



SOBRE A INCLUSÃO DE ATIVIDADES RECREATIVAS EM MAPAS ESTRATÉGICOS DE RUÍDO

ROSÃO, Vitor¹; GRILO, Álvaro²; FLORES, Pedro².

- (1) SCHIU, Engenharia de Vibração e Ruído (www.schiu.com), Portugal; vitorrosao@schiu.com.
(2) INERCO Acústica, (www.inerco.com), Spain; agrilo@inerco.com; pedroflores@inerco.com.

RESUMO

A elaboração de Mapas Estratégicos de Ruído na Europa encontra-se enquadrada, principalmente, pela Diretiva 2002/49/CE, relativa à avaliação e gestão do ruído ambiente, e pelo Guia Europeu de Boas Práticas para a elaboração de Mapas Estratégicos de Ruído. Os documentos referidos abordam principalmente 4 tipos de fontes de ruído: Tráfego Rodoviário, Tráfego Ferroviário, Tráfego Aéreo (Aeroportos) e Indústrias (incluindo Portos), não estando portanto incluídas as Atividades Recreativas. O presente artigo pretende justificar a necessidade de inclusão de Atividades Recreativas em determinados Mapas Estratégicos de Ruído, apresentar alguns exemplos de Mapas Estratégicos de Ruído onde foram incluídas Atividades Recreativas, apresentar as principais e usuais dificuldades na caracterização/modelação deste tipo de fontes de ruído e expor os principais métodos que podem ser usados, de forma direta ou adaptada, para a caracterização deste tipo de fontes de ruído, para que seja possível a sua adequada inclusão em um Mapa Estratégico de Ruído.

ABSTRACT

The development of the Strategic Noise Maps in Europe is supported mainly by Directive 2002/49/EC, relating to the assessment and management of environmental noise, and by European Good Practice Guide for Strategic Noise Mapping. The documents referred consider, mainly, four types of noise sources: Road Traffic, Rail Traffic, Air Traffic (Airports) and Industries (including Ports), therefore are not included the Recreational Activities. This papers seeks to demonstrate the need for inclusion of Recreational Activities in some Strategic Noise Maps, present some examples of Strategic Noise Maps which were included Recreational Activities, present the main and usual difficulties in the characterization of this type of noise sources and expose the main methods that can be used, directly or adapted, for the characterization of this type of noise sources, for to be possible their appropriate inclusion in the Strategic Noise Maps.

Palavras-chave: Atividades Recreativas; Mapas Estratégicos de Ruído.

1. INTRODUÇÃO

Um dos objetivos da Diretiva 2002/49/CE (JORNAL OFICIAL DAS COMUNIDADES EUROPEIAS, 2002), muitas vezes referida de forma abreviada por END (*Environmental Noise Directive*) é, de acordo com alínea a) do n.º 1 do seu Artigo 1.º:

“Determinação da exposição ao ruído ambiente, através da elaboração de mapas de ruído, com base em métodos de avaliação comuns aos Estados-Membros”.

Por sua vez a definição de Ruído Ambiente é, de acordo com alínea a) do Artigo 3.º da END:

“...um som externo indesejado ou prejudicial, criado por actividades humanas, incluindo o ruído emitido por meios de transporte, tráfego rodoviário, ferroviário, aéreo e instalações utilizadas na actividade industrial...”.

Apesar de não existir uma referência explícita, julga-se ser claro que o Ruído das Atividades Recreativas pode corresponder, e corresponde muitas vezes, a *“um som externo indesejado ou prejudicial, criado por actividades humanas”* pelo que, nesta medida, deverá constar nos Mapas Estratégicos de Ruído. De referir ainda, a este respeito, o estabelecido na alínea m) do Artigo 3.º da END:

“«Zona tranquila em campo aberto», uma zona, delimitada pela autoridade competente, que não é perturbada pelo ruído do tráfego, da indústria ou de actividades recreativas”.

Pese embora o referido, o Guia Europeu de Boas Práticas para a elaboração dos Mapas Estratégicos de Ruído (EUROPEAN COMMISSION WORKING GROUP ASSESSMENT OF EXPOSURE TO NOISE, 2007), muitas vezes denominado de forma abreviada por GPG (*Good Practice Guide*) refere o seguinte na sua página 50 de 129 (tradução livre):

“Deverá notar-se que a END não exige a aquisição de dados para o Ruído Recreativo...”.

