

## A CLASSIFICAÇÃO ACÚSTICA COMO INSTRUMENTO DE VALIDAÇÃO DOS PROCESSOS DE REABILITAÇÃO ACÚSTICA DE EDIFÍCIOS HABITACIONAIS

J. Patricio<sup>b</sup>

<sup>b</sup> *Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Av Brasil 101, 1700-066 Lisboa, Portugal, [jpatricio@lnec.pt](mailto:jpatricio@lnec.pt)*

**RESUMO:** Em consequência da recente crise financeira internacional, a qual teve reflexos relevantes nas economias dos países do sul da Europa, foi considerado estratégico pelo Governo Português apostar na reabilitação dos edifícios do património mais antigo, diminuindo o investimento na construção nova, devido por um lado à saturação do mercado e por outro aos constrangimentos financeiros existentes. Neste enquadramento foi publicada legislação que isenta a necessidade de cumprir critérios legais de acústica de edifícios.

Para superar esta situação, e em consonância com tendências europeias recentes, foi criado um sistema de classificação acústica de edifícios que, ao ser aplicado a processos de reabilitação, permite qualificar as melhorias introduzidas e atribuir uma classe de conforto.

Para além de valorizar o edifício reabilitado em termos de mercado, os resultados obtidos com a aplicação deste sistema, possibilitam ultrapassar a isenção legal de aplicação de normas de acústica de edifícios, e proporcionar ao residente ou comprador a exibição de uma certificação de qualidade do bem adquirido.

Nesta comunicação apresenta-se a metodologia referida, fazem-se algumas considerações de aplicabilidade e referem-se alguns exemplos típicos de aplicação.

**KEYWORDS:** Acústica de edifícios, Classificação acústica, Conforto

## 1. INTRODUÇÃO

Na linha das várias componentes que integram o meio ambiente global, como sejam a qualidade do ar e da água do ponto de vista físico e químico, os aspetos ecológicos, a fauna, a flora, o património arqueológico e cultural, a paisagem e a organização do território, o ambiente sonoro, visto numa perspectiva de interligação entre o ser humano e os estímulos auditivos e vibro-sensoriais que o rodeiam, assume uma importância relevante no conceito de sustentabilidade.

No domínio da acústica, um desenvolvimento sustentável abrange, assim, tanto o ambiente exterior, entendido como o meio envolvente dos edifícios, como o ambiente interior a esses mesmos edifícios, definido por espaços habitacionais, cuja qualidade pode e deve ser potenciada pelas tecnologias construtivas disponíveis.

Até há alguns anos atrás, a promoção da habitação assentou fundamentalmente na construção de edifícios novos, definindo novos aglomerados urbanos, com toda a panóplia de vias rodó e ferroviárias, e serviços de acesso, criando novas centralidades, com todos os problemas daí derivados, nomeadamente a desertificação do centro das cidades, com reflexos negativos notórios na sustentabilidade global.

Todavia, devido à crise financeira internacional, começou a adoptar-se em Portugal, como linha estratégica de recuperação sustentável das cidades, a promoção de acções de reabilitação de edifícios. E, para esse efeito e com o objectivo de facilitar os processos de licenciamento respectivos e potenciar pequenas acções de recuperação, foi criado um regime de isenção de verificação de critérios de condicionamento acústico que, na opinião do autor, em nada favorecem o consumidor ou usufrutuário final do bem habitação.

Para superar esta situação, e em consonância com tendências europeias recentes, foi criado um sistema de classificação acústica de edifícios que, ao ser aplicado a processos de reabilitação, permite qualificar as melhorias introduzidas e atribuir uma classe de conforto ao edifício ou à fração habitacional que tenha sido objeto de acções de reabilitação, o qual é influenciado por 3 realidades distintas (vizinhança, acessos comuns, e interior da habitação versus habitações e outros espaços privados adjacentes), conforme se ilustra a Figura 1.



