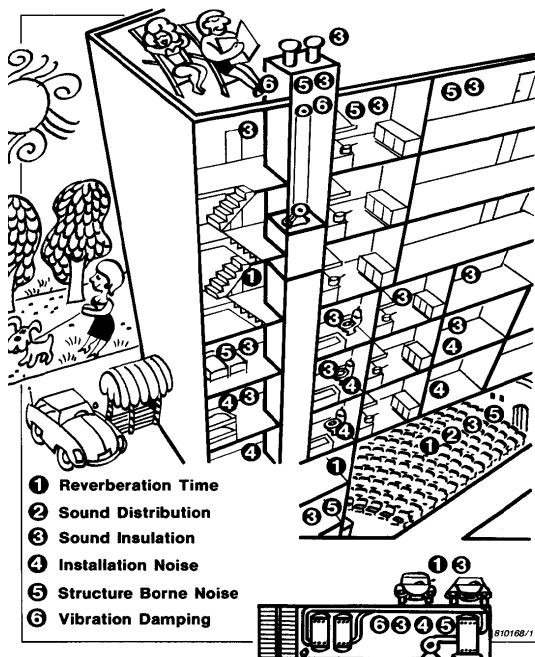


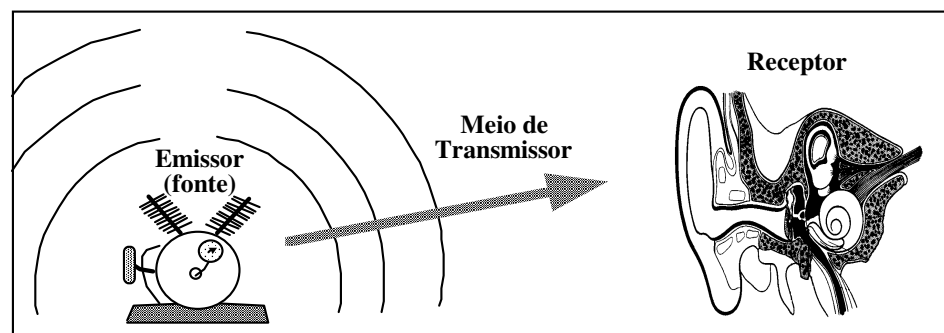
# ACÚSTICA E CONTROLO DE RUÍDO – ASPECTOS LEGAIS

