

Ambiente acústico de/en la vivienda: al encuentro de una visión holística¹



Prof. Jorge Patrício

Laboratório Nacional de Engenharia Civil – LNEC

jpatricio@lnec.pt

PACS: 43.10.Ce

Resumen

En la antigüedad clásica, la estructura del conocimiento se basaba en la filosofía introspectiva, en la medicina, en la matemática y en la astrología, definiendo así las ciencias de la vida y de la reflexión Humana. En el transcurso de los años, debido al desarrollo de las metodologías de análisis y del propio pensamiento, el conocimiento científico ha empezado a dividirse en áreas cada vez más especializadas, originando ramas de conocimiento, las cuales, aun pareciendo diferentes, parten de una misma visión filosófica y científica. Y con la acústica no ha sido diferente!

Derivada de la física e incorporada en soluciones tecnológicas aplicadas a la propagación, a la recepción y a la interpretación de estímulos sonoros, la acústica fue dividida en varias ramas, tales como la electroacústica, la psicoacústica, la bioacústica, la acústica ambiental, la acústica de la edificación, etc.. En el caso particular del ambiente acústico interior de los edificios residenciales, no hay duda que a él contribuyen muchas ramas. Por eso, para que la evaluación de la exposición al ruido, del cual los residentes de las viviendas están dependientes, sea realista se tienen que tener en cuenta todos los aspectos relacionados, hecho que nos conduce a la necesidad de efectuar un análisis más global, o sea de acuerdo con una visión holística del sistema.

En la conferencia se presentará una reflexión sobre el tema de la acústica en la vivienda, llamando la atención sobre el hecho de que la acústica ambiental y la acústica de la edificación no son dos realidades separadas, sino que están estrictamente relacionadas en los aspectos de generación, gestión, control, propagación y percepción de

Abstract

In classical antiquity, the structure of knowledge was based on introspective philosophy, medicine, mathematics and astrology, thus defining the life sciences and the Human inner reflection. However, over the years, due to the development of methods of analysis and of the thought itself, scientific knowledge began to be subdivided into specialized areas, giving birth to leading branches of knowledge, which, despite seeming to be different, were part of the same philosophical and scientific view. And with the Acoustics this was not different!

Derived from the physical and built-in technological solutions applied to propagation, reception and interpretation of sound stimuli, the acoustics was divided into several branches, such as electroacoustics, psychoacoustics, bioacoustics, environmental acoustics, building acoustics, etc.

In the case of the acoustic environment inside residential buildings, there is no doubt that, for it, many branches of acoustics give their contribution. Therefore, to be realistic, for the assessment of noise to which residents are exposed to, it must be taken into account all related aspects. This fact leads to the need for a more comprehensive analysis, which should be carried out in accordance with a holistic view of all system.

This conference presents a reflection on the acoustics of housing buildings, emphasizing that the external environment and the acoustics inside buildings are not two separate realities, and, for that, aspects of noise production, management, control, propagation and noise perception, have a specific contribution in an interrelated

¹ Por su gran interés, reproducimos, en español y en portugués, la primera de las Conferencias Plenarias del Congreso TECNIACUSTICA 2015 que fue dictada por el Profesor Jorge Patrício del Laboratorio Nacional de Engenharia Civil de Lisboa titulada «Ambiente acústico de/en la vivienda: Al encuentro de una visión holística».

ruido. Entendida esta relación, tanto a nivel de las organizaciones de enseñanza universitaria, como de aplicaciones reales de control y gestión de ruido por parte de los responsables políticos y de las administraciones, ambas ramas de la acústica tienen un influencia cruzada en la misma realidad objetiva que es la protección del ser humano contra los efectos molestos de ruido.

Con estas premisas, se realizará un enfoque muy especial sobre la necesidad de hacer análisis integrados y globales, o sea de forma holística, para que se tenga un desarrollo armonioso del entorno humano y de la sociedad como un todo.

way. Having been this understood, both in higher education institutions, as in real applications of noise control and management, by policy makers and public administrations, it became assumed that both branches of acoustics, have a cross-influence in the same concrete reality: the protection of human against the adverse effects of noise.

In this context, it is envisaged to give special focus on the need to perform an holistic analysis, let's say, integrated and comprehensive, of the exposure to noise, in order to have a harmonious development, both for the individual as one and for the society as a whole.

1. Preámbulo

El ruido en la comunidad, considerando el ruido ambiente y el ruido establecido en el interior de las edificaciones, puede ser caracterizado como indeseado, no confortable, desagradable, excesivo, inesperado, etc. La exposición al ruido causa incomodidad, perturbaciones en el sueño, desequilibrios cognitivos, enfermedades cardiovasculares, tinnitus, disminuyendo, en general, la calidad de vida del ser humano. Los efectos adversos del ruido ocurren especialmente cuando determinadas necesidades, como son las de concentración, comunicación, descanso y sueño, son perturbadas, con consecuencias más nefastas en grupos vulnerables como los mayores y niños de cuna.

En relación con la salud pública, la polución sonora es uno de los mayores problemas de las sociedades actuales. Una parte muy significativa de la población europea se ve afectada por el ruido por encima de determinados niveles considerados legal y saludablemente aceptables en el contexto de las orientaciones establecidas por la World Health Organization (WHO).

Naturalmente que hay una cierta «cantidad» de ruido que tiene de ser inevitablemente producido como consecuencia de la vida urbana diaria. Pero hay límites intolerables los cuales no deberán ser traspasados para que no aporten consecuencias nefastas para la salud. Y estos niveles son para todo el espacio urbanístico, tanto en el exterior como en el interior del edificio.

En los edificios multifamiliares, el ruido generado tiene un impacto muy significativo en la privacidad y en el bienestar individual y familiar. Son muy comunes las quejas relacionadas con música en altos niveles, con voces audibles, conversación telefónica, utilización de la televisión y de otros aparatos de reproducción de sonido, golpeo de puertas, flujo de aguas residuales, y funcionamiento de sistemas de ventilación y de extracción. Este tipo de ruidos puede ser considerado como «neighboring noise», o sea ruido de vecinos. En una evaluación de las condi-

ciones residenciales en Europa, coordinada por la WHO, el ruido de vecinos ha sido considerado un problema de salud pública. Se puede destacar que, acumulativamente al expuesto, y proveniente del exterior, también los ruidos de tráfico, de las actividades de construcción, de la circulación de personas, etc., pueden ser audibles en el interior de las edificaciones y pueden causar mayor o menor molestia de acuerdo con la susceptibilidad de los residentes a esos estímulos.

2. Introducción

La acústica, entendida en sentido lato, se basa en conceptos de naturaleza física donde se estudian las vibraciones y las ondas mecánicas en los medios materiales y que, integrando aspectos tecnológicos, corresponde a una componente del conocimiento con «incidencia» significativa en el ser humano, sea en una perspectiva de actor principal, sea en la de receptor interesado o simplemente afectado. Se considera en el primer caso el papel que las tecnologías tienen en la difusión y propagación de la información relacionada con estímulos sonoros, y en el segundo todo lo que tenga que ver con la recepción voluntaria (placer) o involuntaria (incomodidad) de contenidos sonoros.

Las varias facetas asociadas a la acústica, permiten definirla como una área del conocimiento con elevada transversalidad, en la medida en que, al tener como objeto el ser humano, incorpora todas las sensaciones, percepciones e interpretaciones que esto les confiere, además de todos los aspectos que se encuentran relacionados con las actitudes psicofisiológicas que estos estímulos despiertan y causan en el ser humano, sea en el campo cognitivo, sea en el ámbito de la salud.

Toda esta multiplicidad compleja corresponde a un proceso evolutivo que debe ser debidamente comprendido e interiorizado. De hecho, en la antigüedad clásica, la estructura del conocimiento se basaba en la filosofía introspectiva, en la medicina, en la matemática y en la

astrología, definiendo así las ciencias de la vida y de la reflexión Humana. En el transcurso de los años, debido al desarrollo de las metodologías de análisis y del propio pensamiento, el conocimiento científico ha empezado a dividirse en áreas cada vez más especializadas, originando ramas de conocimiento, las cuales, aun pareciendo diferentes, parten de una misma visión filosófica y científica. Y es en este nivel en el que se debe colocar la designada acústica urbana, la cual se basa en una vertiente de la acústica relacionada con el ambiente de nuestro entorno (la acústica ambiental) y las soluciones pasivas que permiten asegurar la calidad de vida necesaria en el sitio, último, de «refugio» humano, que es su «inner habitat» (la acústica de la edificación).