Figura 1 – Ilustração das realidades que influenciam a qualidade acústica de uma habitação

Assim, esta comunicação apresenta uma metodologia para avaliar a qualidade acústica de edifícios habitacionais, visando a sua qualificação em termos das características globais da componente acústica interior nos espaços com utilização sensível (quartos e salas), contribuindo, conseqüentemente, para a sustentabilidade devida à componente acústica, e para o reforço dos padrões de qualidade de vida do cidadão.

## 2. METODOLOGIA

Neste sentido e para o efeito pretendido, a avaliação correspondente baseia-se numa metodologia de quantificação dos indicadores regulamentares respetivos (quando aplicáveis), e na proposição de condições específicas quando a legislação existente não contemplar aspetos que se consideram relevantes para o estabelecimento de qualidade acústica desejável.

À quantificação dos indicadores ou à apreciação das condições específicas mencionadas é atribuída uma pontuação de valoração (Pt), obtendo-se a pontuação média para a **Habitação**, de acordo com a seguinte expressão (1):

$$Habitação = \frac{\sum_1^N \alpha_i P_{ti}}{\sum_i \alpha_i} \quad (1)$$

onde,

N - é o número de indicadores (requisitos regulamentares) considerados para a avaliação;

$P_{ti}$  - são os pontos atribuídos a cada índice considerado;

$\alpha_i$  - coeficiente de ponderação associado a cada indicador (vd. Tabela 1).

Com base na pontuação média obtida, por aplicação da expressão 1, é utilizado o enquadramento seguinte para atribuição do Nível de Avaliação Acústica (NAA) da habitação em causa, e o qual irá traduzir o seu grau de qualidade acústica, respectivamente:

- $NAA \geq 2,5 \Rightarrow$  TIPO A; Permite assegurar padrões de conforto acústico de alto nível exigencial (qualidade muito boa).
- $1,5 \leq NAA < 2,5 \Rightarrow$  TIPO B; Cumpre patamar exigencial de conforto acústico, superior ao preconizado pela regulamentação aplicável (qualidade recomendável).
- $1,0 \leq NAA < 1,5 \Rightarrow$  TIPO C; Cumpre, genericamente, com o disposto na regulamentação aplicável e/ou assegura condições mínimas de conforto acústico.
- $NAA < 1,0 \Rightarrow$  TIPO D; Não conforme à legislação e/ou não assegurando desempenho acústico adequado.

Para efeitos de aplicação da expressão 1, apresentam-se, na Tabela 1, os indicadores utilizados na legislação Portuguesa relativamente à acústica de edifícios, assim como os coeficientes de ponderação respetivos que integram a expressão de avaliação anteriormente referida.

Tabela 1 – Indicadores e coeficientes de ponderação

Situação	Indicador	Coef.
1) Isolamento sonoro de fachada (salas e quartos)	$D_{2m,nT,w}$	$\alpha_1 = 4$
2) Isolamento a sons aéreos (entre salas de apartamento emissor e salas ou quartos do apartamento receptor)	$D_{nT,w}$	$\alpha_2 = 6$
3) Isolamento a sons aéreos entre espaços comuns como zonas de emissão e salas e quartos como zonas de recepção	$D_{nT,w}$	$\alpha_3 = 2$
4) Isolamento a sons aéreos entre quartos e salas (como zonas de recepção) e espaços adjacentes usados para actividades comerciais, industriais, ou de divertimento público (como zonas de emissão)	$D_{nT,w}$	$\alpha_4 = 8$
5) Isolamento a sons de percussão em quartos ou salas (como zonas de recepção) devido a ações de impacto exercidas em pavimentos de outro apartamento ou em espaços comuns (como zonas de emissão)	$L'_{nT,w}$	$\alpha_5 = 8$
6) Isolamento a sons de percussão em quartos ou salas (como zonas de recepção) devido a ações de impacto exercidas em pavimentos de espaços usados para actividades comerciais, industriais, ou de divertimento público (como zonas de emissão)	$L'_{nT,w}$	$\alpha_6 = 6$
7) Nível do ruído de equipamentos colectivos, tais como elevadores, portas de garagens, sistemas de ventilação, HVAC, etc., dentro de quartos ou salas de apartamentos	$L_{Ar,nT}$	$\alpha_7 = 5$
8) Isolamento a sons aéreos entre salas e quartos do mesmo apartamento	$D_{nT,w}^{(1)}$	$\alpha_8 = 1$