## Acústica Aplicada / Áreas de Estudo

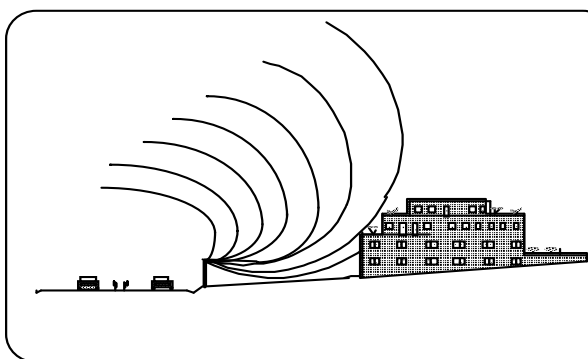
### Acústica de Edifícios



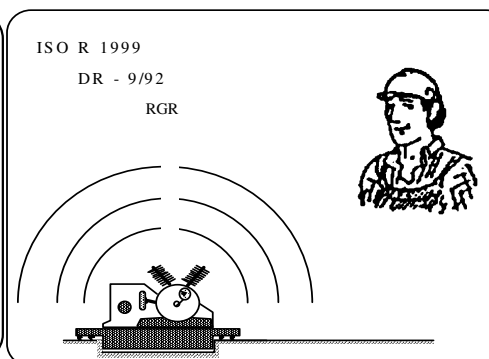
### Controlo de ruídos



### Impacte sonoro (exposição exterior)



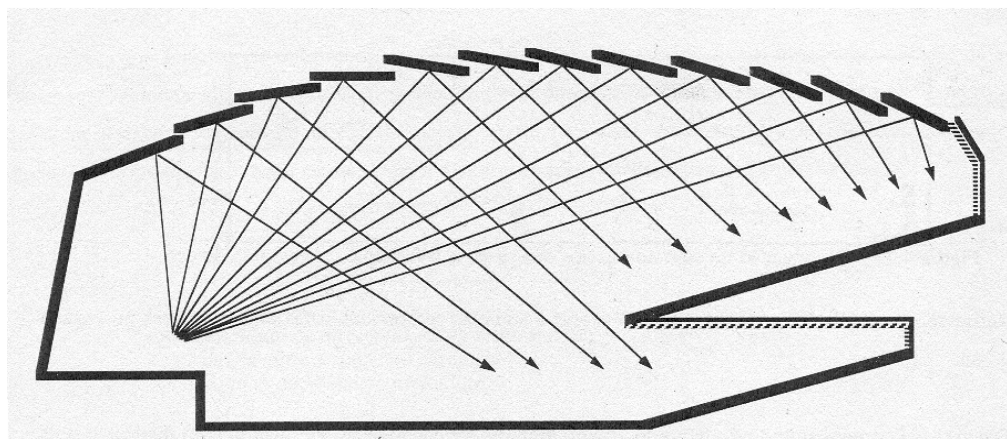
### Ruído na indústria / Act. ruidosas



### Impacte sonoro - Exposição exterior / Incomodidade

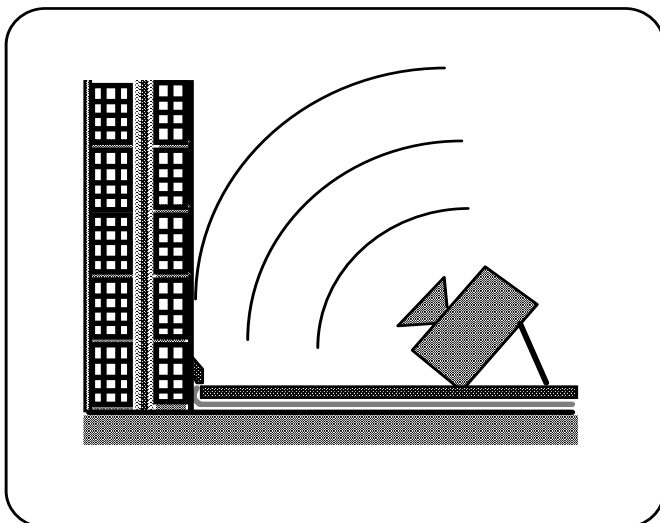
### Acústica em Edifícios

- Correção acústica

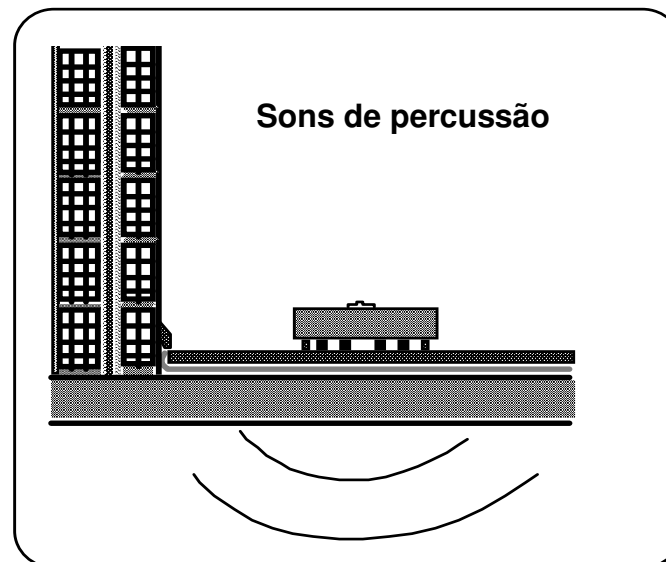


- Isolamento acústico

Sons aéreos



Sons de percussão



### Aspectos Legais / Legislação em vigor

- **Lei de Bases do Ambiente (Lei Nº 11/87 de 7/4)**
  - Objectivo: ambiente humano e ecologicamente equilibrado
  - Componentes ambientais:
    - Naturais: ar, luz, água, solo e subsolo, flora e fauna.
    - Humanos: paisagem, património natural e construído, poluição.
    - ...
    - Ruído (exigências genéricas de **luta contra o ruído, com vista à salvaguarda da saúde e bem estar das populações**).
  - Base da política do ambiente, que originou a posterior publicação legislação específica, nomeadamente o **DL 251/87 de 24/6 (Regulamento Geral Sobre o Ruído)**.
- **DL 292/2000 de 14/11 (RGR / Regime Legal Sobre a Poluição Sonora) , c/ alterações do DL259/02**
  - **Âmbito de aplicação: ruído de vizinhança e actividades ruidosas, permanentes ou temporárias, susceptíveis de causar incomodidade, nomeadamente as seguintes:**
    - Implantação, construção, reconstrução, ampliação e alteração da utilização de edifícios;
    - Laboração de estabelecimentos destinados à indústria, comércio e serviços;
    - Utilização de máquinas e equipamentos;
    - Infra-estruturas de transporte, veículos e tráfego;
    - Espectáculos, diversões, manifestações desportivas, feiras e mercados;
    - Sinalização sonora;
    - Execução de obras de construção civil.
  - Exigências: **Actividades ruidosas em geral / Medidas gerais de prevenção e controlo da poluição sonora**
  - **Aplicação de legislação específica para Edifícios e Locais de trabalho.**
- **DL 129/2002 de 11/5 (Regulamento de Requisitos Acústicos dos Edifícios )**
- **DL 72/92 e Dec. Reg. 9/92 de 28/4 e Directiva 2003/10/CE (Exposição ao ruído em locais de trabalho)**
- **DL 76/2002 de 26/3 (Regulamento das Emissões Sonoras de Equipamento para Utilização no Exterior)**
- **Directiva 2002/49/CE (Avaliação e gestão do ruído ambiente)**