Este desafío es razonablemente ilustrado por resultados de encuesta realizada en Portugal, en tesis realizada en la Universidad de Ciencias y Tecnología (FCT), utilizando una herramienta on-line, sobre la importancia de los varios tipos de aislamiento en los edificios, en los cuales se incluyen las relaciones entre sus espacios interiores (viviendas) y la correspondiente integración con el ambiente exterior. Esta encuesta siguió los principios establecidos en la ISO/TS 15666 «Acoustics — Assessment of noise annoyance by means of social and socio-acoustic surveys», adoptando, en este caso, una escala numérica de once puntos. El objetivo fue «valorar» el incómodo medio asociado a las varias tipificaciones de ruido con los criterios de aislamiento reglamentarios. Un índice asociado a un ruido más molesto tendrá necesariamente un mayor coeficiente de importancia. De hecho, las respuestas a la incomodidad de la tipificación de los tipos de ruido considerados están influenciadas por las condiciones de cada vivienda, por la localización del edificio y por las características específicas de su entorno. La Figura 1 ilustra esos resultados, donde el parámetro α_i representa el tipo de ruido/aislamiento considerado (p. ej. α_1 representa el aislamiento de la fachada/incomodidad exterior; al que se atribuye un peso 4 dado por la noción de incómodo y un peso 7 por la noción de aislamiento, o

sea el doble. El valor LNEC representa lo obtenido por el método de clasificación portugués).

3. Acústica ambiental

La acústica ambiental es hoy asumida como una de las ramas de la acústica que estudia y evalúa la componente sonora del medio ambiente, en el sentido de gestionar, controlar y reducir, cuando fuera necesario, el ruido excesivo que pueda comprometer los criterios de sostenibilidad del ambiente. Desde un punto de vista genérico, en la mayor parte de los países de Europa, y en el caso muy particular en Portugal y España, los criterios de calidad acústica del ambiente son normalmente asociados a áreas de territorio que sean (o que prevean ser) ser, urbanizables.

Como se verifica, el ser Humano asume un papel primordial en este contexto, tanto en términos de desafíos a asumir como de objetivos a alcanzar, encontrándose posicionado como pieza determinante en las varias acciones a emprender. Tal hecho es debidamente evidenciado por la disposición del ámbito de aplicación, consagrada por la Directiva Europea sobre Gestión y Evaluación del Ruido Ambiente (2002/49/CE), o sea cuando el territorio no es utilizable por el hombre, entonces la noción de ruido ambiente deja de ser aspecto a considerar.

Ámbito de aplicación

La presente directiva es aplicable al ruido ambiente a que los seres humanos se encuentran expuestos, en especial en áreas construidas, parques públicos u otras zonas tranquilas de una aglomeración, en zonas tranquilas en campo abierto, junto a las escuelas, hospitales y otros edificios en zonas de sensibilidad al ruido.

La directiva impone a los estados miembros criterios específicos de planeamiento, gestión y control del

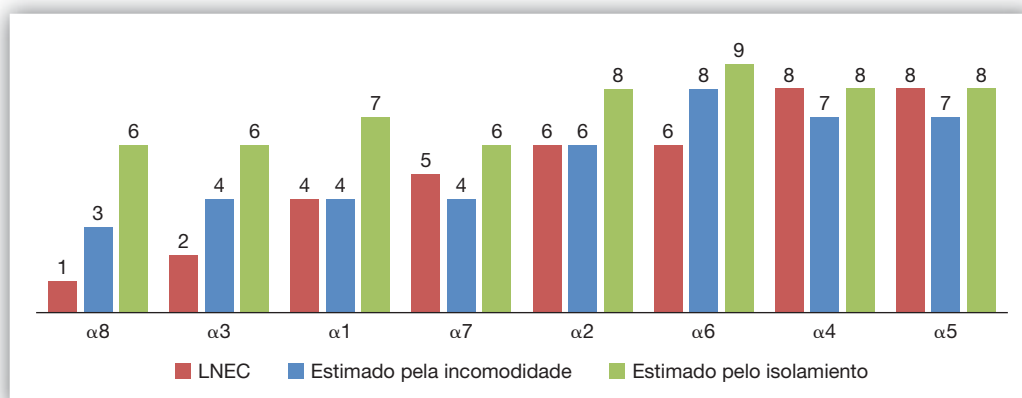


Figura 1. Magnitud de importancia de incomodidad debido al tipo de ruido/aislamiento.

ruido ambiente derivado de la operación de grandes infraestructuras de tráfico, así como del «funcionamiento» de las grandes aglomeraciones de poblaciones. Para ese efecto, establece la realización de mapas estratégicos de ruido y el desarrollo de planes de acción conducentes a la reducción de la población expuesta a niveles de ruido ambiente considerados lesivos para la salud. De forma análoga, contempla una vertiente de sensibilización pública con base en la cuantificación y publicación de la población que vive en edificios expuestos a determinadas clases de ruido (se deberá tener en cuenta que el objeto directo no es la población, pero sí la vivienda donde reside, hecho que podrá dar una indicación distorsionada de la realidad de exposición al ruido).

En este contexto, se verifica que:

- 1) Al imponer estos criterios solo para las grandes infraestructuras y para las grandes aglomeraciones, se está minimizando el problema, porque podrán existir múltiples fuentes de ruido no incluidas en las referidas, y que pueden originar todos los efectos negativos que se intentan evitar.
- 2) Por otro lado, existen situaciones que no están contempladas, como son las del ruido ambiente originado por el funcionamiento de unidades comerciales y de servicios i. e. no cubiertas por este tipo de legislación sobre ruido ambiental.

Incluso existen países con cuadros legales complementarios al de la Directiva, en términos de ruido ambiente, como es el caso Portugués, que, para efectos de planeamiento, obliga a hacer mapas para todo el territorio urbano nacional, la versatilidad de las situaciones y la falta de actualizaciones dinámicas, no permite la existencia de una referencia sólida y efectiva para las cuestiones de exposición al ruido ambiente.

Además de lo expuesto, aunque en el contexto de la directiva, teniendo en cuenta la necesidad de regularización de situaciones de no conformidad en términos de exposición al ruido con criterios legales, o incluso con disposiciones progresistas, recorriendo a la elaboración de Planes de Acción o Planes de Reducción de Ruido, surge corrientemente la importancia de integrar los costes financieros de esas operaciones, priorizando situaciones más críticas en términos de magnitud de exposición o de cantidad de población. En este ámbito, se plantean dos posibles metodologías para tener eso en cuenta:

Metodología A - Se basa en los resultados obtenidos con la elaboración de Mapas Estratégicos de Ruido, y en la utilización de un Indicador de Desempeño Ambiental (EPI), aplicable a las secciones que componen cada gran infraestructura de tráfico (GIT).

La base conceptual de este indicador parte del trabajo desarrollado en el ámbito de la acción COST 354 «*Performance Indicators for Road Pavements*», en la cual fueron definidos indicadores de desempeño para diversos tipos de infraestructuras de circulación automovil, y en el desarrollo del proyecto europeo consecuente EVITA «*Environmental Indicators for the Total Road Infrastructure Assets*», que tuvo como principal objetivo la definición de indicadores ambientales, EPI (*Environment Performance Indicators*) y la proposición de recomendaciones para su aplicación en la gestión y en el control de ruido de este tipo de infraestructuras.