Ou seja, dito de outra forma, a END não exige que os Mapas Estratégicos de Ruído incluam o ruído de Atividades Recreativas.

Claro está que apesar de não ser exigido pela END, poder-se-á, e dever-se-á em alguns casos, incluir o ruído de Atividades Recreativas nos Mapas Estratégicos de Ruído, conforme já indicado, por exemplo, nas referências (RECUERO *et al.*, 2010) e (ROMEU *et al.*, 2010).

Contudo, dada a inexistência no GPG, ou mesmo no documento (AGÊNCIA PORTUGUESA DO AMBIENTE, 2011), de qualquer referência a uma metodologia padrão para a caracterização e inclusão das Atividades Recreativas, as metodologias poderão ser diversas e sem qualquer enquadramento de adequabilidade.

Pretende-se assim, com o presente artigo, alertar para os factos expostos, apresentar, a título de exemplo, alguns Mapas Estratégicos de Ruído que incluem o ruído de Atividades Recreativas e alguns Mapas Estratégicos de Ruído que não incluem o ruído de Atividades Recreativas, e expor as principais dificuldades e metodologias de caracterização/modelação deste tipo de fontes de ruído.

2. EXEMPLOS DE MAPAS DE RUÍDO

O presente artigo está direccionado para os Mapas Estratégicos de Ruído previstos na END, contudo pode estender-se, com as devidas adaptações, a qualquer outro tipo de Mapa de Ruído.

Assim, tendo em vista a explicitação de que já existem vários Mapas de Ruído que incluem Atividades Recreativas, pesem embora as dificuldades e factos descritos, os exemplos que aqui se apresentam não se cingem a Mapas Estratégicos de Ruído, mas para melhor compreensão

agrupam-se nos seguintes 2 grandes grupos: 1) Mapas Estratégicos de Ruído e 2) Outros Mapas de Ruído.

2.1 Mapas Estratégicos de Ruído

Existem 4 tipos de Mapas Estratégicos de Ruído, previstos na END: 1) Aglomerações, 2) Grandes Eixos Rodoviários, 3) Grandes Eixos Ferroviários e 4) Grandes Aeroportos.

Nestas circunstâncias, a possível inclusão de Atividades Recreativas em Mapas Estratégicos de Ruído só poderá ocorrer para Aglomerações.

Um exemplo de um Mapa Estratégico de Ruído, de Aglomeração, que inclui algumas Atividades Recreativas é o Mapa Estratégico de Ruído da Cidade de Lisboa, conforme descrito na página 2 do seu Resumo Não Técnico, disponível no seguinte *site* (de notar que a informação disponível, para este caso, não permite verificar qual a metodologia utilizada para caracterização/modelação das Atividades Recreativas em causa):

http://www.apambiente.pt/_zdata/DAR/Ruido/SituacaoNacional/MapasAglomeracoes/RNT.pdf.

“Relativamente às fontes fixas consideraram-se aquelas cuja actividade é uma fonte sonora com influência no ruído ambiente da zona, designadamente o Parque das Nações (zona ribeirinha), Docas de Santo Amaro/ Alcântara, e a zona do Bairro Alto”.

Apresenta-se na Figura 1 um excerto do Mapa Estratégico de Ruído da Cidade de Lisboa, na Zona Ribeirinha do Parque das Nações (Zona Pedonal com Bares), de forma a ilustrar a inclusão de Atividades Recreativas neste Mapa de Ruído. O Mapa de Ruído original encontra-se disponível no *site*:

http://www.apambiente.pt/_zdata/DAR/Ruido/SituacaoNacional/MapasAglomeracoes/Mapa_Ln_A0.pdf



Figura 1: Excerto do Mapa Estratégico de Ruído da Cidade de Lisboa na Zona Ribeirinha do Parque das Nações (Zona Pedonal com Bares).