## ACÚSTICA E CONTROLO DE RUÍDO – ASPECTOS LEGAIS

### DL 292/2000 (Regime Legal Sobre Poluição Sonora - RLPS)

#### Classificação de zonas (Artigo 4º)

- Zonas sensíveis -  $LA_{eq} \leq 55 \text{ dB(A)}$  (7 - 22 h);  $LA_{eq} \leq 45 \text{ dB(A)}$  (22 - 7 h)
- Zonas mistas -  $LA_{eq} \leq 65 \text{ dB(A)}$  (7 - 22 h);  $LA_{eq} \leq 55 \text{ dB(A)}$  (22 - 7 h)

#### Instalação e funcionamento de actividades ruidosas permanentes (para actividades novas e já existentes)

- Respeito dos limites fixados para o exterior – critério de exposição no exterior (nº 3 do art. 4º)
- Respeito do critério de incomodidade (nº 3 do art. 8º)

$$LA_r - LA_{eq}(rr) \leq \Delta L \text{ dB(A)} \quad \text{com} \quad LA_r = LA_{eq}(ra) + K1 + K2 \quad (\text{ver anexo I do DL 292}) \quad \text{e} \quad \Delta L = 5 + D \text{ dB(A)} \text{ (dia)} \quad \text{ou} \quad 3 + D \text{ dB(A)} \text{ (noite)}$$

#### Actividades ruidosas temporárias

- Nas proximidades de edifícios de habitação, de escolas, de hospitais ou similares o exercício de actividades ruidosas no período entre as 18 e as 7 horas, aos Sábados, Domingos e feriados fica condicionado à obtenção de uma Licença Especial de Ruído a conceder pela Câmara Municipal ou pelo Governo Civil. Caso a actividade ruidosa seja a realização de espectáculos de diversão, feiras, mercados ou manifestações desportivas a referida licença fica sempre condicionada, qualquer que seja a hora e o dia.
- As obras de recuperação, remodelação ou conservação realizadas no interior de habitações, de escritórios ou de estabelecimentos comerciais apenas podem estar na origem da produção de ruído em dias úteis entre as 8 e as 18 horas.
- Para períodos de funcionamento superiores a 30 dias é obrigatório o respeito dos critérios de exposição no exterior (nº 3 do art. 4º) e de incomodidade (nº 3 do art. 8º).

#### Ruídos de vizinhança (normalmente associado ao uso habitacional e às actividades que lhe são inerentes)

- Não fica dependente do cumprimento de nenhum requisito acústico, mas sim da intervenção das autoridades policiais através da apresentação de queixas.

#### Aplicação de requisitos específicos – O RLPS remete p/ disposições legais e regulamentos específicos aplicáveis

Edifícios - DL 129/2002 de 11/5 / Locais de trabalho - DL 72/92 e Dec. Reg. 9/92 de 28/4 / Equipamentos para o exterior - DL 76/2002 de 26/3

#### Licenciamento de obras de construção civil / Operações de loteamento (documentos a exigir pelas autarquias locais)

- Extracto do mapa de ruído ou, na sua ausência, **relatório sobre recolha de dados acústicos** – Loteamentos, empreend. turísticos,...
- **Projecto acústico** - obras de construção civil