Este indicador, aplicable al período reglamentario (L_{pri}), y para cada sección j , se traduce en lo siguiente:

- i) **EPI** del indicador de exposición del parámetro L_{pri} (EPI_{pri}) - Porcentaje, convertida en una escala de 1 a 5 intervalos, del número de personas expuestas a niveles de ruido ambiente superiores a los límites establecidos por los reglamentos aplicables (en Portugal: Regulamento Geral do Ruído), expresado en términos de L_{pri} , en relación con el número total de personas expuestas a esos niveles de ruido, como sigue:

$$TP_{pri} = 100 \times (\text{N}^\circ \text{ de personas expuestas a niveles sonoros superiores al límite de exposición, } L_{pri}, \text{ del Reglamento} / \text{N}^\circ \text{ total de personas expuestas al ruido de tráfico en la GIT, en términos de } L_{pri}).$$

$$EPI_{pri} = 0,05 \times TP_{pri}$$

Metodología B - Presentada recientemente en tesis desarrollada en la Universidad de Granada por Alejandro Ruiz Padillo «*Desarrollo de una metodología de toma de decisiones para el establecimiento de prioridades de actuación contra el ruido de tráfico en carreteras*», y que se basa en un análisis multi-criterio, utilizando un método de lógica difusa y un modelo lingüístico integrado en una herramienta específica; está basado en un sistema de toma de decisiones, a saber: análisis multi-criterio, jerarquía analítica y suma ponderada. La metodología usa los métodos ELECTRE (Eliminación et Choix Traduisant Réalité) y TOPSIS (Technics for Order Preference by Similarity to Ideal Solution), consultando a un panel de especialistas en ruido, decisores administrativos, y proyectistas. Estos métodos son aplicados corrientemente en análisis de marketing. A efectos de su aplicación y de las estrategias de opción de toma de decisiones sobre tramos de vía donde se vayan a introducir Planes de Reducción de Ruido, fueron estudiados los principales factores tales como la generación, propagación y atenuación del ruido de tráfico, así como las técnicas de mitigación correspondientes, efectuando también un análisis integrado entre ellos, y seleccionando a continuación los

parámetros más influyentes para los problemas de toma de decisión.

Debido a la gran gama de parámetros que tienen influencia en el método y al respectivo criterio (por ejemplo económico, de salud, etc.), se tuvo especial cuidado en la atribución de los correspondientes pesos de influencia en la decisión. En este sentido, fue aplicada una metodología de jerarquía de números difusos con resultados obtenidos de las encuestas enviadas al referido panel de especialistas.

La metodología desarrollada fue testada en la zona sur de España, y puede ser extendida con alguna razonabilidad al resto del territorio español, así como a países como Portugal, en la medida en que los conceptos, cultura y órdenes de prioridad son naturalmente muy parecidos.

4. Acústica en la edificación

La acústica de los edificios comprende estudiar y proyectar una unidad edificada en la cual se aseguren condiciones de calidad acústica tales que la vida del ciudadano pueda ser lo más saludable y confortable posible, atendiendo a las restricciones que el desarrollo social y urbano intrínsecamente proporcionan.

En las exigencias esenciales a considerar en el ámbito de la calidad acústica de los edificios se consideran fundamentalmente los siguientes aspectos: integración urbanística; aislamiento a ruido aéreo; aislamiento a ruido de impacto; ruido de maquinaria y de instalaciones; y calidad acústica de espacios interiores. Sin embargo, se debe tener siempre presente que el edificio es una unidad física integrada en un contexto urbanístico, lo que torna imperativa la existencia de coherencia legal y normativa en el ámbito de los procedimientos y de las evaluaciones consecuentes, de forma que el confort acústico sea una realidad soportada por una estructura marco, no ambigua y armonizada en sus múltiples valencias. Tal hecho está patente en las introducciones legislativas de los cuadros legales portugués y español, como se expone:

España: Artículo 14. Exigencias básicas de protección frente al ruido (HR). El objetivo del requisito básico «Protección frente el ruido» consiste en limitar, dentro de los edificios y en condiciones normales de utilización, el riesgo de molestias o enfermedades que el ruido pueda producir a los usuarios como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento. Para satisfacer este objetivo, los edificios se proyectarán, construirán y mantendrán de tal forma que los elementos constructivos que conforman sus recintos tengan unas características acústicas adecuadas para

reducir la transmisión del ruido aéreo, del ruido de impactos y del ruido y vibraciones de las instalaciones propias del edificio, y para limitar el ruido reverberante de los recintos.

El Documento Básico «DB HR Protección frente al ruido» especifica parámetros objetivos y sistemas de verificación cuyo cumplimiento asegura la satisfacción de las exigencias básicas y la superación de los niveles mínimos de calidad propios del requisito básico de protección frente al ruido

Portugal: Regulamento dos Requisitos Acústicos:

1 — O presente Regulamento estabelece os requisitos acústicos dos edifícios, com vista a melhorar as condições de qualidade acústica desses edifícios.

Lo mismo pasa a nivel de la legislación Europea, en la medida en que el reglamento (UE) n.º 305/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 9 de Marzo de 2011, publicado en el Diario Oficial de la Unión Europea de 4 de Abril, conocido como «Reglamento de los Productos de Construcción» (RPC), determina condiciones armonizadas para la comercialización de los productos de construcción donde, en su *The Basic Requirement BR 5 – Protection against noise – establishes: The construction works must be designed and built in such a way that noise perceived by the occupants or people nearby is kept down to a level that will not threaten their health and will allow them to sleep, rest and work in satisfactory conditions*. Este requisito básico, a la vez que la seguridad estructural, el acondicionamiento térmico, la reacción al fuego y la liberación de materias peligrosas, constituye uno de los aspectos importantes para la autorización de circulación de productos en el espacio Europeo.

Análogamente a lo que ocurre en términos ambientales, también en el campo de la acústica de la edificación existe una gran preocupación e interés en integrar múltiples aspectos en la previsión del desempeño acústico del edificio, o de la solución constructiva aplicada. Esto puede ser deducido de la necesidad de extender la evaluación del desempeño acústico de los sistemas en laboratorio, también en las bandas de bajas frecuencias, «desciendo» hasta la banda de 50 Hz, tanto para los ruidos aéreos como de impacto. El mismo concepto empieza a ser aplicable al ruido de maquinaria e instalaciones, con extensión tanto en las bandas de bajas frecuencias como de altas frecuencias, y con la integración de componentes particulares de ruido como son la impulsividad o la tonalidad, o incluso valores de pico.

Además del proceso referido, hay otros que derivan de la revisión de las normas ISO y que inciden fundamentalmente en el tipo de espectro de excitación de los sistemas, tanto a ruidos aéreos como de impacto, los

cuales originan diferentes valores de desempeño acústico para un mismo sistema constructivo, como se deducirá de los espectros tipo siguientes, cuya configuración consta en la Figura 2 (Scholl, W.; et al. – *Rating of sound insulation at present and in future. The revision of ISO 717*):

- a) Espectro de ruido de tráfico «traffic» (ruido aéreo), a aplicar a la caracterización del desempeño acústico de soluciones y sistemas exteriores del edificio (fachadas, ventanas);
- b) Espectro de ruido de estancia «living» (ruido aéreo), a aplicar a la caracterización del desempeño acústico de soluciones de compartimentación interior (paredes y pisos);
- c) Espectro de ruido de conversación "speech" (ruido aéreo), a aplicar a la caracterización del desempeño acústico de soluciones de compartimentación interior (paredes e pisos, todavía más dirigido para las primeras);
- d) Espectro de ruido de impacto, a la caracterización del desempeño acústico de pisos.

Además del hecho de que estos espectros procuran traducir más fielmente la realidad física presente en el ejercicio diario del usufructo residencial, pretenden

también contemplar otros aspectos, como son la cada vez mayor utilización de soluciones de partición ligeras, las cuales son extremadamente sensibles desde un punto de vista de desempeño acústico en las bajas frecuencias (muy presentes, hoy en día, en el uso de nuevos sistemas HiFi y de «home cinema»; con gran riqueza espectral en esta gama de frecuencias), y también la utilización de la residencia como zona de disfrute, lo que puede originar ruido de conversación más asiduamente.

No se debe dejar de referir otro aspecto importante que tiene a ver con una mayor comprensión por parte de la comunidad técnica relativamente al índice de desempeño acústico a ruido de impacto. Actualmente, y de acuerdo con los procedimientos normativos vigentes, esto es tanto mejor cuanto menor valor tuviera, al contrario que el índice de aislamiento a ruido aéreo que sigue un proceso inverso. Por ejemplo, de hecho, desde un punto de vista de propagación no es fácilmente entendible que un mismo sistema (piso) proporcione un razonable aislamiento a ruido aéreo traducido por un índice de valor elevado y que asegure un razonable aislamiento a ruido de impacto con un valor muy bajo.