Um exemplo de um Mapa Estratégico de Ruído, de Aglomeração, que não inclui Atividades Recreativas é o Mapa Estratégico de Ruído da Cidade de Berlim. Conforme descrito imediatamente antes da Tabela 3, e na própria Tabela 3, do *site* seguinte, o Mapa Estratégico de Ruído da Cidade de Berlim apenas inclui as Unidades Industriais IPPC (JORNAL OFICIAL DAS COMUNIDADES EUROPEIAS, 2008).

http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas/eda705_02.htm

2.2 Outros Mapas de Ruído

Em Portugal, por exemplo, para além da obrigatoriedade da elaboração de Mapas Estratégicos de Ruído, no âmbito da END, existe também a obrigatoriedade de elaboração de Mapas de Ruído no âmbito de Planos Municipais de Ordenamento do Território, ao abrigo do Decreto-Lei n.º 9/2007 (DIÁRIO DA REPÚBLICA PORTUGUESA, 2007). Neste âmbito são vários os Planos com Mapas de Ruído que incluem Atividades Recreativas, nomeadamente:

- Carta de Ruído de Albufeira, 2013, com Resumo Não Técnico disponível em: http://www.apambiente.pt/_zdata/DAR/Ruido/SituacaoNacional/MapasRuidoMunicipais/RNT_Albufeira.pdf. De notar que neste caso a informação disponível aponta para que a metodologia de caracterização/modelação utilizada baseou-se na realização de um programa especial de medições de ruído.

De referir que, de acordo com a referência (AGÊNCIA PORTUGUESA DO AMBIENTE, 2011), os Mapas de Ruído para articulação com PU (Planos de Urbanização) e PP (Planos de Pormenor) devem incluir todas as fontes sonoras com emissões para o exterior, pelo que deverão assim incluir as principais Atividades Recreativas que produzem ruído para o exterior.

Apresentam-se em seguida exemplos de outros Mapas de Ruído que incluem Atividades Recreativas, no Brasil, na Austrália, em Itália e em Espanha:

- Mapa de Ruído da Zona Comercial de Belém (Brasil), que contém ruído da própria comunidade e de altifalantes existentes nas ruas (MORAES *et al.*, 2003).
- Mapa de Ruído de uma área de Entretenimento em Brisbane, Austrália (BORGHAUD, 2005).
- Mapa de Ruído dos Navios, incluindo Cruzeiros, ancorados no Porto da Cidade Italiana de Veneza (DI BELA *et al.*, 2008).
- Mapa de Ruído de zona ZARE (Zona Acústica de Regime Especial), em Barcelona, Espanha, maioritariamente constituída por bares (DÍAZ *et al.*, 2013).

3. TIPOS DE ATIVIDADES RECREATIVAS

São diversas as Atividades Recreativas capazes de produzir ruído com potencial de afetação da população que viva ou permaneça nas suas proximidades, contudo as mesmas podem ser divididas nas seguintes 3 grandes categorias, com influência na tipologia de caracterização/modelação, como se verá no capítulo seguinte.

1. Atividades Recreativas a Céu Aberto: Pessoas a conviver e a passear nas ruas, concertos ao ar livre, atividades náuticas, etc.
2. Atividades Recreativas em Edifícios Semiabertos: Bares que funcionam de porta aberta, concertos e jogos em estádios, etc.
3. Atividades Recreativas em Edifícios Fechados: Discotecas e Bares fechados, etc.

4. DIFICULDADES E METODOLOGIAS DE CARACTERIZAÇÃO/MODELAÇÃO

4.1 Classes de ruído

Uma das principais dificuldades de caracterização das Atividades Recreativas, conforme referido inclusive na referência (ROMEU *et al.*, 2010), prende-se com a possibilidade de existência de diferentes emissões sonoras ao longo do tempo, por exemplo, nas zonas de bares, ao início da noite podem existir menos pessoas e menos ruído (das pessoas e dos bares), mas com o “adiantar” da noite o número de pessoas e os próprios bares podem emitir mais ruído. No que concerne especificamente aos Mapas Estratégicos de Ruído, como os mesmos devem corresponder a uma média anual, e uma vez que muitas Atividades Recreativas são sazonais, interessa conhecer os meses e/ou dias da semana em que ocorre a Atividade para determinar a devida média logarítmica anual da emissão sonora.

De referir que o capítulo 3.1.6.3 da referência (ROSÃO, 2011), aborda casos típicos de sazonalidade (diária, semanal e mensal) e os resultados gerais normalmente associados, alertando que cada caso é um caso e que por vezes determinadas assunções baseadas em conceitos prévios tidos como adequados revelam-se errados, depois da devida análise quantitativa.