(1) – Situação não regulamentar

Os valores dos coeficientes de ponderação adoptados pelo legislador, foram já aferidos e validados com base em inquérito social, o qual foi organizado privilegiando a simplicidade de compreensão, imprescindível para uma adesão de respostas significativa, tendo a sua distribuição sido realizada com auxílio de uma ferramenta *on-line*. Para a sua elaboração foram considerados os princípios da norma portuguesa NP 4476:2008 (a qual é derivada da ISO TS 15666:2003), tendo-se adoptado, neste caso, uma escala numérica de onze pontos.

Assim relacionou-se a incomodidade média relativamente aos vários tipos de ruído/isolamento legalmente considerados, onde um indicador associado a um ruído mais incomodativo terá necessariamente um maior coeficiente/peso de importância.

Para efeitos de atribuição das pontuações associadas a cada indicador de comportamento acústico, são utilizados os âncoras constantes das Figuras 2 e 3, onde R representa o valor limite regulamentar.

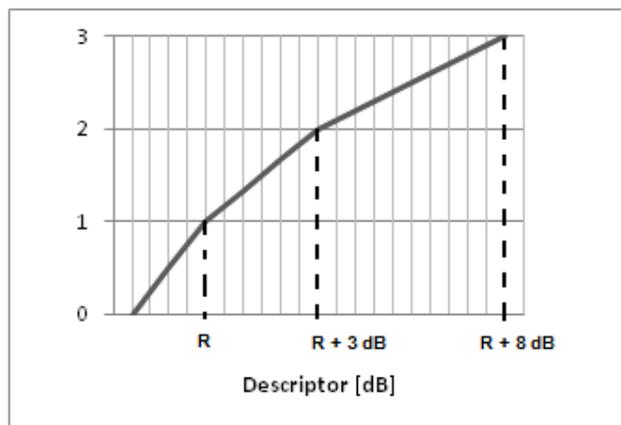


Figura 2 – Àbaco para quantificação do número de pontos a atribuir (isolamento)

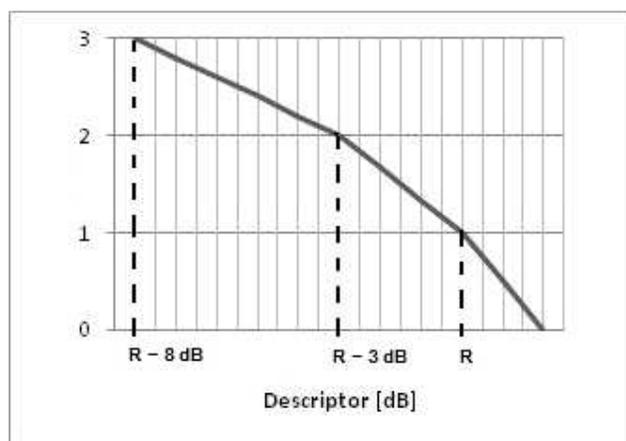


Figura 3 – Àbaco para quantificação do número de pontos a atribuir (campo sonoro)

Note-se que na quantificação referida, de acordo com a legislação Portuguesa (sem a aplicação do regime de isenção inicialmente indicado), se pressupõe que os edifícios cumpram os critérios regulamentares em vigor, ou seja tenham sempre como valor mínimo uma pontuação igual a 1 para todos os indicadores (e naturalmente para o valor médio global).

