

# CAEd\_v1.00

## Cálculo Acústico de Edifícios

### O programa que calcula o desempenho acústico de edifícios.

O programa CAEd foi desenvolvido com o objectivo de permitir o cálculo dos indicadores habitualmente utilizados para caracterizar o desempenho acústico dos edifícios, no âmbito das disposições regulamentares e normativas aplicáveis. O programa CAEd permite fazer o cálculo dos parâmetros relevantes em acústica de edifícios, respectivamente,  $D_{2m,n,w}$ ,  $D_{n,w}$ ,  $L'_{n,w}$ ,  $Tr$ ,  $L_{Ar}$ , ou  $D_{2m,nT,w}$ ,  $D_{nT,w}$ ,  $L'_{nT,w}$ ,  $Tr$ ,  $L_{Ar,nT}$  os quais corporizam as exigências funcionais constantes no Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios (R.R.A.E.).

O código fonte está escrito em linguagem PROLOG, utilizando o interpretador de Swi-Prolog que foi desenvolvido por Jan Wielemaker de Universidade de Amesterdão. A vantagem de ter sido utilizada esta linguagem deve-se ao facto de ser desenhada para aplicações de inteligência artificial nomeadamente sistemas periciais. O reconhecimento automático dos caminhos de transmissão marginais, consoante se trate de um par (emissão/recepção) alinhado ou desfasado, a selecção dos valores correctos para os coeficientes  $K_{ij}$  e para as duplicações (caso existam) dos respectivos caminhos, a forma rápida como se pode representar um qualquer espaço, são características fulcrais do CAEd.

Assim, são possíveis os seguintes cálculos em CAEd v1.0:

- Isolamento a sons aéreos de um par emissão/recepção, relativo a compartimentos contíguos, alinhados ou não (indicadores:  $R'_{w}$ ;  $D_{n,w}$  e  $D_{nT,w}$ ).
- Isolamento a sons aéreos de fachadas de compartimentos, incluindo compartimentos com mais de uma fachada (indicadores:  $R_{45}$ ;  $D_{2m,n,w}$  e  $D_{2m,nT,w}$ ).
- Nível sonoro de percussão num compartimento, a partir da percussão

padronizada do pavimento de um compartimento contíguo, alinhado ou não, incluindo o caso em que o compartimento emissor é subjacente ao receptor (indicadores:  $L'_{n,w}$  e  $L'_{nT,w}$ ).

- Tempo de reverberação de compartimentos, por bandas de oitava nos intervalos [125 Hz – 4 kHz] ou [500 Hz – 2 kHz].
- Nível sonoro num compartimento, devido ao ruído aéreo transmitido por um equipamento instalado noutra compartimento contíguo (indicador:  $L_{Ar}$  ou  $L_{Ar,nT}$ ).
- Nível sonoro no interior de um compartimento com fachada, tendo em atenção o ruído ambiente exterior (indicador:  $L_{Aeq}$ ).
- **Calcular o isolamento sonoro entre compartimentos contíguos** (sons aéreos e de percussão), a partir dos dados geométricos do par emissão /recepção e dos elementos construtivos adoptados.
- **Calcular o isolamento sonoro a sons de percussão** com recinto emissor subjacente ao receptor.

**Notas:**

- 1) *Possibilidade de introdução de elementos isolantes duplicadores dos elementos base.*
  - 2) *Resultados com identificação das contribuições directa e marginal, evidenciando os percursos de transmissão envolvidos.*
  - 3) *Cálculos efectuados de acordo com EN 12354.*
  - 4) *Possibilidade de importação de novos elementos construtivos e de criação de outros por parte do utilizador.*
- **Cálculo de isolamento a sons aéreos de fachadas**, incluindo estimação do nível sonoro interior, em função do nível sonoro no exterior.
  - **Cálculo de tempo de reverberação** para recintos regulares, baseado nas teorias de descrição estatística do campo sonoro em recintos fechados.
  - **Cálculo de ruído de equipamentos** incluindo o nível sonoro na emissão, a partir da potência sonora do(s) equipamento(s); o nível sonoro na recepção a partir do nível na emissão e do isolamento sonoro entre locais.

