



## FICHA TÉCNICA

---

TÍTULO

# Acústica nos edifícios

AUTOR

**Jorge Patrício**

EDITORIA

**Publindústria – Edições Técnicas**

DISTRIBUIÇÃO

**Engebook – Conteúdos de Engenharia e Gestão** · [www.engebook.com](http://www.engebook.com)

FORMATO: 170 x 240 mm

NÚMERO DE PÁGINAS: 412 (aprox.)

## SOBRE A EDITORA

---

A Publindústria assume como missão estratégica a promoção, divulgação e edição de conteúdos especializados afins ao conhecimento técnico e científico, representados pela edição de livros em suporte físico e digital, revistas especializadas, seminários e formações. A chancela Engebook agrega a oferta de conteúdos no domínio da engenharia e gestão. Ao longo de trinta anos temos vindo a percorrer um caminho de verdade e autenticidade que nos coloca hoje na liderança dos editores especializados em Portugal.

## SOBRE O LIVRO

---

O presente livro aborda os vários aspectos associados ao condicionamento acústico de edifícios, proporcionando metodologias para efectuar a avaliação do condicionamento em causa, tanto em fase de projecto, como em fase referente a caracterização de situações já existentes, de acordo com os requisitos legais e normativos em vigor.

Do mesmo modo, pretende contribuir para o reforço da consciencialização da comunidade técnica e científica para a necessidade de se ter em atenção os aspectos de condicionamento acústico dos edifícios nos processos de verificação de conformidade dos já construídos, assim como nos de construção nova ou de reconversão e remodelação de instalações.

## SOBRE O AUTOR

---

**Jorge Viçoso Patrício** é licenciado e Doutorado em Engenharia Civil (IST). É Investigador do LNEC e autor de diversos livros e publicações várias sobre Acústica. Tem participado em numerosas conferências e encontros científicos nacionais e internacionais. Tem ministrado e organizado múltiplas acções de formação avançada em Acústica do Ambiente e da Edificação, e faz parte do corpo de oradores convidados em cursos de Mestrado de várias universidades nacionais. É representante português no CEN (Comité Europeu de Normalização) sobre Acústica de Edifícios, sendo membro de vários grupos de trabalho. É Presidente da Sociedade Portuguesa de Acústica e Presidente da Associação Europeia de Acústica (EAA). É também membro da Especialização em Engenharia Acústica da Ordem dos Engenheiros, assim como membro Conselheiro desta Ordem.

# Acústica nos edifícios

## PREÂMBULO

### NOÇÕES GERAIS

- 1.1 Introdução
- 1.2 Exposição ao ruído e perdas auditivas
- 1.3 O som no ar
- 1.4 Propagação em meio fluido homogéneo, isotrópico e não dissipativo
- 1.5 Propagação em meios dissipativos
- 1.6 Ondas em meio sólido
- 1.7 Nível de pressão e de potência sonoras
- 1.8 Nível sonoro
- 1.9 Bandas de frequências
- 1.10 Modelos de ruído-tipo
- 1.11 Equipamento de medição

### INTEGRAÇÃO URBANÍSTICA E AMBIENTE ACÚSTICO

- 2.1 Introdução
- 2.2 O ruído de tráfego terrestre
- 2.3 Outras instalações
- 2.4 Descrição / identificação de problemas
  - 2.4.1 Tráfego rodoviário
  - 2.4.2 Tráfego ferroviário
- 2.5 Aeroportos (tráfego aéreo)
- 2.6 Instalações industriais, minas, estaleiros etc
- 2.7 Correção acústica
  - 2.7.1 Tráfego terrestre
  - 2.7.2 Tráfego aéreo
- 2.8 Estaleiros e instalações similares
- 2.9 Soluções preventivas e correctivas
- 2.10 Aspectos legais aplicáveis
  - 2.10.1 Considerações gerais
  - 2.10.2 Artigos relevantes

### ISOLAMENTO A SONS AÉREOS

- 3.1 Introdução
- 3.2 Caracterização do isolamento a sons aéreos
- 3.3 Método de caracterização experimental
- 3.4 Método elasto-dinâmico
- 3.5 Aplicação dos métodos expostos
  - 3.5.1 Considerações gerais
  - 3.5.2 Sistemas duplos pesados
  - 3.5.3 Sistemas duplos aligeirados
- 3.6 Aspectos complementares
  - 3.6.1 Influência do efeito de coincidência
  - 3.6.2 Ressonâncias de sistemas duplos
  - 3.6.3 Transmissões parasitas

### ISOLAMENTO A SONS DE PERCUSSÃO

- 4.1 Introdução
- 4.2 Caracterização do isolamento a sons de percussão
- 4.3 Método de avaliação experimental
- 4.4 Método do invariante  $R + L$
- 4.5 Método de R. Josse
  - 4.5.1 Introdução
  - 4.5.2 Força alternada e sinusoidal
  - 4.5.3 Força impulsiva
- 4.6 Consideração do efeito de revestimentos de piso
  - 4.6.1 Considerações gerais
  - 4.6.2 Revestimentos resilientes
  - 4.6.3 Sistemas flutuantes
- 4.7 Pavimentos de madeira

### QUALIDADE ACÚSTICA DE ESPAÇOS FECHADOS

- 5.1 Considerações gerais
- 5.2 Noção de tempo de reverberação
- 5.3 Correção acústica de espaços
  - 5.3.1 Introdução
  - 5.3.2 Determinação da área de absorção sonora equivalente
  - 5.3.3 Materiais porosos
  - 5.3.4 Sistemas ressonantes
  - 5.3.5 Determinação do índice de absorção sonora  $\alpha_w$
- 5.4 Definição, clareza e inteligibilidade
  - 5.4.1 Introdução
  - 5.4.2 Definição
  - 5.4.3 Clareza
  - 5.4.4 Inteligibilidade (STI)
- 5.5 Difusão

