ultrapassam muitas vezes o estabelecido legalmente. As médias obtidas para cada indústria resultam de medições efectuadas em vários pavilhões diferentes e com níveis sonoros diferentes. Para se ter uma ideia mais aproximada das discrepâncias existentes pode-se citar o exemplo da indústria têxtil: nesta indústria o nível sonoro contínuo equivalente médio é de 92,6 dB(A). No entanto, há sectores de produção em que são atingidos valores de níveis  $L_{Aeq}$  dB(A) superiores a 100 dB(A) como é frequente observar-se nas zonas de Tecelagem.

Na tabela III, apresentam-se as médias e os intervalos de variação dos valores de  $L_{Aeq}$  dB(A) medidos.

Tabela III – Valores de  $L_{Aeq}$  dB(A) medidos

Tipo de Industria	Nº Med.	Média	Mínimo	Máximo	Range	Std. Deviation
Têxtil	37	92,6	73,6	112,8	39,2	8,095
Cerâmica	33	87,2	64,0	98,1	34,1	6,298
Madeira	25	91,7	85,0	100,9	15,9	4,437
Extractiva	20	91,1	79,9	101,2	21,3	5,666
Vidreira	17	94,7	84,7	106,1	21,4	5,964
Alumínio	18	84,9	71,4	93,9	22,5	7,112
Total / Média	150	90,4	64,0	112,8	48,8	7,136

O gráfico apresentado na Figura 1 dá uma ideia mais clara destes valores. As caixas representam o intervalo de valores encontrados. As barras horizontais exteriores representam os valores máximos e mínimos e a barra horizontal interior representa a média, para cada uma das indústrias.

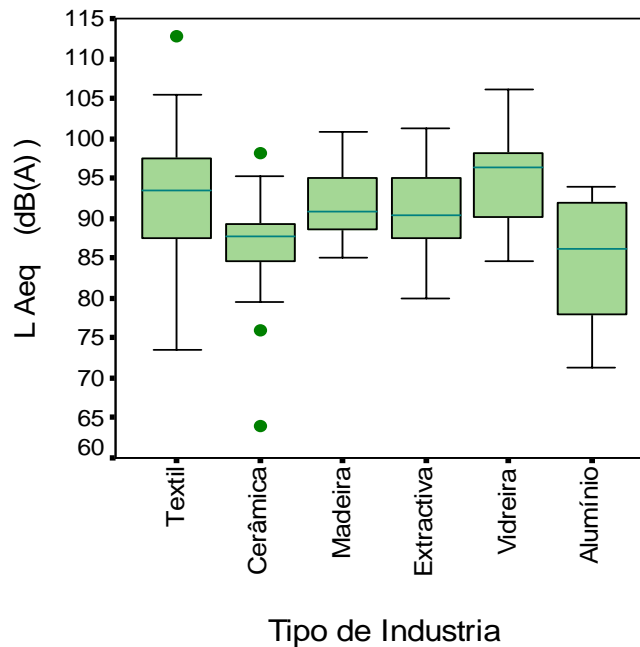


Figura 1 – Gráfico *Box-Plot* dos resultados obtidos

#### 4.2 Revestimentos das Envolventes e Existência de Materiais de Isolamento e Absorção

Em relação aos revestimentos das envolventes e à existência de materiais de isolamento e absorção sonora, constatou-se que do universo de 150 medições 12% das medições foram efectuadas sob um tecto falso. Estes tectos falsos são normalmente de fibra de vidro e têm a superfície plastificada, funcionando apenas e sem grande eficácia como elemento absorvente de altas frequências. Foram detectadas apenas 2 cabines acústicas de grandes dimensões que se verificou que eram inoperacionais, ou pelo menos não cumpriam na totalidade o seu objectivo, dado manterem as portas permanentemente abertas.

Todas as restantes medições foram feitas em ambientes envolvidos por superfícies mais ou menos reflectoras. Na Tabela IV encontra-se uma listagem resumida da constituição do revestimento e da representatividade de cada uma em relação à totalidade da amostra.

Tabela IV – *Materiais Constituintes das Envolventes*

Pavimentos		Paredes		Tectos	
Mat.	%	Mat.	%	Mat.	%
Cimento	77,0	Reboco Cimento	78,0	Fibrocimento	41,0
Chapa Metálica	1,0	Chapa Metálica	7,3	Chapa Metálica	37,0
Cerâmico	17,0	Betão á Vista	5,0	Betão á Vista	4,0
Areia	1,0	Blocos sem Reboco	6,7	Tecto Falso	12,0
Sal Gema	3,0	Sal Gema	3,0	Sal Gema	3,0
Linóleo	1,0			Ar Livre	1,0
				Tijolo e Vigotas	1,0
				Contraplac. Madeira	1,0



## 5. CONCLUSÃO

Pelo que se pode observar nos dados apresentados na Tabela III e na Figura 1, parece evidente que o limite de exposição pessoal diária de um trabalhador ao ruído durante o trabalho, estabelecido no Artigo 1º do Dec.-Reg. 9/92, é muitas vezes ultrapassado nas empresas industriais em Portugal. Esse valor,  $L_{EP,A}$ , definido pela expressão (1), é igual a  $L_{Aeq,T}$  no caso de um turno de trabalho ter 8 horas, e será ainda superior se a jornada de trabalho for mais prolongada.

Dado as empresas analisadas serem de grande dimensão, com departamentos próprios de Higiene e Segurança no Trabalho, chefiados por técnicos com habilitações superiores, faz supor que, na grande maioria das empresa constituintes do tecido industrial Português, que são normalmente de menor dimensão e com menos meios financeiros disponíveis para tratar deste assuntos, a situação não será melhor, e que, no conjunto, apresentarão uma média de resultados ainda mais desfavoráveis.

Quando questionados sobre este assunto, os responsáveis respondem invariavelmente que a responsabilidade é dos trabalhadores por estes não aceitarem usar os protectores auditivos, esquecendo-se (ou ignorando) que o ponto 3 do Art.2º do Dec.-Reg. 9/92 aponta essa solução apenas depois de tomadas as duas primeiras – *implementar técnicas de protecção colectiva e organizar o trabalho de modo diferente*.

O facto de todas as empresas estudadas terem solicitado o anonimato aquando da publicação dos resultados, leva a supor que todas estão conscientes da sua falta. Fica por analisar e comparar os conteúdos dos relatórios das medições que fazem periodicamente.

A conclusão mais importante talvez seja a de que há ainda muito a fazer no sentido de esclarecer a sociedade em geral e os industriais e entidades responsáveis pela fiscalização em particular, quer para a importância do ruído (ou da sua ausência) para o bem-estar dos trabalhadores quer para as técnicas e métodos utilizados actualmente para isolar e absorver os ruídos produzidos nos locais de trabalho, sejam eles em ambientes industriais ou não.

## REFERÊNCIAS

- [1] Decreto-Lei nº 72/92 de 28 de Abril
- [2] Decreto Regulamentar nº 9/92 de 28 de Abril
- [3] Directiva 2003/10/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 6 de Fevereiro
- [4] Norma ISO 1999 – Acoustics – Determination of occupational noise exposure and estimation of noise induced hearing impairment.