## **Interface com o utilizador**

- A interface com o utilizador desenvolve-se através de um editor gráfico que possibilita a visualização a 3Dimensões (3D) dos objectos em análise. Esta interface permite que o utilizador verifique visualmente – e com rapidez – se está a introduzir os dados do programa de forma correcta.

- As caixas de diálogo para definição de espaços arquitectónicos, em processamento pelo programa, estão equipadas com pequenas imagens esclarecedoras do que deve ser introduzido nas diferentes opções integrantes dessas mesmas caixas.

## **Base de dados em CAEd v1.0**

O CAEd v1.0 calcula o desempenho acústico de edifícios, a partir do conhecimento do desempenho dos seus elementos constituintes.

- A base de dados incluída em CAEd v1.0, contém valores de grandezas acústicas e características de elementos construtivos correntes, as quais estão agrupadas por classes de elementos.
- Existe ainda a possibilidade de o utilizador acrescentar novos elementos à base de dados, através do menu Utilidades, onde se permite definir materiais que não estejam na base de dados de CAEd, mas que os seus utilizadores tenham conhecimento através de bibliografia, ensaios ou outros elementos fiáveis.

*Os objectos referentes aos elementos construtivos depois de definidos pelo utilizador, poderão ser utilizados nos diferentes módulos de cálculo de CAEd sempre que se trate do mesmo parâmetro de cálculo. Por exemplo, quando se define um objecto "elemento construtivo" (também chamado divisória em CAEd), ele poderá ser utilizado em todos os pares (emissão / recepção) do projecto, bem como no cálculo do isolamento de fachadas ou no efeito de ruído devido a equipamentos. Esta potencialidade pretende relacionar-se com certos procedimentos habituais em matéria de projectos de arquitectura, que visam a simplificação e racionalização da própria construção.*

## **Opções de cálculo em CAEd v1.0**

Relativamente aos isolamentos (sons aéreos entre compartimentos; sons aéreos em fachada e nível sonoro de percussão), os princípios de cálculo adoptados em CAEd v1.0, assentam, no essencial, no método simplificado descrito na Norma Europeia de cálculo, EN 12354 – ‘Cálculo do desempenho acústico dos edifícios a partir do desempenho acústico dos seus elementos constituintes’ – partes 1; 2 e 3, tendo sido admitida uma simplificação adicional, traduzida no processamento de valores de entrada globais, ponderados ‘w’, em vez de valores por bandas de frequência.

# Transmissões marginais

O programa CAEd permite calcular o isolamento sonoro entre espaços tendo em atenção a contribuição da transmissão directa e das transmissões marginais conforme preconizado na norma EN 12354.

## **Importante**

- *Os cálculos que o CAEd efectua abrangem todas as grandezas que enformam os requisitos acústicos do RRAE – Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios*
- *O Manual técnico de CAEd v1.0 é o livro 'Acústica nos Edifícios' – J. Patrício, ed. Verlag Dashofer.*
- *Os autores não se responsabilizam pela utilização fraudulenta do CAEd, sendo as conclusões e as opções tomadas pelo utilizador, a partir dos resultados do CAEd, da sua inteira responsabilidade.*

## **Autores:**

**João Mariz Graça**

Arquitecto, Mestre em Construção / Tese em sistemas periciais pelo IST, Projectista de Física das Construções

**Jorge Viçoso Patrício**

Engenheiro Civil, Doutorado e Agregado pelo IST, Investigador e Professor de Acústica, Especialista em Engenharia Acústica da Ordem dos Engenheiros

**Luís Santos Lopes**

Engenheiro Civil, Especialista em Engenharia Acústica da Ordem dos Engenheiros, Projectista em Acústica de Edifícios e Acústica Ambiental

Comercialização:

Idomiz, informática, Lda

Pedidos de informação

Inês Leal

Tel: 21 471 45 40

[ileal@idomiz.pt](mailto:ileal@idomiz.pt)

[www.idomiz.pt](http://www.idomiz.pt)