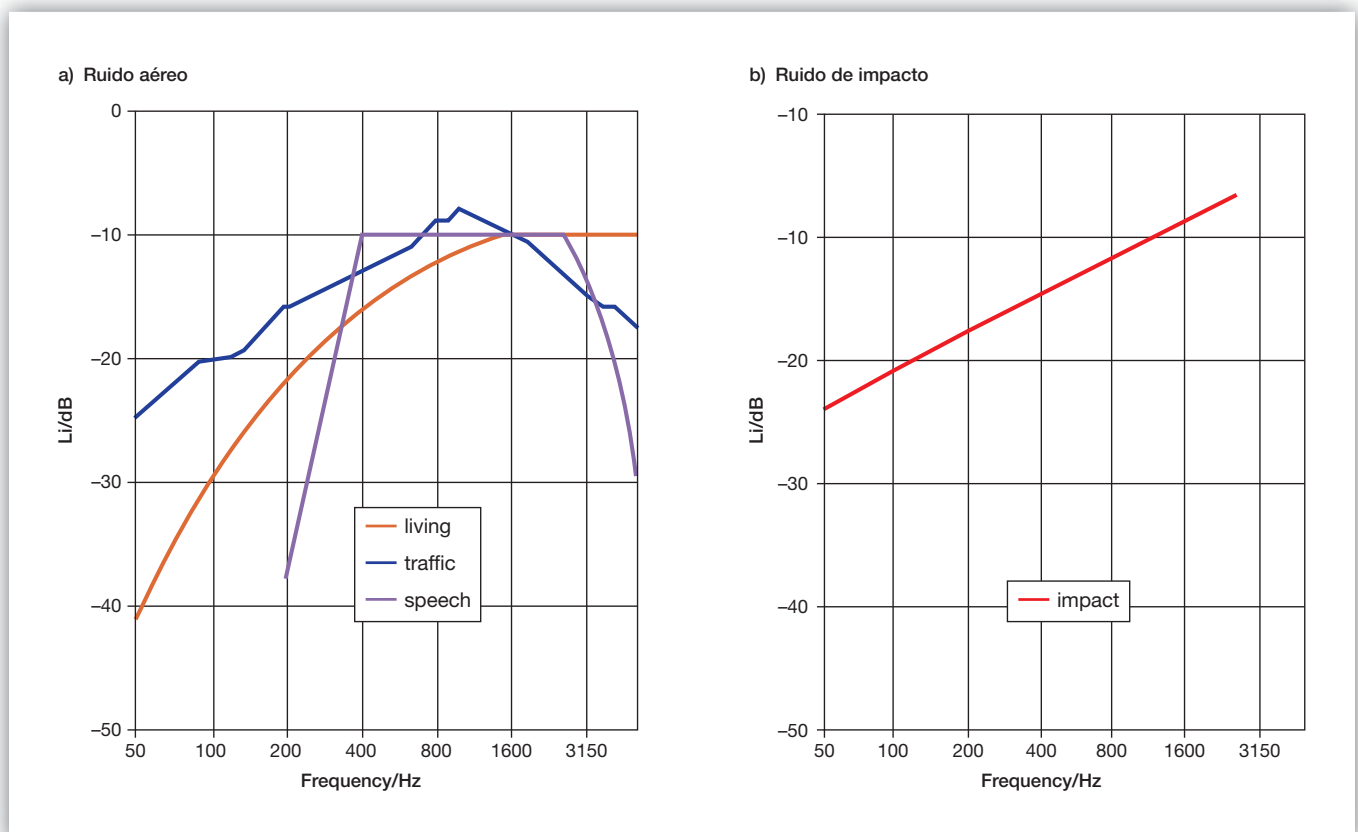


Figura 2. Espectros propuestos en estudios de revisión de las normas 717 (partes 1 e 2).

5. Acciones futuras

En razón de lo que ha sido expuesto se considera fundamental desarrollar acciones en el sentido de tener una cuantificación real de la exposición al ruido, no solamente desde un punto de vista del «número de personas en centenas viviendo en residencias expuestas a niveles de ruido por encima de...», pero en términos globales, se deberá tener en cuenta la exposición al ruido ambiente y también la referente al designado ruido de vecinos en las viviendas, evaluando esa exposición en términos de dosis de ruido total durante un año (o una década), e integrando aspectos de impacto en las capacidades cognitivas, bien-estar, contribución para estados de stress y salud, para tener una percepción global del ruido.

Para este objetivo - y con la finalidad de tener una panorámica de la situación europea en términos de exposición efectiva al ruido, teniendo en cuenta las diferentes culturas y hábitos de vida que son naturalmente diferenciados en todo el territorio europeo (p. ej., Oeste en relación al Este, Sur en relación al Norte, etc.), se entiende que es importante la creación de plataforma o Proyecto de Desarrollo Europeo, con países participantes que representen las varias regiones implicadas, Norte, Centro, Sur, Este y Oeste de Europa, en el sentido de que desarrollen acciones coordinadas, y de eso deducir estrategias integradas para alcanzar ese desafío.

Para la consecución de este objetivo sería importante tener en cuenta los varios tipos de edificios, los diferentes sistemas de construcción, la cultura y los hábitos de la población de las regiones, y su sensibilidad al ruido, así como el tipo de ruido de vecinos que pueden generar.

Y todo esto sin olvidar la educación cívica de los ciudadanos!

6. Conclusiones

El campo de la acústica ambiental y de la edificación se encuentra en gran desarrollo, atendiendo, por un lado, las necesidades de calidad de vida de las poblaciones, y, por otro, el desarrollo tecnológico, en una perspectiva de ganancias económicas en el marco de un mercado de libre circulación de personas y productos. A eso contribuyen las Acciones COST – Redes europeas; los Comités de ISO – International Standardisation Organization y de CEN – Comité Europeo de Normalización; los Proyectos de I&D Europeos y Transnacionales; y las colaboraciones entre Universidades, Centros de Investigación y Tejido Empresarial, denominados SME «Small and Medium Enterprises».

La publicación de Normas sobre la sostenibilidad en la construcción (EN 15643-3:2012 - Sustainability of construction works - Assessment of buildings - Part 3:

Framework for the assessment of social performance do CEN TC 350), donde se eligen las características acústicas que forman parte del indicador de descripción de impactos sociales, designado por «Salud y Confort», han venido también a contribuir a la necesidad de una visión más global del cuadro de exposición urbana al ruido, y como último beneficiario el interior de las residencias. Además de eso, en los casos en que el ruido ambiente exterior se reduce, la percepción del ruido de vecinos pasa a ser naturalmente mayor.

Las alteraciones de corrientes de toda la ola y tendencia de armonización, simplificación y contemplación de desempeños acústicos, científicamente más ajustados a la sensibilidad (o vivencia) humana, tendrán reflejo en revisiones legales y cuadros procedimentales de los diferentes países implicados, reforzando la importancia de la calidad acústica en el interior de los edificios, como fin último a alcanzar (en el caso de Portugal, siendo notorias, no dejan de ser menos significativas que en otros países, dado que la legislación portuguesa, procedente de 2008, ya contempla algunos de los principios y conceptos expuestos, además del hecho de ser una legislación razonablemente bien estructurada).

Nuevas herramientas de previsión y evaluación, de entre las cuales se destaca la utilización de la Auralización, tendrán también un papel fundamental en la concreción de este desafío.

También, en el campo de la investigación y desarrollo tecnológico, se esperan grandes desafíos, porque apuntando al futuro, en términos de reducción de ruido ambiente, para el estudio de nuevos materiales y sistemas, tales como Meta Materials, Meta Surfaces o Sonic Crystals, para la producción de vehículos eléctricos y de sistemas de pavimentación de carreteras y de rodados más silenciosos, se está contribuyendo a una inter-relación sustentada en este mismo dominio, con reflejos en el ambiente global, en el cual las edificaciones están incluidas.

En lo que respecta a la edificación, la implementación de acciones de rehabilitación del parque construido y de aplicación de nuevos sistemas tecnológicos en la edificación nueva, para lo cual se exigirán ahora soluciones de participación innovadoras y que cumplan criterios de sostenibilidad vigentes, obliga a que las unidades de I&D, en colaboración con el tejido empresarial, tengan que involucrarse en un papel extremadamente importante en la «procura» de nuevos materiales, composiciones y soluciones constructivas para cumplimiento de estos requisitos.

Por consiguiente, de todo lo expuesto, se considera que una visión holística del sistema de producción, transmisión-recepción de ruido, y la forma como el ciudadano lo percibe, es fundamental para que las evaluaciones consecuentes sean sustentadas, equilibradas y creíbles.

