

## **ESTRUTURA DE UMA BASE DE DADOS DE MEDIDAS DE MINIMIZAÇÃO DE IMPACTES AMBIENTAIS DEVIDOS AO RUÍDO**

PACK: 43.50.Rq

Antunes, Sónia; Patrício, Jorge  
Laboratório Nacional de Engenharia Civil  
Av. Brasil, 101  
1700-066 Lisboa  
Portugal  
Tel: (+351) 218 443 834  
Fax: (+351) 218 443 028  
Email: santunes@lnec.pt

### **ABSTRACT**

This paper presents the structure of a database developed with the purpose to gather information about mitigation measures (and monitoring data), which have been used for minimization of environmental noise impacts established by main transport infrastructures implemented in Portugal. The goal of this database, which was developed in Microsoft® Access 2000, is to easily make possible the evaluation of the effectiveness of the implemented mitigation measures and, based on the information it contains, to take the appropriate actions, accordingly.

### **RESUMO**

Esta comunicação apresenta a estrutura de uma base de dados, elaborada com a finalidade de integrar informação relativa a medidas de minimização de impactes ambientais, e aos resultados dos processos de monitorização associados, em infra-estruturas de transporte implementadas em Portugal. O objectivo desta base de dados, desenvolvida em Microsoft® Access 2000, é o de possibilitar a avaliação da eficácia das medidas de minimização em causa, com base na consulta respectiva e no cruzamento da informação nela contida.

### **1. INTRODUÇÃO**

Em Portugal, o Decreto-lei nº197/2005 estabelece o regime jurídico da avaliação de impacte ambiental (AIA) dos projectos públicos e privados susceptíveis de produzirem efeitos significativos no ambiente, transpondo para a ordem jurídica interna a legislação europeia em vigor (Directiva nº 85/337/CEE de 27 de Junho e alterações introduzidas pelas Directivas nºs 97/11/CE e 2003/35/CE). Segundo a legislação referida (designadamente alínea j do artigo 3º), define-se como “impacte ambiental” o conjunto das alterações favoráveis e desfavoráveis produzidas em parâmetros ambientais e sociais, num determinado período de tempo e numa determinada área, resultantes da realização de um projecto, comparadas com a situação que ocorreria, nesse período de tempo e nessa área, se esse projecto não viesse a ter lugar. Na avaliação do impacte ambiental no descritor ruído, há que comparar dois ambientes sonoros: o ambiente sonoro previsto para um determinado ano horizonte, na ausência da infra-estrutura sobre a qual incide o estudo de impacte ambiental (situação de referência, designado neste

trabalho por  $L_{AeqR}$ ), e o ambiente sonoro resultante da actividade da infra-estrutura em avaliação, para o ano horizonte em causa ( $L_{AeqE}$ ). Para a obtenção do  $L_{AeqR}$  deverá ser tida em conta os níveis sonoros existentes à data da elaboração do EIA (situação actual) e os níveis sonoros prospectados a partir de modelos de previsão, considerando as fontes de ruído que farão parte desse ambiente no ano horizonte considerado. A verificação da existência, ou não, de impacte, deverá resultar da comparação entre a sobreposição (soma energética) dos níveis sonoros característicos da situação de referência com os resultantes da actividade do empreendimento objecto de EIA (situação prospectada) e o valor característico da situação de referência  $L_{AeqR}$ . Uma descrição detalhada da metodologia a utilizar num processo de avaliação de impacte ambiental para uma infra-estrutura de transportes pode ser consultada em [4].

Para a elaboração da estrutura da base de dados começou-se por definir três conjuntos de dados, designadamente: dados referentes a informações gerais sobre o troço da estrada; dados sobre os sistemas de minimização de ruído implementados; e informação relativa aos sistemas de monitorização, aos quais correspondem na base de dados formulários distintos. Na figura 1 apresenta-se uma representação esquemática da base de dados. Cada sistema de minimização ou de monitorização está incluído num troço de estrada, sendo as propriedades que lhe dizem respeito, englobadas num grupo de informação geral sobre o troço da estrada, onde se implementou pelo menos uma medida de minimização. Construíram-se tabelas para a inserção de dados que foram testadas na prática com a consulta de Estudos de Impacte Ambiental (EIA) e de outros documentos do processo de Avaliação de Impactes Ambientais de estradas, de relatórios relativos ao projecto de sistemas de minimização de ruído e, quando existente, de relatórios de monitorização. Foram também previstos campos para a inserção de novos dados decorrentes de visitas ao local de implantação das medidas de minimização. Uma vez que as diferentes estradas apresentam projectos com características diversas, o processo de construção das tabelas para a inserção de informação foi um processo iterativo. Após a consulta de alguns processos, optou-se por estruturar a base de dados de modo a que seja possível a inserção de informação essencialmente relativa à fase de projecto de execução, e posteriormente informação constante nos relatórios de monitorização.