De acordo com as referências (ROMEU *et al.*, 2010) e (DIAZ *et al.*, 2013) a melhor forma de determinação das variações de ruído será a efetivação de medições de 24 horas em dia de semana e ao fim-de-semana, preferencialmente junto aos recetores sensíveis afetados. Contudo estas referências não explicitam a forma de divisão das variações de ruído em diferentes Classes.

Tendo em conta o estabelecido no capítulo 6.5.1 da referência (INSTITUTO PORTUGUÊS DE ACREDITAÇÃO, 2011), tem-se:

“As condições de funcionamento da fonte devem ser divididas em classes. Para cada classe, a variação temporal da emissão sonora da instalação deve ser razoavelmente estacionária (em sentido estocástico). Esta variação deve ser menor do que a variação decorrente da atenuação da propagação devida às variações nas condições meteorológicas...A variação temporal da emissão sonora da instalação durante uma determinada condição de funcionamento deve ser determinada a partir de valores de L_{eq} medidos em períodos de 5 minutos a 10 minutos”.

Julga-se assim que, na ausência de outra informação normalizada, se deve considerar que um determinado tipo de ruído pertence à mesma Classe se as variações associadas forem menores do que as variações devido às condições meteorológicas.

Uma vez que de acordo com a Figura A.1, da referência (INSTITUTO PORTUGUÊS DE ACREDITAÇÃO, 2011) se tem um valor de Incerteza Padrão, devido às condições meteorológicas, na melhor das hipóteses, de 1,5 dB, pode-se considerar que se está na presença de uma só Classe se a Incerteza Padrão, associada a diferentes medições de 5 a 10 minutos, for menor do que 1,5 dB, ou seja, em termos de desvio padrão d_p das medições e de número n de medições, pode-se escrever:

$$d_p/\sqrt{n} < 1,5 \text{ dB} \quad [\text{Eq. 01}]$$

4.2 Medições na envolvente das fontes de ruído

As medições dos Níveis de Pressão Sonora na envolvente das fontes de ruído, para caracterização dos Níveis de Potência Sonora associados às diferentes Classes de Ruído determinadas de acordo com o subcapítulo anterior, poderão seguir, de forma adaptada, as disposições da norma ISO 8297 (INTERNATIONAL STANDARD ORGANIZATION, 1994).

De notar que, conforme estabelecido na referência (DEPARTMENT FOR ENVIRONMENT, FOOD & RURAL AFFAIRS, 2003), pelo menos no âmbito dos Mapas Estratégicos de Ruído, é expectável a necessidade de utilização de uma adaptação simplificada da norma ISO 8297, nomeadamente a referência (THE ENGINEERING EQUIPMENT & MATERIALS USERS' ASSOCIATION, 1985). Tem-se assim que a metodologia da ISO 8297 está mais direcionada para Atividades Recreativas a Céu Aberto, mas pode ser adaptada para qualquer tipo de Atividade Recreativa (Céu Aberto, Edifício Semiaberto, Edifício Fechado).

Em outros casos, poderá ser necessária uma caracterização mais pormenorizada, como é referido nas referências (SANTOS, 2008) e (BUBLIC *et al.*, 2010).

A maior ou menor simplicidade da caracterização/modelação, e o método de caracterização escolhido, dependerá sobretudo da maior ou menor proximidade de Recetores Sensíveis às fontes de ruído. Tipicamente uma maior proximidade de Recetores Sensíveis implica a necessidade de uma caracterização/modelação menos simplificada e uma menor proximidade permite uma caracterização/modelação mais simplificada.

Poderá também ser usado o denominado Método Relacional, de acordo com as referências (ROSÃO, 2001) e (ROSÃO, 2011) ou o denominado Método da Modelação de Ruído Inversa, de acordo com a referência (CIRAC *et al.*, 2010). De uma forma geral, estes métodos fazem uso das relações de emissão, propagação e receção sonoras estabelecidas na norma NP 4361-2 (ISO 9613-2: 1996) (INSTITUTO PORTUGUÊS DE ACREDITAÇÃO, 2001), para construir um sistema de equações e determinar, através da resolução do sistema de equações, os valores assumidos pelas incógnitas em causa (normalmente os Níveis de Potência Sonora).