Ambiente acústico de/na habitação: ao encontro de uma visão holística



Prof. Jorge Patrício

Laboratório Nacional de Engenharia Civil – LNEC

jpatricio@lnec.pt

PACS: 43.10.Ce

Resumo

Na antiguidade clássica, a estrutura do conhecimento baseava-se na filosofia introspectiva, na medicina, na matemática e na astrologia, assim definindo as ciências da vida e da reflexão Humana. No entanto, ao longo dos anos, devido ao desenvolvimento das metodologias de análise e do próprio pensamento, o conhecimento científico começou a subdividir-se em áreas cada vez mais especializadas, originando ramos do conhecimento que, parecendo diferentes, parte de uma mesma visão filosófica e científica. E com a acústica não tem sido diferente!

Derivada da física e incorporada em soluções tecnológicas aplicadas à propagação, receção e à interpretação de estímulos sonoros, a acústica foi dividida em vários ramos, tais como a eletroacústica, a psicoacústica, a bioacústica, a acústica ambiental, a acústica da edificação, etc.. No caso particular do ambiente acústico no interior de edifícios habitacionais, não há dúvida de que para ele participam muitos ramos da acústica. Por isso, para que a avaliação do ruído a que os moradores estão expostos seja realista, há que ter em conta todos os aspetos relacionados, facto que leva à necessidade de uma análise mais abrangente, ou seja, realizada de acordo com uma visão holística do sistema.

Nesta conferência, apresenta-se uma reflexão sobre a acústica na habitação, realçando-se que a acústica do ambiente exterior e a acústica do edifício não são duas realidades separadas, mas que para ela contribuem, de uma forma estritamente relacionada, aspetos de geração, gestão, controlo, propagação e perceção de ruído. Entendida esta relação, tanto em instituições de ensino universitário, como de aplicações reais de controlo e gestão do ruído pelos decisores políticos e pelas administrações públicas, ambos os ramos da acústica referidos têm uma influência cruzada na mesma realidade objetiva que é a proteção do ser humano contra os efeitos adversos do ruído.

Abstract

In classical antiquity, the structure of knowledge was based on introspective philosophy, medicine, mathematics and astrology, thus defining the life sciences and the Human inner reflection. However, over the years, due to the development of methods of analysis and of the thought itself, scientific knowledge began to be subdivided into specialized areas, giving birth to leading branches of knowledge, which, despite seeming to be different, were part of the same philosophical and scientific view. And with the Acoustics this was not different!

Derived from the physical and built-in technological solutions applied to propagation, reception and interpretation of sound stimuli, the acoustics was divided into several branches, such as electroacoustics, psychoacoustics, bioacoustics, environmental acoustics, building acoustics, etc.

In the case of the acoustic environment inside residential buildings, there is no doubt that, for it, many branches of acoustics give their contribution. Therefore, to be realistic, for the assessment of noise to which residents are exposed to, it must be taken into account all related aspects. This fact leads to the need for a more comprehensive analysis, which should be carried out in accordance with a holistic view of all system.

This conference presents a reflection on the acoustics of housing buildings, emphasizing that the external environment and the acoustics inside buildings are not two separate realities, and, for that, aspects of noise production, management, control, propagation and noise perception, have a specific contribution in an interrelated way. Having been this understood, both in higher education institutions, as in real applications of noise control and management, by policy makers and public administrations, it became assumed that both branches of acoustics, have a cross-influence in the same concrete reality: the protection of human against the adverse effects of noise.

Neste enquadramento, propõe-se dar um enfoque muito especial sobre a necessidade de uma análise holística, ou seja integrada e global, da exposição a ruído, para que se tenha um desenvolvimento harmonioso, tanto individual como da sociedade como um todo.

In this context, it is envisaged to give special focus on the need to perform an holistic analysis, let's say, integrated and comprehensive, of the exposure to noise, in order to have a harmonious development, both for the individual as one and for the society as a whole.

1. Preâmbulo

O ruído na comunidade, envolvendo o ruído ambiente e o ruído estabelecido no interior das edificações, pode ser caracterizado como indesejado, desconfortável, desagradável, excessivo, inesperado, etc.. A exposição ao ruído causa incómodo, distúrbios de sono, desequilíbrios cognitivos, doenças cardiovasculares, tinnitus, diminuindo, em geral, a qualidade de vida do ser humano. Os efeitos adversos do ruído ocorrem especialmente quando determinadas necessidades, como sejam as de concentração, comunicação, descanso e de dormir, são perturbadas, com consequências mais nefastas em grupos vulneráveis como idosos e crianças de berço.

Em termos de saúde pública, a poluição sonora é um dos maiores problemas das sociedades atuais. Uma parte significativa da população europeia é afetada pelo ruído acima de determinados níveis considerados legal e saudavelmente aceitáveis, no contexto das orientações estabelecidas pela World Health Organization (WHO).

Naturalmente que há uma certa «quantidade» de ruído que tem de ser inevitavelmente produzido como consequência da vivência urbana diária. Mas há limites intoleráveis e que não deverão ser ultrapassados, para que não haja consequências nefastas para a saúde. E estes níveis são-no em todo o espaço da vivência urbana, ocorra ela no exterior ou no interior do edificado.

Em edifícios multifamiliares, o ruído aí gerado tem um impacto muito significativo na privacidade e no bem-estar individual e familiar. São muito comuns as queixas relacionadas com música em altos níveis, com vozes audíveis, conversação telefónica, utilização de televisão e de outros equipamentos de reprodução de som, do bater de portas, do escoamento de águas residuais, e do funcionamento de sistemas de ventilação e de exaustão. Este tipo de ruídos pode ser considerado como «neighbouring noise», ou seja de vizinhança. Refira-se que numa avaliação das condições habitacionais na Europa, coordenada pela WHO, o ruído de vizinhança foi considerado um problema de saúde pública. Note-se ainda que, cumulativamente ao exposto, e provindo do exterior, também o ruído de tráfego, das atividades de construção, da circulação de pessoas, etc., podem ser audíveis no interior das edificações podendo causar maior ou menor incomodidade conforme a suscetibilidade dos moradores a esses estímulos.

2. Introdução

A acústica, entendida num sentido lato, assenta em conceitos de natureza física onde se estudam as vibrações e as ondas mecânicas nos meios materiais e que, integrando aspetos tecnológicos, corresponde a uma componente do conhecimento com «incidência» significativa no ser humano, seja numa perspetiva de ator principal, seja na de recetor interessado ou simplesmente afetado. Enquadra-se no primeiro caso o papel que as tecnologias têm na difusão e propagação de informação relacionada com estímulos sonoros, e no segundo tudo o que tenha a ver com a receção voluntária (prazer) ou involuntária (incómodo) de conteúdos sonoros.

As múltiplas facetas associadas à acústica, permite defini-la como uma área do conhecimento com elevada transversalidade, na medida em que, ao ter como objeto o ser humano, enforma de todas as sensações, percepções e interpretações que este lhe confere, para além de todos os aspetos que se encontram relacionados com as atitudes psicofisiológicas que este estímulos despertam e causam no ser humano, seja no campo cognitivo, seja no âmbito da saúde.

Toda esta multiplicidade complexiva corresponde a um processo evolutivo que deve ser devidamente compreendido e interiorizado. De facto, na antiguidade clássica, a estrutura do conhecimento baseava-se na filosofia introspetiva, na medicina, na matemática e na astrologia, assim definindo as ciências da vida e da reflexão Humana. Todavia, ao longo dos anos, devido ao desenvolvimento das metodologias de análise e projeção do pensamento, este contexto único começou a subdividir-se em áreas mais especializadas, originando ramos do conhecimento que, em primeira aproximação, parecem diferentes, mas que, na verdade, fazem parte de uma mesma visão filosófica e científica. E é neste patamar que se deve colocar a designada acústica urbana, a qual assenta numa vertente da acústica relacionada como o ambiente da nossa envolvente (a acústica ambiental) e as soluções passivas que permitem assegurar a qualidade de vida necessária no local, último, de «refúgio» humano, que é o seu «inner habitat» (a acústica da edificação).