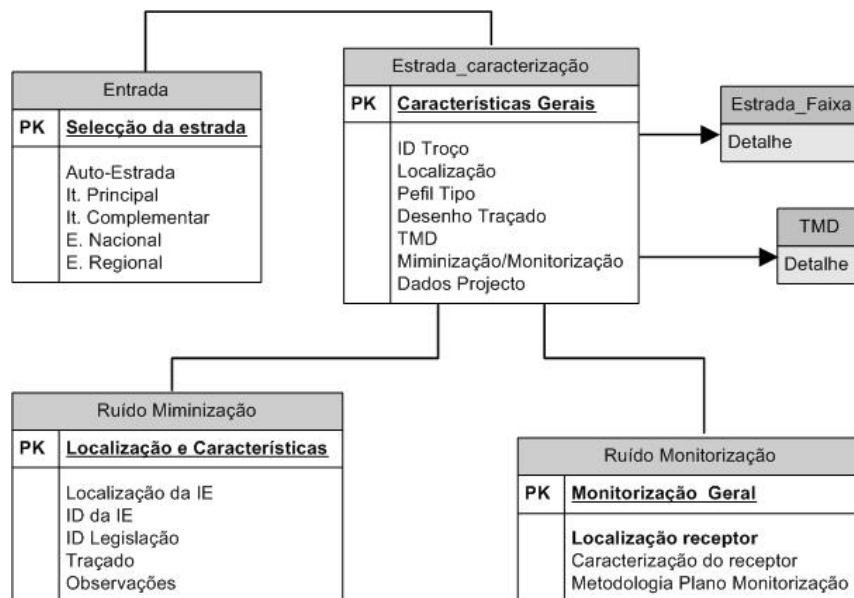


Fig.1- Esquema da estrutura da Base de Dados

## 2. DESCRIÇÃO DA ESTRUTURA DA BASE DE DADOS

### 2.1 Caracterização da estrada

Formulário **Estrada\_caracterização**: Características gerais sobre o troço em análise e sua localização contém a identificação do troço de estrada, referida pela designação que aparece

nos projectos da mesma, respectiva localização no território nacional (região, distrito(s) e concelho(s)), extensão, pavimentação, dimensões do perfil transversal tipo, mapa de localização, identificação dos sistemas de minimização de impacte ou de monitorização existentes no troço, identificação do projectista, da data do projecto e a data de entrada em exploração do troço, entre outros aspectos, como se pode ver na figura 1. Os valores de Tráfego Médio Diário (TMD), estimados no Estudo de Impacte Ambiental, foram incluídos no sub-formulário: Tráfego\_Médio Diário (EIA). Este formulário permite a introdução de estimativas para diferentes cenários (optimista e pessimista), categorias de veículos, anos horizonte e sublanços em que se pode ter subdividido o troço. Nos modelos para a previsão do ruído de tráfego rodoviário é usual utilizar-se valores de TMH (tráfego médio horário) por tipo de veículo, devendo-se considerar as seguintes relação [9]:

$$TMH_i = t \bullet (TMDA_i/15) \text{ no período diurno;}$$

$$TMH_i = (1 - t) \bullet (TMDA_i/9) \text{ no período nocturno.}$$

Correspondendo  $i$ , ao tipo de veículo,  $t$  a taxa de distribuição de veículos no período diurno, e  $TMDA$  é o tráfego médio diário anual para o troço da via considerado.

Sub-formulário **estrada\_faixa**: Perfil tipo das faixas de rodagem foi criado para introduzir as larguras das diversas faixas de rodagem que fazem parte do perfil tipo (contadas da esquerda para a direita).