#### Certificação do cumprimento do RLPS (a exigir pelas autarquias antes da emissão da licença de utilização)

## ACÚSTICA E CONTROLO DE RUÍDO – ASPECTOS LEGAIS

### DL 129/2002 (Regulamento de Requisitos Acústicos dos Edifícios )

#### Parâmetros utilizados

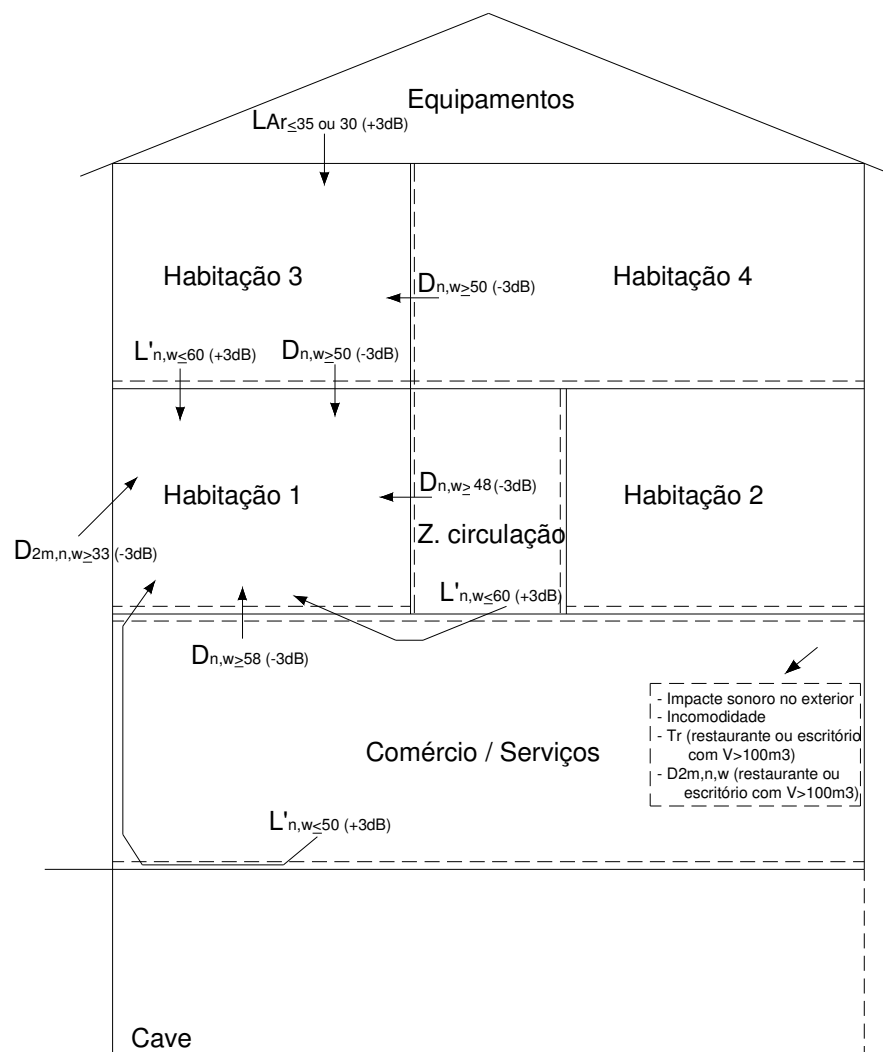
- **$D_{2m,n,w}$**  - Isolamento sonoro de condução aérea, normalizado, em fachadas - medição in situ de acordo com a ISO 140-5
- **$D_{n,w}$**  – Isol. sonoro de condução aérea, normalizado, entre compartimentos - medição in situ de acordo com a ISO 140-4 ( **$D_{n,w} = I_a$** )
- **$L'_{n,w}$**  - Nível sonoro de percussão normalizado - medição in situ de acordo com a ISO 140-7 ( **$L'_{n,w} = I_p - 5 \text{ dB}$** )
- **$L_{Ar}$**  - Nível de avaliação -  $L_{Aeq}$  corrigido das características tonais e impulsivas do som (ver Anexo 1 do Dec. Lei 292/2000 de 14/11)
- **T** - Tempo de reverberação médio (entre 500, 1000 e 2000Hz) - medição in situ de acordo com a ISO 354

#### Edifícios habitacionais e mistos (Artigo 5º)

Ref.	Elemento / local	Mínimo Regulamentar
1a)	Entre o exterior e quartos ou zonas de estar (fachadas com envidraçados)	$D_{2m,n,w} \geq 28 \text{ dB}$ – em zonas sensíveis $D_{2m,n,w} \geq 33 \text{ dB}$ – em zonas mistas (se não existir classificação => considerar zona mista)
1b) e 1e)	Entre compartimentos de um fogo e quartos ou zonas de estar de outro fogo	$D_{n,w} \geq 50 \text{ dB}$ $L'_{n,w} \leq 60 \text{ dB}$
1c), 1e) e 1f)	Entre locais de circulação comum e quartos ou zonas de estar dos fogos	$D_{n,w} \geq 48 \text{ dB}$ $D_{n,w} \geq 40 \text{ dB}$ se a circulação comum for caminho vertical e existir elevador $D_{n,w} \geq 50 \text{ dB}$ se a circulação comum for garagem de estacionamento autom. $L'_{n,w} \leq 60 \text{ dB}$ ou não se aplica se a circulação comum for caminho vertical e existir elevador
1d) e 1g)	Entre locais do edifício destinados a comércio, indústria, serviços ou diversão e quartos ou zonas de estar dos fogos	$D_{n,w} \geq 58 \text{ dB}$ $L'_{n,w} \leq 50 \text{ dB}$
1h)	No interior dos quartos ou zonas de estar o valor de $L_{Ar}$ do ruído particular de equipamentos colectivos do edifício deve satisfazer as seguintes condições	$L_{Ar} \leq 35 \text{ dB(A)}$ se o funcionamento for intermitente $L_{Ar} \leq 30 \text{ dB(A)}$ se o funcionamento for contínuo $L_{Ar} \leq 40 \text{ dB(A)}$ se for um grupo gerador eléctrico de emergência
5	Nas avaliações in situ destinadas a verificar o cumprimento dos requisitos poderão considerar-se:	+ 3 dB para $D_{2m,n,w}$ e para $D_{n,w}$ - 3 dB para $L'_{n,w}$ e $L_{Ar}$