Este desiderato é razoavelmente ilustrado por resultados de inquérito realizado em Portugal, no âmbito de tese realizada na Faculdade de Ciências e Tecnologia,

com auxílio de uma ferramenta on-line, sobre a importância dos vários tipos de isolamento nos edifícios, nos quais se incluem as relações entre os seus espaços interiores (fogos) e a correspondente integração no ambiente exterior. Este inquérito seguiu os princípios estabelecidos na ISO/TS 15666 «Acoustics — Assessment of noise annoyance by means of social and socio-acoustic surveys», tendo sido adotada, neste caso, uma escala numérica de onze pontos. O objetivo foi o de «valorar» o incómodo médio associado às várias tipificações de ruído com os critérios de isolamento regulamentarmente especificados. Um índice associado a um ruído mais incomodativo terá necessariamente um maior coeficiente de importância. De facto, as respostas à incomodidade associada à tipificação dos tipos de ruído em causa estão influenciadas pelas condições de cada habitação, de localização do edifício e das características da sua envolvente. Na Figura 1 ilustram-se esses resultados, onde o parâmetro α_i representa o tipo de ruído/isolamento considerado (p. ex. α_1 respeita ao isolamento da fachada/incomodidade exterior; aqui é atribuído um peso 4 dado pela noção de incomodidade e um peso 7 pela noção de isolamento, ou seja o dobro. O valor LNEC consta de método de classificação português).

3. Acústica ambiental

A acústica ambiental é hoje assumida como um dos ramos da acústica que estuda e avalia a componente sonora do meio ambiente, no sentido de gerir, controlar e reduzir, quando for caso disso, o ruído excessivo que possa comprometer os critérios de sustentabilidade do ambiente. De um ponto de vista genérico, na maior parte dos países da Europa, e no caso muito particular de Portugal e Espanha, os critérios de qualidade acústica do ambiente são normalmente associados a áreas do território que sejam, ou estejam previstas ser, urbanizáveis.

Como se denota, o ser Humano assume papel primordial neste contexto, tanto em termos de desafios a

prosseguir como de objetivos a atingir, encontrando-se posicionado como peça determinante nas várias ações a empreender. Tal facto, é devidamente realçado pela disposição do âmbito de aplicação, consagrada pela Diretiva Europeia sobre Gestão e Avaliação do Ruído Ambiente (2002/49/CE), ou seja quando o território não é utilizável pelo homem, então a noção de ruído ambiente deixa de ser aspeto a considerar.

Âmbito de aplicação

A presente diretiva é aplicável ao ruído ambiente a que os seres humanos se encontram expostos, em especial em áreas construídas, parques públicos ou noutras zonas tranquilas de uma aglomeração, em zonas tranquilas em campo aberto, nas imediações de escolas, hospitais e outros edifícios e zonas sensíveis ao ruído.

Esta diretiva impõe aos estados membros critérios específicos de planeamento, gestão e controlo do ruído ambiente derivado da operação de grandes infraestruturas de tráfego, assim como do «funcionamento» das grandes aglomerações populacionais. Para esse efeito, estabelece a produção de mapas estratégicos de ruído e o desenvolvimento de planos de ação visando a redução da população exposta a níveis de ruído ambiente considerados danosos para a saúde. Analogamente, contempla uma vertente de sensibilização pública com base na quantificação e publicitação da população que vive em habitações expostas a determinadas classes de ruído (note-se que o objeto direto não é a população, mas sim a habitação onde reside, facto que poderá dar uma indicação distorcida da realidade de exposição a ruído).

Neste contexto, denota-se que:

- 1) Ao impor-se estes critérios apenas para as grandes infraestruturas e para as grandes aglomerações,

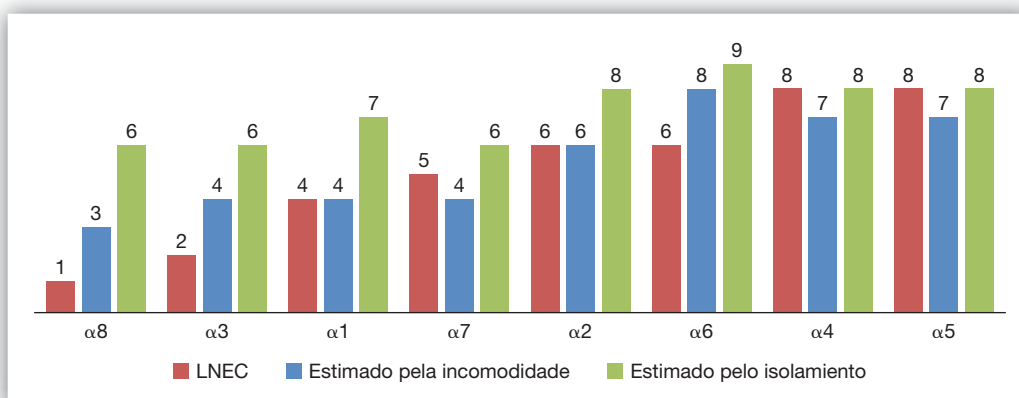


Figura 1. Magnitude de importância da incomodidade devida a tipo de ruído/isolamento.

está-se a minimizar o problema, porquanto poderão existir múltiplas fontes de ruído não enquadráveis nas referidas, e que podem originar todos os efeitos negativos que se pretendem evitar.

- 2) Por outro lado existem situações não contempladas como sejam as de ruído ambiente originado pelo funcionamento de unidades de comércio e serviços, i. e. não cobertas por este tipo de legislação sobre ruído ambiental.

Mesmo que existam países com quadros legais complementares à Diretiva, em termos de ruído ambiente, como é o caso Português, que, para efeitos de planeamento, obriga ao mapeamento de todo o território urbano nacional, a volatilidade das situações e a falta de atualizações dinâmicas, não permite a existência de um referencial sólido e efetivo para questões de exposição ao ruído ambiente.

A acrescentar ao exposto, ainda no contexto da diretiva, tendo em conta a necessidade de regularização das situações de não conformidade em termos de exposição ao ruído com critérios legais, ou mesmo com disposições de progresso, recorrendo à elaboração de Planos de Ação ou Planos de Redução de Ruído, surge correntemente a importância de integrar os custos financeiros dessas operações, priorizando situações mais críticas em termos de magnitude de exposição ou de quantidade de população. Neste âmbito, referem-se duas possíveis metodologias para ter isso em conta:

Metodologia A - Assenta nos resultados obtidos com a elaboração de Mapas Estratégicos de Ruído, e na utilização de um Indicador de Desempenho Ambiental (EPI), aplicável às seções que compõem cada grande infraestrutura de tráfego (GIT).

A base conceitual deste indicador parte no trabalho desenvolvido no âmbito da ação COST 354 «*Performance Indicators for Road Pavements*», na qual foram definidos indicadores de desempenho para diversos tipos de infraestruturas rodoviárias, e no desenvolvimento do projeto europeu consequente EVITA «*Environmental Indicators for the Total Road Infrastructure Assets*», que teve como principal objetivo a definição de indicadores ambientais, EPI (*Environment Performance Indicators*) e a proposição de recomendações para a sua aplicação na gestão e no controlo de ruído de infraestruturas rodoviárias.

Este indicador, aplicável ao período regulamentares (L_{pri}), e para cada seção j , traduz-se no seguinte:

- i) **EPI** do indicador de exposição do parâmetro L_{pri} (EPI_{pri}) - Percentagem, convertida numa escala de 1 a 5 intervalos, do número de pessoas expostas a níveis de ruído ambiente superiores aos limites impostos no Regulamento Geral do Ruído, expressos

em termos de L_{pri} , em relação ao número total de pessoas expostas a esses níveis de ruído, como se segue:

$$TP_{pri} = 100 \times (\text{N}^\circ \text{ de pessoas expostas a níveis sonoros superiores ao limite de exposição, } L_{pri}, \text{ do RGR} / \text{N}^\circ \text{ total de pessoas expostas ao ruído rodoviário na GIT, em termos de } L_{pri}).$$

$$EPI_{pri} = 0,05 \times TP_{pri}$$

Metodologia B – Apresentada recentemente em tese desenvolvida na Universidade de Granada por Alejandro Ruiz Padillo «*Desarrollo de una metodología de toma de decisiones para el establecimiento de prioridades de actuación contra el ruido de tráfico en carreteras*», e que assenta numa análise multicritério, utilizando um método de lógica difusa e um modelo linguístico integrado numa ferramenta específica, a qual se baseia um sistema de tomada de decisões, a saber: análise multicritério, hierarquia analítica e soma ponderada. Esta metodologia usa os métodos ELECTRE (Eliminación et Choix Traduisant Réalité) e TOPSIS (Technics for Order Preference by Similarity to Ideal Solution), recorrendo a um painel de especialistas em ruído, decisores administrativos, e projetistas. Estes métodos são correntemente aplicados em análises de marketing. Para efeitos da sua aplicação e das estratégias de opção de tomada de decisões sobre troços de via onde se irão introduzir Planos de Redução de ruído, foram estudados os principais fatores envolvendo a geração, propagação e atenuação do ruído de tráfego, assim como as técnicas de mitigação correspondentes, efetuando-se uma análise interligada entre eles, e selecionando-se de seguida os parâmetros mais influentes para os problemas de tomada de decisão.