Todavia, no caso dos edifícios reabilitados, e atendendo à isenção mencionada, pode dar-se o caso de, após a reabilitação, não existir verificação regulamentar, e nessa situação existir uma margem extremamente alargada de “possibilidades” de qualidade. Por exemplo, sendo o limite regulamentar igual 50 dB (situação do isolamento sonoro requerido entre apartamentos), o isolamento sonoro de um edifício reabilitado que não observe as disposições legais tem, em última instância, uma gama de variação no seu indicador de isolamento da ordem das 50 unidades (correspondente à pontuação inferior a 1).

Assim, sempre que o valor em causa seja inferior a 1,0 (Tipo D), pode haver interesse em detalhar mais pormenorizadamente esta banda classificativa, a qual tem como limite superior o Nível de Avaliação Acústica Tipo C (1,0).

Para o efeito, apresenta-se um conjunto de ábacos, homólogos dos anteriores, os quais possibilitam formular uma avaliação/classificação consentânea com os requisitos desejados.

Esta classificação é detalhada em 4 classes, respectivamente D+, D-, E, F e G, correspondendo a primeira a uma redução de 3 dB relativamente aos valores regulamentares atualmente especificados, a segunda a uma redução de 5 dB (3 + 2 dB), ou seja 2 dB em relação á anterior, e E e F a reduções de 5 dB cada relativamente aos limites anteriores (e G à extensão mínima), conforme gráficos da Figura 4.

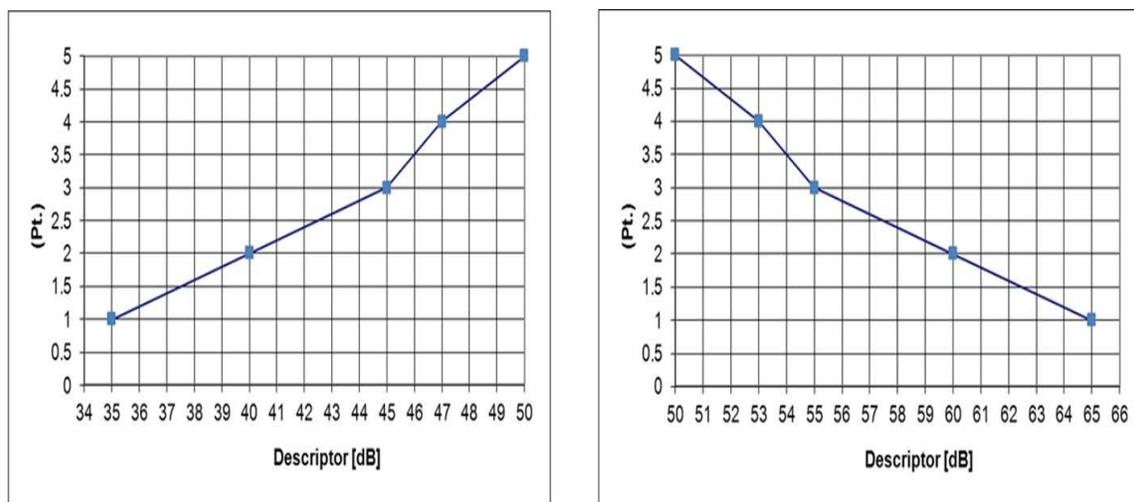


Figura 4 – Ábaco para quantificação do número de pontos a atribuir (isolamento e campo sonoro, nos casos de reabilitação que não verifiquem exigências legais)