## ACÚSTICA E CONTROLO DE RUÍDO – ASPECTOS LEGAIS

Requisitos acústicos em edifícios de habitação e mistos (Art. 5º do DL 129/2002 de 11 de Maio)



## ACÚSTICA E CONTROLO DE RUÍDO – ASPECTOS LEGAIS

### DL 129/2002 (Regulamento de Requisitos Acústicos dos Edifícios )

#### . Edifícios comerciais, industriais ou de serviços (Artigo 6º)

Ref.	Elemento / local	Mínimo Regulamentar
1a)	Entre o exterior e escritórios, refeitórios ou recintos públicos de restauração	$D_{2m,n,w} \geq 30$ dB
1b)	Tempo de reverberação médio (entre 500, 1000 e 2000Hz), T, com mobiliário e sem ocupação	$T \leq 0.15 \times V^{1/3}$ [s] em refeitórios ou recintos públicos de restauração $T \leq 0.15 \times V^{1/3}$ [s] em escritórios com $V > 100m^3$
1c)	Nos locais situados no interior do edifício, onde se exerçam actividades que requeiram concentração e sossego o valor de LAr do ruído particular de equipamentos do edifício deve ser:	$L_{Ar} \leq 45$ dB(A) se o funcionamento for intermitente $L_{Ar} \leq 40$ dB(A) se o funcionamento for contínuo
4	Nas avaliações in situ destinadas a verificar o cumprimento dos requisitos poderão considerar-se:	+ 3 dB para $D_{2m,n,w}$ -25% para T

. Respeito do critério de exposição no exterior (nº 3 do art. 4º do DL292/200)

. Respeito do critério de incomodidade (nº 3 do art. 8º do DL292/2000)

. Se o local em estudo for implantado em edifício com habitação => respeito das alíneas 1d) e 1g) do art. 5º do DL129/2002

$$D_{n,w} \geq 58 \text{ dB}$$

$$L'_{n,w} \leq 50 \text{ dB}$$

## ACÚSTICA E CONTROLO DE RUÍDO – ASPECTOS LEGAIS

### DL 129/2002 (Regulamento de Requisitos Acústicos dos Edifícios )

#### . Edifícios escolares (Artigo 7º)

Ref.	Elemento / local	Mínimo Regulamentar		
1a)	Entre o exterior e os compartimentos receptores *	D2m,n,w ≥ 28 dB – em zonas sensíveis D2m,n,w ≥ 33 dB – em zonas mistas (se não existir classificação => considerar zona mista)		
1c)	Em compartimentos receptores *, proveniente de outros locais do edifício	L'n,w ≤ 60 dB se o local emissor for corredor de grande circulação, ginásio, refeitório ou oficina L'n,w ≤ 65 dB se o local emissor for salas de aula ou salas polivalentes		
1d)	Tempo de reverberação médio (entre 500, 1000 e 2000Hz), T, com mobiliário e sem ocupação	$T \leq 0.15 \times V^{1/3}$ [s] em salas de aula, salas polivalentes, bibliotecas, refeitórios e ginásios		
1e)	Área de absorção sonora equivalente média (entre 500, 1000 e 2000Hz), A, em átrios e corredores de grande circulação:	$A \geq 0.25 \times S_{\text{planta}}$ , em que $A = \alpha_{\text{med}} \times S_{\text{envolvente}}$ , com $\alpha_{\text{med}} = \alpha_{\text{sabine}}$ médio entre 500 e 2000Hz		
1f)	Em compartimentos receptores * o valor de LAr do ruído particular de equipamentos do edifício deve ser:	Bibliotecas LAr ≤ 38dB(A) se o funcionamento for intermitente LAr ≤ 33 dB(A) se o funcionamento for contínuo Restantes compartimentos receptores * LAr ≤ 43dB(A) se o funcionamento for intermitente LAr ≤ 38 dB(A) se o funcionamento for contínuo		
1b)	Locais de recepção - Locais de emissão	Salas de aula (incluindo musical), de professores, administrativas	Bibliotecas e gabinetes médicos	Salas polivalentes
1b)	Salas de aula (incluindo musical), de professores, administrativas	Dn,w ≥ 45 dB	Dn,w ≥ 45 dB	Dn,w ≥ 45 dB
1b)	Salas de aula musical, salas polivalentes, refeitórios, ginásios e oficinas	Dn,w ≥ 55 dB	Dn,w ≥ 58 dB	Dn,w ≥ 50 dB
1b)	Corredores de grande circulação	Dn,w ≥ 30 dB +15dB se não existir porta	Dn,w ≥ 35 dB +15dB se não existir porta	Dn,w ≥ 30 dB +15dB se não existir porta
5	Nas avaliações in situ destinadas a verificar o cumprimento dos requisitos poderão considerar-se:	+ 3 dB para D2m,n,w e para Dn,w - 3 dB para L'n,w e LAr -25% para T		

\* - Compartimentos receptores - Salas de aula, de professores, administrativas, polivalentes, gabinetes médicos e bibliotecas