Devido à larga gama de parâmetros influenciadores e ao respetivo critério (por exemplo económico, de saúde, etc.), foi tido especial cuidado na atribuição dos correspondentes pesos de influência na decisão. Nesse sentido, foi aplicada uma metodologia de hierarquia de números difusos a resultados obtidos com os questionários enviados ao referido painel de especialistas.

A metodologia obtida foi testada na zona sul de Espanha, podendo ser estendida com alguma razoabilidade ao resto do território espanhol, assim como a países como Portugal, na medida em que os conceitos, cultura e ordens de prioridade são naturalmente muito semelhantes.

4. Acústica da edificação

A acústica dos edifícios visa estudar e projetar uma unidade edificada na qual estejam asseguradas condições de qualidade acústica tais, em que a vivência do cidadão possa ser o mais saudável e confortável

possível, atentos os condicionalismos que o desenvolvimento social e urbano intrinsecamente proporcionam.

As exigências essenciais a considerar no âmbito da qualidade acústica dos edifícios prendem-se fundamentalmente com os seguintes aspetos: integração urbanística; isolamento a sons aéreos; isolamento a sons de percussão; ruído de equipamentos e de instalações; e qualidade acústica de espaços fechados. No entanto, deve ter-se sempre presente que o edifício é uma unidade física integrada num contexto urbanístico, o que torna imperativa a existência de coerência legal e normativa no âmbito dos procedimentos e das avaliações consequentes, de forma que o conforto acústico seja uma realidade suportada por uma estrutura enquadradora não-ambígua e harmonizada nas suas múltiplas valências. Tal é patente nas introduções legislativas aos quadros legais Português e Espanhol, como se expõe:

Espanha: Artículo 14. Exigencias básicas de protección frente al ruido (HR). El objetivo del requisito básico «Protección frente el ruido» consiste en limitar, dentro de los edificios y en condiciones normales de utilización, el riesgo de molestias o enfermedades que el ruido pueda producir a los usuarios como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento. Para satisfacer este objetivo, los edificios se proyectarán, construirán y mantendrán de tal forma que los elementos constructivos que conforman sus recintos tengan unas características acústicas adecuadas para reducir la transmisión del ruido aéreo, del ruido de impactos y del ruido y vibraciones de las instalaciones propias del edificio, y para limitar el ruido reverberante de los recintos.

El Documento Básico «DB HR Protección frente al ruido» especifica parámetros objetivos y sistemas de verificación cuyo cumplimiento asegura la satisfacción de las exigencias básicas y la superación de los niveles mínimos de calidad propios del requisito básico de protección frente al ruido

Portugal: Regulamento dos Requisitos Acústicos:

1 — O presente Regulamento estabelece os requisitos acústicos dos edifícios, com vista a melhorar as condições de qualidade acústica desses edifícios.

Lo mismo se pasa a nivel de la legislación Europea, en la medida en que el reglamento (UE) n.º 305/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 9 de Marzo de 2011, publicado en el Diario Oficial de la Unión Europea de 4 de Abril, conocido como «Reglamento de los Productos de Construcción» (RPC), determina condiciones armonizadas para la comercialización de los productos de construcción donde, en su *The Basic Requirement BR 5 – Protection against noise – establishes: The construction works must be designed and built in such a way*

that noise perceived by the occupants or people nearby is kept down to a level that will not threaten their health and will allow them to sleep, rest and work in satisfactory conditions. Este requisito básico, a la vez que la seguridad estructural, el acondicionamiento térmico, la reacción al fuego y la liberación de materias peligrosas, constituye uno de los aspectos importantes para la autorización de circulación de productos en el espacio Europeo.

Analogamente ao que ocorre em termos ambientais, também no campo da acústica da edificação existe uma grande preocupação e interesse em integrar múltiplos aspetos na prospeção do desempenho acústico do edifício, ou da solução construtiva aplicada. Tal pode ser inferido da necessidade de estender a avaliação do desempenho acústico dos sistemas em laboratório, também nas bandas de baixas frequências, «descendo» até à banda de 50 Hz, tanto para os sons aéreos como de impacto. O mesmo conceito começa a ser aplicável ao ruído de equipamentos, com extensão tanto nas bandas de baixas frequências como de altas frequências, e com a integração de componentes particulares de ruído como seja a impulsividade ou a tonalidade, ou mesmo valores de pico.

Para além do processo referido, há outros que decorrem da revisão das normas ISO e que incidem fundamentalmente no tipo de espectro de excitação dos sistemas, tanto a sons aéreos como de percussão, os quais irão originar diferentes valores de desempenho para um mesmo sistema construtivo, como se deduzirá dos espectros tipo seguintes, cuja configuração consta da Figura 2 (Scholl, W.; et al. – *Rating of sound insulation at present and in future. The revision of ISO 717*):

- a) Espectro de ruído de tráfego «traffic» (sons aéreos), a aplicar à caracterização do desempenho das soluções e sistemas da envolvente do edifício (fachadas, janelas);
- b) Espectro de ruído de vivência «living» (sons aéreos), a aplicar à caracterização do desempenho das soluções de compartimentação interior (paredes e pavimentos);
- c) Espectro de ruído de fala «speech» (sons aéreos), a aplicar à caracterização do desempenho das soluções de compartimentação interior (paredes e pavimentos, todavia mais orientado para as primeiras);
- d) Espectro de ruído de impacto (sons de percussão), a aplicar à caracterização do desempenho de pavimentos.

Para além do facto destes espectros procurarem traduzir mais fielmente a realidade física presente no exercício diário do usufruto habitacional, pretendem também

contemplar outros aspetos, como sejam a cada vez maior utilização de soluções de compartimentação leves, as quais são extremamente sensíveis de um ponto de vista de desempenho nas baixas frequências (muito presentes, hoje em dia, no uso dos novos sistemas HiFi e de «home cinema»; com grande riqueza espectral nesta gama de frequências), e também a utilização da residência como zona de lazer, o que pode originar ruído de conversação mais amiudamente.

Não é de deixar de referir outro pressuposto importante e que tem a ver com uma maior compreensão por parte da comunidade técnica relativamente ao índice de desempenho a sons de percussão. Atualmente, e de acordo com os procedimentos normativos vigentes, este é tanto melhor quanto menor valor tiver, ao passo que o índice de isolamento a sons aéreos segue o processo inverso. Por exemplo, de facto, de um ponto de vista de propagação não é facilmente entendível que um mesmo sistema (pavimento) assegure um bom isolamento a sons aéreos traduzido por um índice de valor elevado e que assegure um bom isolamento a sons de percussão com um valor muito baixo.

5. Ações futuras

Em face do exposto considera-se fundamental desenvolver ações no sentido de se ter uma quantificação

real da exposição ao ruído, não só de um ponto de vista de «número de pessoas em centenas vivendo em habitações expostas a níveis de ruído acima de...», mas em termos globais, devendo-se ter em conta a exposição ao ruído ambiente e também a referente ao designado ruído de vizinhança nas habitações, avaliando essa exposição em termos de dose de ruído total durante um ano (ou uma década), e integrando aspetos de impacto nas capacidades cognitivas, bem-estar, contribuição para estados de stress e saúde, de forma a ter-se uma perceção global do ruído.

Para este objetivo - e a fim de se ter uma panorâmica da situação europeia em termos de exposição efetiva ao ruído, tendo em atenção as diferentes culturas e hábitos de vida, os quais são naturalmente diferenciados ao longo do território europeu (p. ex., Oeste em relação a Este, Sul em relação ao Norte, etc.), entende-se ser importante a criação de plataforma ou Projeto de Desenvolvimento Europeu, com países participantes que representem as várias regiões em causa, Norte, Centro, Sul, Este e Oeste da Europa, no sentido de desenvolverem ações coordenadas e daí inferir estratégias integradas para atingir esse desiderato.