Na circunstância, a classificação fica disposta na forma, sendo o parâmetro de avaliação agora designado por IAA (Índice de Avaliação Acústica), para o diferenciar da classificação atribuível a edifícios que verifiquem os critérios regulamentares, como segue:

$$4,5 \leq \text{IAA} < 5,0 \Rightarrow \text{Tipo D+}$$

$$3,5 \leq \text{IAA} < 4,5 \Rightarrow \text{Tipo D-}$$

$$2,5 \leq \text{IAA} < 3,5 \Rightarrow \text{Tipo E}$$

$$1,5 \leq \text{IAA} < 2,5 \Rightarrow \text{TIPO F}$$

$$\text{IAA} \leq 1,5 \Rightarrow \text{TIPO G}$$

### 3. EXEMPLOS

Na Figura 5 apresenta-se uma ilustração exemplificativa da aplicação desta metodologia a 3 casos em que num deles, não havendo verificação regulamentar (é edifício reabilitado), houve necessidade de estender e detalhar a classificação a atribuir para que de um ponto de vista de mercado o edifício tenha uma etiquetagem de qualidade acústica.

	Requisito	Chiado	Avaliação	Av. Berna	Avaliação	B. Alto	Avaliação
Habitação	1	(40); 3	1.9	(35); 1.7	2.0	(33); 1	0.1
	2	(52); 1.6		(53); 2		(46); 0	
	3	(56); 3		(45); 2.4		(25); 0	
	4	-		(57); 0		(46); 0	
	5	(60); 1		(52); 3		(71); 0	
	6	-		(41); 3		(55); 0	
	7	(27); 3		(29); 2		(38); 0	
	8	1*		(40); 1.4		(20); 0	
Global			Tipo B		Tipo B		Tipo D

Figura 5 – Exemplo de aplicação da metodologia

Na Figura 6 apresenta-se a qualificação atribuível ao caso de edifício que não cumpre os critérios regulamentares em termos de acondicionamento acústico (obteve-se um IAA 2.5, ficando a habitação qualificada como do tipo F).

Requisito	Bairro Alto	Avaliação
1	(33); 5.0	2.5
2	(46); 3.5	
3	(25); 1.5	
4	(46); 1.6	
5	(71); 1.8	
6	(55); 3.0	
7	(38); 2.7	
8	(20); 1.0	
Classificação		Tipo F

Figura 6 – Extensão da aplicação a edifício não conforme regulamentarmente

### 3. CONCLUSÕES

A metodologia apresentada nesta comunicação segue princípios de avaliação de sustentabilidade na componente de conforto humano em edifícios e também do comportamento dos próprios edifícios e da sua integração no ambiente envolvente.

Como realçado, permite que os promotores, as autoridades licenciadoras e os utilizadores finais, possam classificar ou beneficiar de uma classificação acústica que pode potenciar aspectos relevantes de mercado.

Os procedimentos expostos são de fácil utilização, dão resultados adequados e compreensíveis para o cidadão comum, o que é deveras importante para a comunidade. Pode ser aplicada a edifícios novos e antigos, ou àqueles que venham a ser alvo de processos de reabilitação, reconversão ou remodelação, revitalizando assim as cidades e proporcionando condições adequadas para nelas se viver.

Por último refere-se que as avaliações apresentadas nos exemplos de aplicação são coerentes com as apreciações globais a que os edifícios em causa são normalmente sujeitos pelos adquirentes

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- [1] Patrício, J. – Método LNEC para avaliação e classificação da qualidade acústica de edifícios habitacionais. LNEC, Lisboa, 2013.
- [2] Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios - Decreto-Lei nº. 96/2008, de 9 de Junho, Diário da Republica, 1ª Série, 2008.
- [3] Silva, R.; Patrício, J. ; Aelenei, D. - Analysis of Weighting Coefficients Associated with Indices of Acoustic Behavior of Dwellings (Análise dos Coeficientes de Ponderação Associados aos Índices de Comportamento Acústico de Habitações). TECNIACUSTICA 2013, Valladolid, Spain, October, 2013.
- [4] ISO TS 15666:2003: Acoustics — Assessment of noise annoyance by means of social and socio-acoustic surveys.