## 2.2 Medidas de Minimização

A adopção de medidas de minimização é focalizada nos receptores sensíveis, e depende da verificação da conformidade dos níveis sonoros exteriores com valores máximos permitidos na legislação portuguesa, designadamente o Regime Legal da Poluição Sonora (Decreto - Lei 292/2000, de 14 de Novembro), ou no caso da avaliação da implementação de medidas de minimização ter sido realizada antes da entrada em vigor da regulamentação anterior, com os valores publicados no Regulamento Geral sobre o Ruído (Decreto - Lei 251/87, de 24 de Junho). Para uma descrição mais detalhada sobre a legislação portuguesa aplicada pode ser consultada a referência [4]. Na base de dados construída, a informação relativa ao sistema de minimização de impacte ambiental no descritor ruído é apresentada num formulário principal designado: Localização e características das infra-estruturas de minimização do ruído, do qual consta a seguinte informação (ver figura 1):

- Localização da infra-estrutura em relação ao troço da estrada (distâncias do início e final da infra-estrutura ao início do troço na qual a medida de minimização esta implementada, coordenadas de localização M e P do início e final da infra-estrutura e orientação relativamente à estrada, em função dos pontos cardiais);
- Identificação da infra-estrutura implementada, com a possibilidade de selecção das seguintes opções: Barreira acústica artificial, barreira acústica natural, monitorização do receptor, pavimento com características absorventes acústicas, redução da velocidade e/ou tráfego de pesados, reforço de isolamento sonoro de fachada, condicionamento acústico de túnel e uma ultima opção de modo a permitir a inserção de um novo tipo de medida de minimização. Aos campos barreira acústica (artificial e natural) correspondem sub-formulários específicos que permitem a introdução de informação caso estas opções sejam seleccionadas, enquanto que, para as restantes opções é somente necessário o preenchimento de um campo de texto com uma breve descrição da medida implementada, e no caso da monitorização de receptores, a indicação do nível sonoro prospectado (para o período diurno, nocturno, ou fim de tarde, consoante a legislação utilizada) e do ano de início da monitorização. Saliente-se a possibilidade de selecção de mais do que uma opção, para uma mesma localização na rodovia;
- Identificação da legislação que foi utilizada no projecto de implementação da infra-estrutura (DL 251/87-RGR, DL 296/2000-RLPS, Directiva 2002/49/CE);

- Caracterização do traçado onde se localiza a medida de minimização (recta ou curva) e do tipo de pavimento rodoviário (asfalto, asfalto poroso, betão, betão drenante, betuminoso de borracha, pedra, com a possibilidade de especificar outro);
- Campo de texto onde podem ser introduzidas quaisquer observações com esclarecimentos relativamente a algum dos campos anteriores ou informação complementar que se considere relevante.

No sub-formulário: **Caracterização das barreiras acústicas artificial**, introduz-se informação sobre o tipo de barreira (absorvente, reflectora ou mista), sobre o material constituinte e perfis utilizados, assim como o tipo de montagem (directamente no solo, com muro de suporte, em cima de viaduto). É igualmente inserida informação referente aos aspectos visuais (design, revestimento, acabamentos, cor e alinhamento dos painéis) e geométricos (número de secções com altura diferente, respectivas altura e comprimento de cada secção), tipo de implementação (berma, escavação ou em aterro). Neste sub-formulario é também introduzida informação sobre as prospectivas do modelo de previsão (em termos de níveis sonoros com e sem a barreira, nos receptores na região sombra desta infra-estrutura) que originaram o dimensionamento da barreira acústica, para os períodos diurno, nocturno, ou fim de tarde, consoante a legislação utilizada e a respectiva localização dos receptores a proteger. Ainda no que respeita a características acústicas deve ser introduzida informação sobre as características de isolamento e absorção sonoras, segundo a classificação das normas EN 1793-1 (isolamento sonoro) e EN 1793-2 (absorção sonora), versão de 1997, em função da respectiva categoria (categorias B0 a B3, para o isolamento sonoro e A0 e A4 para a absorção sonora) para o qual foi dimensionada no projecto de execução. Refira-se ainda a possibilidade de introdução de informação geral sobre o plano de manutenção das barreiras acústicas, caso esta esteja disponível no projecto. Assim, será possível ter-se uma ideia sobre o cumprimento deste plano, assim como se a eventual perda de eficácia das barreiras acústicas, ao longo do tempo, está ou não directamente relacionada com aspectos decorrentes da adequabilidade destes planos. É igualmente possível a introdução de imagens que podem ser uma planta de localização, o desenho de uma barreira acústica, ou uma ou mais fotografias do sistema de minimização. A fotografia, sempre que disponível, deverá permitir a visualização das características e constituição das barreiras.