Para a consecução deste objetivo seria importante ter em conta os vários tipos de edifícios, os diferentes sistemas de construção, a cultura e os hábitos da população

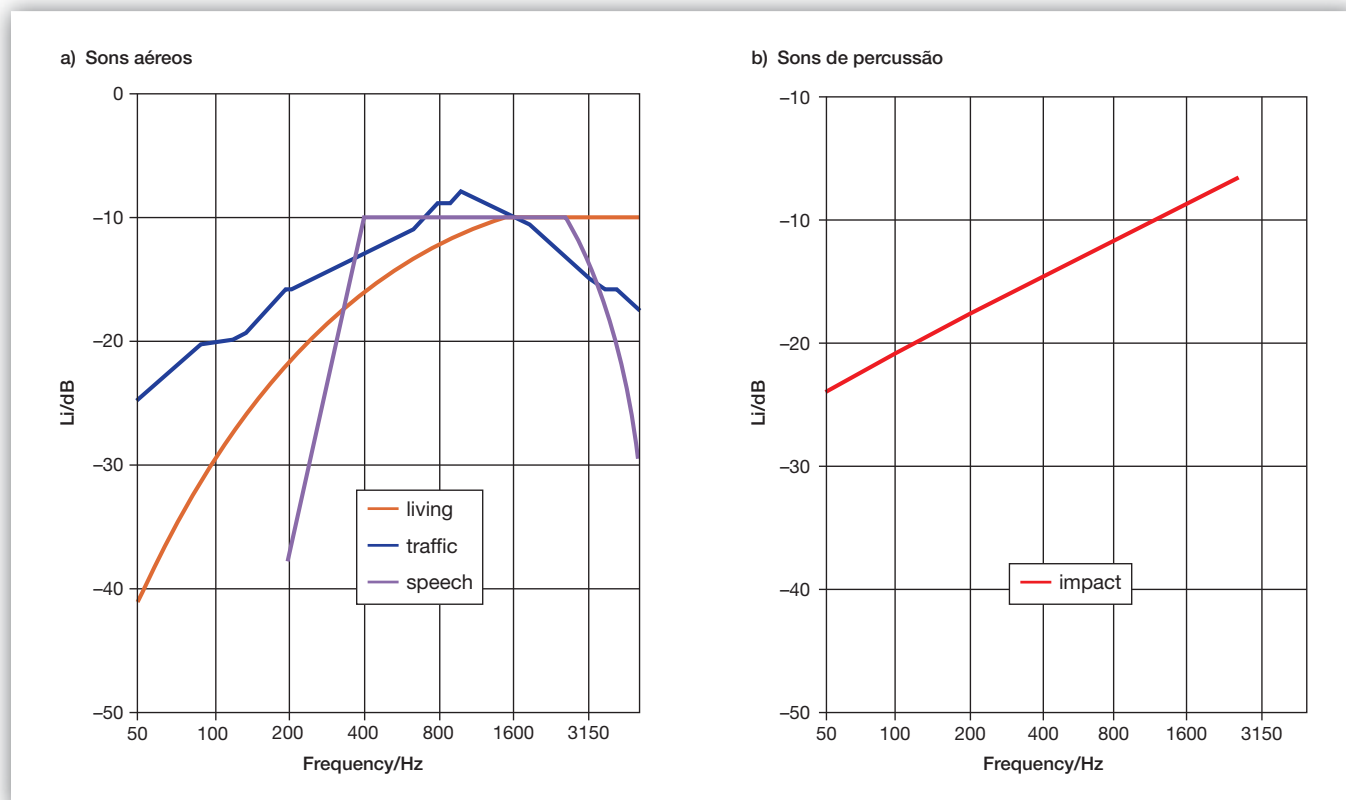


Figura 2. Espectros propostos em estudos de revisão das normas 717 (partes 1 e 2).

das regiões, a sua sensibilidade ao ruído, assim como o tipo de ruído de vizinhança que podem gerar.

E tudo isto sem esquecer a educação cívica dos cidadãos!

6. Conclusões

O campo da acústica ambiental e da edificação encontra-se em franco desenvolvimento, atentas, por um lado, as necessidades de qualidade de vida das populações, e, por outro, o desenvolvimento tecnológico, numa perspetiva de ganhos económicos no quadro de um mercado de livre circulação de pessoas e produtos. Para isso contribuem as Ações COST – Redes europeias; os Comités da ISO – International Standardisation Organization e do CEN – Comité Europeu de Normalização; os Projetos de I&D Europeus e Transnacionais; e as colaborações entre Universidades, Centros de Investigação e Tecido Empresarial, nomeadamente SME «Small and Medium Enterprises».

A publicação de Normas sobre a sustentabilidade na construção (EN 15643-3:2012 - Sustainability of construction works - Assessment of buildings - Part 3: Framework for the assessment of social performance do CEN TC 350), onde se elegem as características acústicas como fazendo parte do indicador de descrição de impactes sociais, designado por «Saúde e Conforto», tem vindo também a contribuir para a necessidade de uma visão mais global do quadro de exposição urbana ao ruído, e como último objeto o interior das habitações. Além disso, nos casos em que o ruído ambiente exterior diminui, a perceção do ruído de vizinhança passa a ser naturalmente maior.

As alterações decorrentes de toda a onda e tendência de harmonização, simplificação e contemplação de desempenhos, cientificamente mais ajustados à sensibilidade (ou vivência) humana, terão reflexo em revisões legislativas e quadros procedimentais dos diferentes paí-

ses envolvidos, reforçando a importância da qualidade acústica no interior dos edifícios, como fim último a atingir (no caso de Portugal, apesar de serem notórias, não deixam de ser menos significativas que em outros países, porquanto a legislação portuguesa, sendo datada de 2008, já contempla alguns dos princípios e conceitos expostos, para além do facto de ser uma legislação razoavelmente bem estruturada).

Novas ferramentas de previsão e avaliação, de entre as quais se destaca a utilização da Auralização, terão também um papel fundamental na concretização deste desafio.

Também, no campo da investigação e desenvolvimento tecnológico, se avizinham grandes desafios, porquanto apontando o futuro, em termos de redução de ruído ambiente, para o estudo de novos materiais e sistemas, tais como Meta Materials, Meta Surfaces ou Sonic Crystals, para a produção de veículos elétricos e de sistemas de pavimentação e de rodados mais silenciosos, está-se a contribuir para uma inter-relação sustentada nesse mesmo domínio, com reflexos no ambiente global, no qual as edificações estão inseridas.

No que respeita ao edificado, a implementação de ações de reabilitação do parque construído e de aplicação de novos sistemas tecnológicos na edificação nova, para o qual se exigirão agora soluções de compartimentação inovadoras e que cumpram critérios de sustentabilidade vigentes, obriga a que as unidades de I&D, em colaboração com o tecido empresarial, tenham que desempenhar um papel extremamente importante na «procura» de novos materiais, composições e soluções construtivas para satisfação destes requisitos.

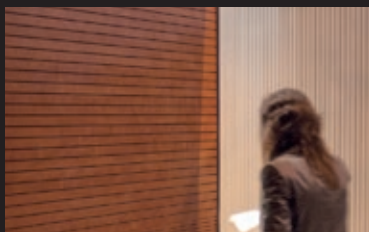
Assim sendo, de tudo o exposto, considera-se que uma visão holística do sistema de produção, transmissão e receção de ruído, e da forma como o cidadão o percebe, é fundamental para que as avaliações decorrentes sejam sustentadas, equilibradas e credíveis.



decustik®



Soluciones acústicas personalizadas
para sus proyectos



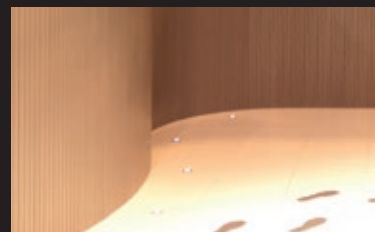
Sistema D+
Decustik
plus



Sistema PAR
Paneles acústicos
ranurados



Sistema PAP
Paneles acústicos
perforados



Sistema PAC
Paneles acústicos
curvados

Consulta todos los productos
y características en: www.decustik.com

Pol. Ind. Mas Les Vinyes
C/ Llevant 2 / 08570 Torelló (Bcn)
T 902006430 / comercial@decustik.com