## ACÚSTICA E CONTROLO DE RUÍDO – ASPECTOS LEGAIS

### DL 129/2002 (Regulamento de Requisitos Acústicos dos Edifícios )

#### . Edifícios hospitalares (Artigo 8º)

Ref.	Elemento / local	Mínimo Regulamentar	
1a)	Entre o exterior e os compartimentos receptores **	D2m,n,w ≥ 28 dB – em zonas sensíveis D2m,n,w ≥ 33 dB – em zonas mistas (se não existir classificação => considerar zona mista)	
1c)	Em compartimentos receptores **, proveniente de outros locais do edifício	L'n,w ≤ 60 dB se o local emissor for cozinha, refeitório ou oficina L'n,w ≤ 65 dB para os restantes locais emissores	
1d)	Tempo de reverberação médio (entre 500, 1000 e 2000Hz), T, com mobiliário e sem ocupação	T ≤ 0.15xV <sup>1/3</sup> [s] em refeitórios ou enfermarias com V ≥ 100m <sup>3</sup> Em átrios e salas de espera com V ≥ 100m <sup>3</sup> : T ≤ 0.15xV <sup>1/3</sup> [s] sem difusão de mensagens sonoras T ≤ 0.12xV <sup>1/3</sup> [s] com difusão de mensagens sonoras	
1e)	Área de absorção sonora equivalente média (entre 500, 1000 e 2000Hz), A, em corredores de circulação interna:	A ≥ 0.25xS <sub>planta</sub> , em que A = α <sub>med</sub> x S <sub>envolvente</sub> , com α <sub>med</sub> = α <sub>sabine</sub> médio entre 500 e 2000Hz	
1f)	Em compartimentos receptores ** o valor de LAr do ruído particular de equipamentos do edifício deve ser:	LAr ≤ 38dB(A) se o funcionamento for intermitente LAr ≤ 33 dB(A) se o funcionamento for contínuo	
1b)	Locais de recepção - Locais de emissão	Blocos operatórios, gabinetes médicos, salas de trabalho, salas de consulta ou exame	Enfermarias e salas de tratamento
1b)	Blocos operatórios, gabinetes médicos, salas de trabalho, salas de consulta ou exame	Dn,w ≥ 48 dB	Dn,w ≥ 40 dB
1b)	Enfermarias e salas de tratamento	Dn,w ≥ 55 dB	Dn,w ≥ 45 dB
1b)	Circulações internas	Dn,w ≥ 35 dB +15dB se não existir porta	Dn,w ≥ 30 dB +15dB se não existir porta
1b)	Refeitórios e cozinhas	Dn,w ≥ 52 dB	Dn,w ≥ 45 dB
1b)	Oficinas	Dn,w ≥ 55 dB	Dn,w ≥ 48 dB
5	Nas avaliações in situ destinadas a verificar o cumprimento dos requisitos poderão considerar-se:	+ 3 dB para D2m,n,w e para Dn,w - 3 dB para L'n,w e LAr -25% para T	

\*\* - Compartimentos receptores – Blocos operatórios, gabinetes médicos, salas de trabalho, salas de consulta ou exame, enfermarias e salas de tratamento.

## ACÚSTICA E CONTROLO DE RUÍDO – ASPECTOS LEGAIS

### DL 129/2002 (Regulamento de Requisitos Acústicos dos Edifícios )

#### . Recintos desportivos (Artigo 9º)

Ref.	Elemento / local	Mínimo Regulamentar
1	Tempo de reverberação médio (entre 500, 1000 e 2000Hz), T, com mobiliário e sem ocupação	$T \leq 0.15 \times V^{1/3}$ [s] $T \leq 0.12 \times V^{1/3}$ [s] se os espaços forem dotados de sistema de difusão pública de mensagens sonoras
2	Nas avaliações in situ destinadas a verificar o cumprimento dos requisitos poderão considerar-se:	- 25% para T

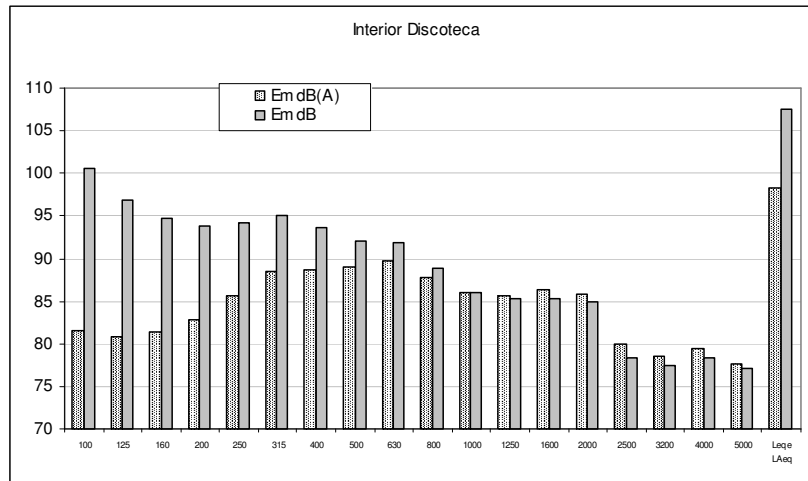
#### . Estações de transporte de passageiros (Artigo 10º)