No sub-formulário: **Caracterização das barreiras acústicas natural**, é tal como na situação anterior, introduzida informação sobre as prospectivas do modelo de previsão (em termos de níveis sonoros com e sem a barreira, nos receptores na região sombra desta infra-estrutura) que originaram o dimensionamento da barreira acústica. Neste caso é solicitada informação sobre a constituição da barreira, assim como uma breve descrição do respectivo projecto de integração paisagística, para além de parâmetros geométricos (largura e comprimento) e do tipo de implementação.

### 2.3 Monitorização

A seguir à estimação do impacte ambiental e a definição de eventuais medidas de minimização, e após a emissão de uma Declaração de Impacte Ambiental favorável (decisão emitida no âmbito da AIA sobre a viabilidade da execução dos projectos, DIA), referente à implementação de um determinado projecto, devem ser efectuadas campanhas de observação e recolha sistemática de dados sobre o estado do ambiente ou sobre os efeitos ambientais de determinado projecto, materializadas em relatórios de monitorização, com uma periodicidade e nos termos constantes da DIA. O parâmetro a avaliar é o nível sonoro médio de longa duração,  $L_{Aeq,LT}$ , obtido a partir da evolução do nível sonoro continuo equivalente, ponderado A, ao longo de séries de intervalos de tempo de referencia (períodos diurno ou nocturno), nos receptores identificados no EIA como alvo de medidas de minimização, nos receptores para os quais foram previstos níveis sonoros próximos dos valores regulamentares e outros eventualmente referidos no relatório da Comissão de Avaliação. A monitorização pode ser efectuada recorrendo a medições acústicas, as quais devem ser efectuadas de acordo com os procedimentos descritos na Norma Portuguesa NP 1730-1 de 1996 “Acústica. Descrição e medição do ruído ambiente” (equivalente à norma ISO 1996 de 1982), uma descrição mais detalhada sobre este processo de pós-avaliação pode ser consultada em [4]. Até recentemente, as medições abrangem os dois períodos de referência (diurno – 7h às 22h e

nocturno – 22h às 7h), sendo realizadas duas campanhas por ano, uma no período do Inverno e outra no período do Verão, correspondendo a primeira campanha ao ano de abertura da infra-estrutura, e as seguintes serão realizadas aproximadamente de cinco em cinco anos, caso não existam alterações significativas dos factores que determinam a emissão e propagação de ruído [1], nem a constatação da necessidade de se implantarem novas medidas de minimização ou reforço das existentes. Em alternativa à realização de uma campanha de monitorização baseada em medições, poder-se-á recorrer a modelos de previsão do ruído de tráfego rodoviário, reportados a um período temporal de previsão de um ano. O principal objectivo deste processo de pós-avaliação consiste na aferição dos impactes ambientais ocorridos e da eficácia das medidas de minimização preconizadas, possibilitando também a avaliação sobre a necessidade de medidas complementares ou o reforço das existentes. Assim, caso sejam detectadas situações de incumprimento das disposições legais deverão ser adoptadas novas medidas para minimizar ou compensar os impactes negativos encontrados.

Na base de dados, a informação relativa ao sistema de monitorização do Ruído foi agrupada num formulário principal no qual se identifica a localização (em termos de distância ao início do troço onde o receptor se encontra, orientação relativamente à estrada, coordenadas de localização M e P), e caracterização do ponto receptor (com uma breve descrição, e no caso de edifícios de habitação a identificação do número de pisos que o constituem, informação de o ponto receptor se localiza na região sombra de uma barreira), assim como uma breve descrição da metodologia estabelecida no plano de monitorização. Para além deste formulário, existem os seguintes sub-formulários para introdução de informação:

- O sub-formulário: **Informação sobre a monitorização do ruído**, onde são inseridos dados gerais sobre a monitorização tais como a data da sua realização, o gabinete responsável, e o facto de o plano de monitorização efectuado ter em conta a existência de reclamações (caso em que aparece automaticamente o sub-formulário **Ruído\_reclama**, devendo ser introduzida informação sobre o tipo de reclamações recebidas, como por exemplo se são reclamações associadas ao incómodo devido ao acréscimo dos níveis sonoros, ou pelo contrário estão associadas com o impacte visual das medidas de minimização implementadas). Caso o plano de monitorização inclua, para além da monitorização dos parâmetros físicos, avaliações sobre aspectos psicossociais, este facto é identificado no campo avaliação das percepções das populações, aparecendo então automaticamente um novo sub-formulário para inserção de uma descrição sucinta dos principais resultados obtidos. Igualmente, se durante o processo de monitorização resultarem novas evidências, a curto prazo ou a ter em conta na próxima campanha de monitorização, tais como, por exemplo, a detecção de novos pontos receptores para os quais os níveis sonoros se encontram fora dos limites regulamentares, ou a falta de eficácia das medidas de minimização implementadas, este facto deve ser identificado no campo Medidas a implementar resultantes da monitorização.
- O sub-formulário: **Dados de monitorização do ruído**, onde serão inseridos futuramente os resultados das monitorizações efectuadas, identificando-se o parâmetro acústico utilizado na monitorização e respectivo período de referência correspondente (diurno, nocturno, e possibilidade de introdução de dados relativos à futura legislação, ao qual corresponde a opção entardecer), a altura relativamente ao solo para a qual foi realizada a medição (ou previsão), o valor obtido, condições ambientais que ocorreram (gama de variação da temperatura, humidade e velocidade do vento), assim como a direcção do vento predominante durante a medição. Neste sub-formulário podem também ser inseridos dados referentes a eventuais medições do fluxo e composição do tráfego (números de veículos ligeiros e pesados, e respectivas velocidades médias) que ocorreram durante a realização das medições.

### 3. CONCLUSÕES E DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

A base de dados foi concebida para integrar informação de modo sistemático sobre medidas de minimização de impactes ambientais implementadas em Portugal e respectivos resultados

de monitorização, actuais e futuros. Através da sua consulta e da realização de operações que cruzem essa informação, espera-se poder dar um forte contributo para a avaliação da eficácia dessas medidas, como também avaliar eventuais desfasamentos entre os objectivos traçados e a realidade da aplicação dos diferentes sistemas projectados.

Pensa-se num futuro próximo introduzir a possibilidade de utilização de filtros de modo possibilitar a visualização da informação de forma cruzada, possibilitando, a introdução de uma perspectiva de evolução temporal, apresentando-se, por exemplo, para cada ponto receptor num determinado troço de estrada, os resultados de todas as campanhas de monitorização efectuadas. Será também de interesse a extensão da base de dados para informação referente a critérios do tipo custo-benefício de cada medida de minimização implementada e a dados relativos ao respectivo projecto, como por exemplo, o cumprimento de prazos na sua implementação.

## **BIBLIOGRAFIA**

- [1] PORTUGAL. Leis, decretos-lei, etc. - Regime Jurídico da Avaliação de Impacte ambiental. Decreto-Lei nº 197/2005 de 8 de Novembro.
- [2] PORTUGAL. Leis, decretos-lei, etc. - Regime Legal da Poluição Sonora (RLPS). Decreto-Lei nº 292/2000 de 14 de Novembro.
- [3] PORTUGAL. Leis, decretos-lei, etc - Regulamento Geral do Ruído (RGR). Decreto-Lei nº 251/87 de 2 de Setembro.
- [4] Antunes, S.; Patrício, J. – Avaliação da eficácia das medidas de minimização de impactes ambientais implementadas em Portugal, na componente acústica do ambiente, a ser publicado in proceedings de Tecniacustica 2006, Gandia, Outubro de 2006.
- [5] Oliveira, M.; Antunes, S.; Patrício, J. et al. – Avaliação da eficácia das medidas de minimização de impactes ambientais implementadas em Portugal. Base de dados. 1º Relatório, Relatório 376/05-NAS, 2005, Lisboa. LNEC.
- [6] Direcção Geral do Ambiente - Notas para Avaliação de Ruído em AIA e em Licenciamento, Setembro de 2001, <http://www.iambiente.pt/>
- [7] Instituto do Ambiente - Directrizes para a Elaboração de Planos de Monitorização de Ruído de Infra-Estruturas Rodoviárias e Ferroviárias, Fevereiro de 2003, <http://www.iambiente.pt/>
- [8] Instituto do Ambiente - Procedimentos Específicos de Medição de Ruído Ambiente. Abril de 2003, <http://www.iambiente.pt/>
- [9] Direcção Geral do Ambiente – Recomendações para a selecção de métodos de calculo a utilizar na previsão de níveis sonoros, Setembro de 2001, <http://www.iambiente.pt/>