### EQUIPAMENTOS E INSTALAÇÕES

- 6.1 Ruído de equipamentos
  - 6.1.1 Introdução
  - 6.1.2 Equipamentos de carácter colectivo
  - 6.1.3 Unidades de comércio e serviços
- 6.2 Ruído de Instalações
- 6.3 Controlo do ruído de equipamentos em edifícios
  - 6.3.1 Introdução
  - 6.3.2 Enquadramento regulamentar
  - 6.3.3 Vias de transmissão do ruído de equipamentos
  - 6.3.4 Situações mais frequentes de ruído de equipamentos em edifícios
- 6.4 Linhas orientativas para uma aplicação prática

### TRANSMISSÃO MARGINAL E VERIFICAÇÃO IN SITU

- 7.1 Introdução
- 7.2 Sons aéreos
- 7.3 Sons de percussão
- 7.4 Quantificação da transmissão marginal relativa aos sons aéreos
- 7.5 Quantificação da transmissão marginal relativa aos sons de percussão
- 7.6 Determinação experimental dos factores da transmissão marginal
  - 7.6.1 Velocidade média de vibração
  - 7.6.2 Coeficiente de redução de propagação de vibrações
- 7.7 Campo de aplicação

### INTER-RELAÇÃO ENTRE A ACÚSTICA, TÉRMICA E A VENTILAÇÃO

- 8.1 Introdução
- 8.2 Condições térmicas e de ventilação
- 8.3 Inter-relação entre os requisitos acústicos e as exigências de conforto higrotérmico e ventilação
  - 8.3.1 Considerações gerais
  - 8.3.2 Exigências regulamentares e/ou normativas
  - 8.3.3 Isolamento sonoro dos elementos da envolvente exterior (inter-relação com isolamento térmico e ventilação)
- 8.4 Isolamento sonoro dos elementos de separação (inter-relação com isolamento térmico e inércia térmica)
  - 8.4.1 Isolamento sonoro a sons de condução aérea
  - 8.4.2 Isolamento sonoro a sons de percussão
  - 8.4.3 Correção acústica de recintos fechados (inter-relação com a inércia térmica)
- 8.5 Resumo das exigências

### VIBRAÇÕES DEVIDAS A EQUIPAMENTOS E INSTALAÇÕES

- 9.1 Introdução
- 9.2 Aspectos teóricos
  - 9.2.1 O modelo discreto de um grau de liberdade

TÍTULO

# Acústica nos edifícios

## ÍNDICE

- 9.2.2 Vibrações em meios contínuos
- 9.2.3 Discretização de sistemas em modelos com vários graus de liberdade
- 9.2.4 Descrição das vibrações no domínio da frequência
- 9.2.5 Transformada discreta e transformada rápida de Fourier
- 9.3 Isolamento de Vibrações
- 9.4 Aspectos práticos
  - 9.4.1 Tipos de vibrações considerados
  - 9.4.2 Intensidade, nível e frequências da vibração
  - 9.4.3 Previsão das frequências próprias de um edifício ou de um elemento
  - 9.4.4 Ruído estrutural
- 9.5 Critérios de avaliação e normas portuguesas e internacionais
  - 9.5.1 Grandezas a medir e equipamentos
  - 9.5.2 Normas portuguesas e critérios nacionais
    - 9.5.2.1 Vibrações impulsivas
    - 9.5.2.2 Vibrações continuadas
  - 9.5.3 Normas internacionais (referência)
- 9.6 Recomendações gerais para estaleiros de obras e para explorações ou instalações geradoras de vibrações
  - 9.6.1 Projecto
    - 9.6.1.1 Edifícios com ocupação humana
    - 9.6.1.2 Impacto ambiental de grandes instalações e de vias de transportes terrestres
  - 9.6.2 Inspeção prévia
  - 9.6.3 Construção
  - 9.6.4 Exploração

## REGULAMENTO DOS REQUISITOS ACÚSTICOS DOS EDIFÍCIOS ANOTADO

- 10.1 Decreto-Lei n.º 129, de 11 de Maio de 2002 (RRAE), alterado pelo Decreto-Lei n.º 96, de 9 de Junho de 2008
- 10.2 RRAE: avaliação acústica
- 10.3 Procedimentos de avaliação típicos

## SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS E EXERCÍCIOS DE APLICAÇÃO

- 11.1 Soluções construtivas
- 11.2 Dados complementares
- 11.3 Exercícios de aplicação
  - Nível sonoro global
  - Zona opaca
  - Zona translúcida
  - Separação de fogos na horizontal
  - Separação de fogos na vertical
  - Sons aéreos
  - Sons de percussão
  - Sons aéreos
  - Sons de percussão
  - Sons Aéreos
- 11.4 Testes apresentados em cursos promovidos pelo autor

## ANEXO - OUTROS MÉTODOS DE CARACTERIZAÇÃO DO ISOLAMENTO SONORO

- A1 Métodos de Medição
  - A.1.1 Método da holografia acústica
  - A.1.2 Método da intensimetria sonora
- A.2 Métodos de Previsão
  - A.2.1 Método de E. Gerretsen
  - A.2.2 Método da análise modal
  - A.2.3 Método dos elementos finitos, FEM
  - A.2.4 Método de análise estatística de energia, SEA

## BIBLIOGRAFIA