Ref.	Elemento / local	Mínimo Regulamentar
1	Tempo de reverberação médio (entre 500, 1000 e 2000Hz), T, no interior dos átrios ou salas de embarque das estações de transporte de passageiros, com volume superior a 350m <sup>3</sup> , com mobiliário e sem ocupação	$T \leq 0.15 \times V^{1/3}$ [s] $T \leq 0.12 \times V^{1/3}$ [s] se os espaços forem dotados de sistema de difusão pública de mensagens sonoras
4	Nas avaliações in situ destinadas a verificar o cumprimento dos requisitos poderão considerar-se:	- 25% para T

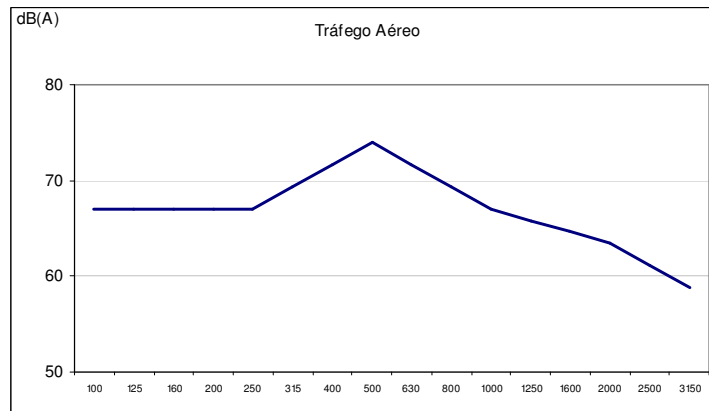
# ACÚSTICA E CONTROLO DE RUÍDO – ASPECTOS LEGAIS

## Principais Tipos de Ruídos/Fontes frequentemente objecto de reclamação

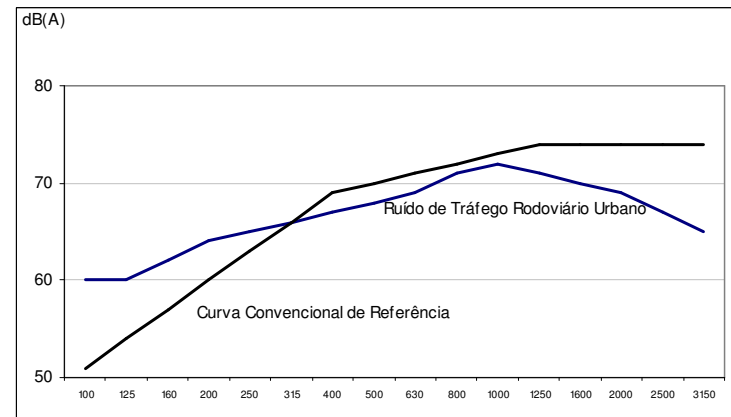
- **Bares e discotecas** – habitualmente associados a níveis elevados e forte componente em baixas frequências



- **Tráfego aéreo**



- **Espectáculos ao ar livre** (concertos onde a forte componente em baixas frequências é ainda mais evidente a grandes distâncias)
- **Actividades comerciais e industriais**
- **Máquinas e equipamentos**
- **Tráfego rodoviário e ferroviário**



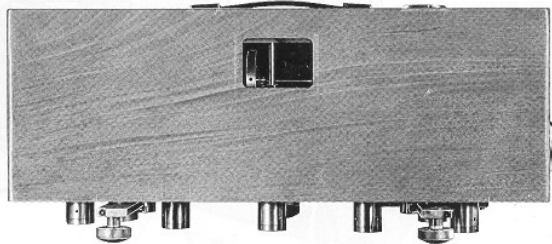
## ACÚSTICA E CONTROLO DE RUÍDO – ASPECTOS LEGAIS

### Equipamentos de medição / Controlo Metrológico

- **Características do Equipamento de Medição Acústica**
  - Equipamento de medição sonora de precisão, da classe 1 - conforme IEC651 e IEC804, homologado pelo Instituto Português da Qualidade;
  - Verificação primitiva e calibração anual, de acordo com as normas legais e regulamentares aplicáveis, designadamente os DL 292/2000 de 14/11 e a norma NP1730:1996;
  - Calibrador de precisão, para verificação em campo do estado de funcionamento do equipamento de medição sonora (pelo menos antes e depois de cada série de ensaios).
- **Equipamentos utilizados em medições acústicas**