4.3 Medições no interior dos edifícios

Para Atividades Recreativas em Edifícios Semiabertos ou em Edifícios Fechados, poderá ser conveniente a caracterização dos Níveis de Pressão Sonora no interior, não só para conhecer esses valores e compará-los com limites de boa prática para proteção dos trabalhadores e da audiência (ROSÃO *et al.*, 2012), mas também com o objetivo de caracterização da Emissão Sonora da fachada desses edifícios, de acordo com a norma EN 12354-4 (EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION, 2000).

Um exemplo prático da utilização desta metodologia encontra-se na referência (Díaz *et al.*, 2013), considerando que a radiação sonora ocorre sobretudo através das portas e janelas abertas dos edifícios. A equação geral aplicável, para determinação do Nível de Potência Sonora, corresponde à conjugação das equações (2) e (3) da norma EN 12354-4, ou seja:

$$L_w = L_{p,in} + C_d - R' + 10\log(S/S_0) \quad [\text{Eq. 02}]$$

$$R' = -10\log[(\sum(S_i/S_0)10^{(-R_i/10)}) + (\sum(A_0/S)10^{(-D_{n,e,i}/10)})] \quad [\text{Eq. 03}]$$

Nos casos em que prevaleça a propagação por aberturas (Atividades Recreativas em Edifícios Semiabertos) R' tende para zero (Díaz *et al.*, 2013). Nos casos em que não prevaleça a propagação por aberturas (Atividades Recreativas em Edifícios Fechados) será necessário, através desta metodologia, conhecer os valores aplicáveis de R' , ou então realizar medições dos Níveis de Pressão Sonora no exterior, de forma a poder inferir os valores de R' .

4.4 Dados de base típicos

Em linha com o estabelecido no GPG (EUROPEAN COMMISSION WORKING GROUP ASSESSMENT OF EXPOSURE TO NOISE, 2007), poderá recorrer-se, para Mapas Estratégicos de Ruído, a uma metodologia menos precisa, que faça uso de valores padrão de situações típicas. Neste caso considera-se de particular interesse os valores constantes no Guia VDI 3770 (VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE, 2012). Apresentam-se na Tabela 1 exemplos de valores padrão constantes na VDI 3770.

Tabela 1: Valores padrão de Nível de Potência Sonora em Parques Recreativos

Fonte	Nível de Potência Sonora L_{WA}
Música	98
Carrocéis	100
Montanha Russa	102 a 107
Apresentador em Palco	105
Parques aquáticos	89
Som de répteis em altifalantes	91
Parques de Baloços	102
Circos (Crianças)	99

Fonte: VDI 3770, 2012.

No caso particular de atividades náuticas, considera-se também de particular interesse os valores limite da referência (JORNAL OFICIAL DAS COMUNIDADES EUROPEIAS, 2003).

5. CONCLUSÕES

Conforme é fácil de entender, em certos casos assume especial relevância a inclusão de Atividade Recreativas em Mapas Estratégicos de Ruído, pese embora a não obrigatoriedade de inclusão das Atividades Recreativas nos Mapas Estratégicos de Ruído. Desejam os autores que o presente artigo possa ajudar aqueles que procurem incluir as Atividade Recreativas em Mapas de Ruído e possa contribuir, na sua própria medida, para o caminho que terá de ser traçado, e que se está a traçar, no sentido da harmonização futura – um dos objetivos da Diretiva 2002/49/CE – para utilização dos métodos mais eficazes e adequados, para a caracterização/modelação destas fontes de ruído que afetam, de forma não negligenciável, uma boa parte da população.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA PORTUGUESA DO AMBIENTE. **Directrizes para a Elaboração de Mapas de Ruído. Versão 3.** 2011.
- BORGEAUD, DAVID. **Noise Mapping an Entertainment Precinct.** Busselton, Australia, Acoustics, 2005.
- BUBLIC, IVAN; TUDOR, IVAN; SKELIN, DRAZAN. **Small scale noise mapping of industrial plants.** Ljubljana, EuroRegio, 2010.

- CIRAC, DANIEL CASTRO; GARCÍA, JORGE REVERTER; KIDNER, MICHAEL. **Multisource industrial plant inverse noise modelling and assessment against ISO 8297**. Sydney, ICA, 2010.
- DEPARTMENT FOR ENVIRONMENT, FOOD & RURAL AFFAIRS (DEFRA). **Research Contract – Noise Mapping Industrial Sources**. 2003.
- DI BELA, A.; TOMBOLATO, A.; CORDEDDU, S.; ZANOTTO, E.; BARBIERI, M. **In Situ Characterization and Noise Mapping of Ships Moored in the Port of Venice**. Paris, Acoustics, 2008.
- DIÁRIO DA REPÚBLICA PORTUGUESA. **Decreto-Lei n.º 9/2007, Regulamento Geral de Ruído**. 1.ª série, N.º 12, 17 de janeiro de 2007.
- DÍAZ, SANTIAGO; GARBI, JORDI; ANGUERA, ALGUER. **Mapa Acústico en Zona Acústica de Régimen Especial (ZARE) Formada por Actividades de Ocio**. Valladolid, TecniAcustica, 2013.
- EUROPEAN COMMISSION WORKING GROUP ASSESSMENT OF EXPOSURE TO NOISE (WG-AEN). **Good Practice Guide for Strategic Noise Mapping and the Production of Associated Data on Noise Exposure**. Version 2. 2007.
- EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION. **EN 12354-4, Building Acoustics: Estimation of acoustic performance of buildings from performance of elements: Part 4: transmission of indoor sound to the outside**. 2000.
- INSTITUTO PORTUGUÊS DE ACEDITAÇÃO. **NP 4361-2 (ISO 9613-2: 1996), Acústica: Atenuação do som na sua propagação ao ar livre Parte 2: Método geral de cálculo**. 2001.
- INSTITUTO PORTUGUÊS DE ACEDITAÇÃO. **NP ISO 1996-2, Acústica: Descrição, Medição e Avaliação do Ruído Ambiente: Parte 2: Determinação dos Níveis de Pressão Sonora do Ruído Ambiente**. 2011.
- INTERNATIONAL STANDARD ORGANIZATION. **ISO 8297, Acoustics: Determination of Sound Power Levels of Multisource Industrial Plants for Evaluation of Sound Pressure Levels in the Environment: Engineering Method**. 1994.
- JORNAL OFICIAL DAS COMUNIDADES EUROPEIAS. **2002/49/CE, relativa à avaliação e gestão do ruído ambiente**. L189, 2002.
- JORNAL OFICIAL DAS COMUNIDADES EUROPEIAS. **2003/44/CE, que altera a Directiva 94/25/CE relativa à aproximação das disposições legislativas, regulamentares e administrativas dos Estados-Membros respeitantes às embarcações de recreio**. L214, 2003.
- JORNAL OFICIAL DAS COMUNIDADES EUROPEIAS. **2008/1/CE, relativa à prevenção e controlo integrados da poluição**. L24, 2008.
- MORAES, ELCIONE; LARA, LEYA; TOGUCHI, LEANO; PINTO, ARETUZA. **Mapa de Ruídos da Zona Comercial de Belém, Uma Parcela do Mapa de Ruídos da Cidade de Belém – Brasil**. Bilbao, Tecniacustica, 2003.
- RECUERO, M.; AUSEJO, M.; PAVÓN, I.; ASENSIO, C. **Tourist influence on nightlife noise**. Lisboa, InterNoise, 2010.
- ROMEU, J.; JIMÉNEZ, S.; GENESCÀ, M.; SÁNCHEZ, A. **Recreation Noise in Acoustic Mapping**. Lisboa, InterNoise, 2010.
- ROSÃO, VITOR. **Desenvolvimento de Modelo de Avaliação do Impacte Ambiental devido ao Ruído de Tráfego Rodoviário**. Dissertação de Mestrado na Universidade Clássica de Lisboa, 2001.
- ROSÃO, VITOR. **Desenvolvimentos sobre Métodos de Previsão, Medição, Limitação e Avaliação em Ruído e Vibração Ambiente**. Dissertação de Doutoramento na Universidade do Algarve, 2011.
- ROSÃO, VITOR; CONSTANTINO, RITA. **Summer parties in Algarve – DJs and Audience noise exposure**. Occupational Safety and Hygiene II – Arezes et al. (eds), Taylor & Francis Group, 2014.
- SANTOS, LUIS, *et. al.* **Noise Mapping of Industrial Sources**. Coimbra, Acústica, 2008.
- THE ENGINEERING EQUIPMENT & MATERIALS USERS' ASSOCIATION (EEMUA). **Noise Procedure Specification Publication No. 140**. 1985.
- VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE. **VDI 3770, Characteristic noise emission values of sound sources Facilities for sporting and recreational activities**. 2012.