**Sonómetros / Analisadores**



**Fonte de percussão**

**Amplifier M700**



**Fonte de de  
ruído aéreo**

## ACÚSTICA E CONTROLO DE RUÍDO – ASPECTOS LEGAIS

### Normas mais importantes a utilizar em acústica de edifícios

- **Caracterização do ambiente sonoro no interior e no exterior dos edifícios**  
**NP 1730-1996:** Acústica. Descrição e medição do ruído ambiente. Parte 1;
  - Parte 1 (NP 1730-1): Grandezas fundamentais e procedimentos;
  - Parte 2 (NP 1730-2): Recolha de dados relevantes para o uso do solo;
  - Parte 3 (NP 1730-3): Aplicação aos limites de ruído.
- **Caracterização do comportamento acústico de elementos de construção e de edifícios (curvas em frequência – bandas de 1/1 ou de 1/3 de oitava)**
  - **NP EN 20140-3 (ISO 140-3):** Medição, em laboratório, do isolamento sonoro a sons aéreos de elementos de construção;
  - **EN ISO 140-4 (ISO 140-4):** Medição, *in situ*, do isolamento sonoro a sons aéreos entre compartimentos;
  - **EN ISO 140-5 (ISO 140-5):** Medição, *in situ*, do isolamento sonoro a sons aéreos de fachadas e de elementos de fachada;
  - **NP EN ISO 140-6 (ISO 140-6):** Medição, em laboratório, do isolamento sonoro de pavimentos a sons de percussão;
  - **NP EN ISO 140-7 (ISO 140-7):** Medição, *in situ*, do isolamento sonoro de pavimentos a sons de percussão;
  - **NP EN ISO 140-8 (ISO 140-8):** Medição em laboratório da redução de transmissão sonora de revestimentos de piso em pavimento normalizado;
  - **EN 20354 (ISO 354):** Determinação do coeficiente de absorção sonora e da área de absorção sonora equivalente.
- **Metodologia para determinação de índices globais de isolamento ou transmissão (a partir das curvas em frequência)**
  - **NP EN ISO 717-1 (ISO 717-1):** Medição do isolamento sonoro de edifícios e de elementos de construção – Isolamento sonoro a sons de condução aérea;
  - **NP EN ISO 717-2 (ISO 717-1):** Medição do isolamento sonoro de edifícios e de elementos de construção – Isolamento sonoro a sons de percussão.
- **Metodologia de previsão para acústica de edifícios (apoio a projecto)**
  - **EN 12354-1:** Isolamento acústico entre compartimentos (a sons aéreos);
  - **EN 12354-2:** Isolamento de ruídos de percussão entre compartimentos.

## ACÚSTICA E CONTROLO DE RUÍDO – ASPECTOS LEGAIS

### Referências Bibliográficas

- [1] Patrício, Jorge Viçoso - "Acústica nos Edifícios". LNEC, Lisboa, 2003.
- [2] Patrício, Jorge Viçoso - "Condicionamento acústico de estabelecimentos de restauração e unidades similares ". NS 87 - LNEC, Lisboa, 2001.
- [3] Silva, P. Martins da - "Acústica em Edifícios", Informação Técnica - Edifícios 8, LNEC, Lisboa, 1978.
- [4] Mateus, D. – "Avaliação de Características Acústicas em Envidraçados Correntes". Tese de Mestrado, DEC-FCTUC, Coimbra, 1998.
- [5] Tadeu, A. and Mateus, D. – "Sound Transmission Through Single, Double and Triple Glazing. Experimental Evaluation". Applied Acoustics. 2001, Vol. 62(3), pp. 307-325.
- [6] Meisser, Mathias - "Acustica de los edificios", Editores Técnicos Asociados, S.A., Barcelona, 1973 - Tradução do Título Original "La Pratique de L'Acoustique dans le Batiments", S.D.T.B.T.P., Paris.
- [7] Beranek, L. L. and Vér, I. L., "Noise and Vibration Control Engineering", Wiley, New York, 1992.
- [8] Cyril, M. Harris - "Handbook of Noise Control", Edições McGraw-Hill Book Company, New York, 1979.
- [9] Josse, Robert - "Notions d'Acoustique - à l'Usage des Architectes, Ingénieurs et Urbanistes", Ed. Eyrolles, Paris, 1977.
- [10] Bies, A. David and Hansen H. Colin - "Engineering Noise Control. Theory and Practice." Spon Press, Third Edition, London, 2003.
- [11] CEN: ISO 140 "Acoustics - Measurement of sound insulation in buildings and of building elements – Part 4;5;7.
- [12] CEN: "Acoustics – Rating of sound insulation in buildings and of building elements – Part 1: Airborne sound insulation". EN ISO 717-1, 1996.
- [13] PORTUGAL. Leis, Decretos. "Regime Legal Sobre a Poluição Sonora" - DL 292/2000 de 14 de Novembro.
- [14] PORTUGAL. Leis, Decretos. "Regulamento de Requisitos Acústicos dos Edifícios" - DL 129/2002 de 11 de Maio.