

O traçado das vias de tráfego em função das medidas minimizadoras do ruído

João de Quinhones Levy / Fernando Dias / Jacques Beaumont
Ecoserviços, Portugal / Engº Civil / Prof. na ENTPE

RESUMO: Nesta comunicação salienta-se que o traçado de uma via tem muita influência nos níveis sonoros das faixas vizinhas e, em consequência, nas protecções necessárias para reduzir estes níveis junto das habitações.

Propõe-se que a elaboração do Estudo Acústico seja efectuada em simultâneo com o Estudo Prévio das vias para evitar a instalação de medidas minimizadoras ou, pelo menos, a facilitar a sua montagem.

Como método de cálculo recorre-se a software avançado, que permite desenvolver o estudo acústico em duas e três dimensões, apresentando cortes ao longo das vias e dos receptores, e mostrando as reflexões das ondas sonoras, nas fachadas dos edifícios e nas barreiras acústicas.

1- INTRODUÇÃO

De acordo com o Artigo 28º do Decreto-Lei nº 251/87, Regulamento Geral Sobre o Ruído, da Legislação Portuguesa: “As entidades responsáveis pelo planeamento de vias de tráfego rodoviário ou ferroviário deverão ter em conta a necessidade de evitar que o ruído decorrente da sua utilização venha a prejudicar as utilizações existentes ou previstas para as zonas envolventes e, se necessário, promoverão a adopção de medidas adequadas de protecção”.

Com base neste Artigo e nos Artigos 4º, 5º e 6º, relativos à classificação dos locais para implantação dos edifícios, e dos seus requisitos Técnico-funcionais, são estabelecidas as medidas de protecção em função da classificação dos locais, antes e após, a construção das vias rodoviárias e ferroviárias.

Assim, conforme Artigo 4º, os locais são classificados como pouco ruidosos, ruidosos ou muito ruidosos em função do

nível sonoro L_{50} . Isto é, o valor do nível sonoro de ruído ambiente que é excedido, num período de referência, em 50% da duração deste, Quadro I.

A decisão de adoptar medidas de protecção dependerá da eventual alteração do estado sonoro do local. Caso após a construção da via um local mantenha a sua classificação, não são avançadas medidas de protecção.

A metodologia tradicional consiste, assim, em primeiro projectar as vias rodo ou ferroviárias, e depois estimar os níveis sonoros que se verificarão após a sua construção.

Comparando estes níveis com a situação de referência, antes da construção, é decidida a adopção de medidas minimizadoras se se verificar a mudança de estado sonoro. Nesse caso serão projectadas as medidas que tomam como ponto de partida e como condicionante, o projecto da via, o seu perfil longitudinal e

Locais poucos ruidosos.	Locais que satisfaçam os seguintes níveis sonoros: $L_{50} \leq 65\text{dB(A)}$ entre as 7 horas e as 22 horas; e $L_{50} \leq 55\text{dB(A)}$ entre as 22 horas e as 7 horas
Locais ruidosos.	Locais que não estão contemplados na definição de locais pouco ruidosos e que satisfaçam a: $L_{50} \leq 75\text{dB(A)}$ entre as 7 horas e as 22 horas; e $L_{50} \leq 65\text{dB(A)}$ entre as 22 horas e as 7 horas
Locais muito ruidosos.	Locais que não estão contemplados nas definições de locais pouco ruidosos e de locais ruidosos

Quadro I - Classificação dos locais para implantação de edifícios

transversal, e o fluxo de tráfego e tipo de veículos.

Comparando estes níveis com a situação de referência, antes da construção, é decidida a adopção de medidas minimizadoras se se verificar a mudança de estado sonoro.

Nesse caso serão projectadas as medidas que tomam como ponto de partida e como condicionante, o projecto da via, o seu perfil longitudinal e transversal, e o fluxo de tráfego e tipo de veículos.

Por se considerar que esta prática não é a mais correcta, isto é, a de estabelecer as medidas minimizadoras só após a definição do traçado das vias, defende-se uma outra metodologia.

Para o efeito, explicita-se a prática habitual ilustrando-a com um caso de estudo e, de seguida, retoma-se o exemplo alterando os procedimentos de projecto e demonstrando as vantagens que se obtêm.

2- PRÁTICA ACTUAL

2.1- METODOLOGIA

Com vista a estabelecer a necessidade de instalar medidas minimizadoras após a construção das vias, a prática segue os passos abaixo indicados:

- Caracteriza a situação de referência que inclui o levantamento do local, a identificação dos principais receptores e a medição dos níveis de ruído;
- Avalia os níveis de ruído após a construção da via face ao traçado em planta e em perfil, à topografia do local, e ao tráfego, velocidade e percentagem de pesados, no caso de vias rodoviárias, e tipo de composição, no caso das vias ferroviárias;
- Define as medidas minimizadoras. A partir da situação de referência e dos níveis sonoros após a construção das vias, avalia os estados sonoros.

- Se estes não forem alterados pela construção da via, não são preconizadas medidas minimizadoras. Caso sejam alterados, são estudadas estas medidas.

Nalguns estudos, para além da alteração do estado sonoro, é avaliada a diferença entre o valor do nível sonoro contínuo equivalente, corrigido do ruído proveniente da via, e o valor do nível sonoro do ruído de fundo, que é excedido num período de referência, em 95% da duração deste L_{55} . Se esta diferença for superior a 10 dB(A) são preconizadas medidas minimizadoras, mesmo que não se verifique a alteração do estado sonoro.

Esta avaliação baseia-se nos procedimentos aplicáveis a edifícios e a actividades ruidosas e traduz-se numa medida de conforto ambiental. No caso de vias que atravessam regiões até então sem qualquer tráfego significativo, a sua aplicação deve ser acautelada pois pode traduzir-se em medidas minimizadoras difíceis de concretizar.

2.2 - CARACTERIZAÇÃO DA SITUAÇÃO DE REFERÊNCIA

A caracterização da situação de referência inicia-se com o reconhecimento de todo o traçado e pela análise do Estudo de Impacte Ambiental (EIA), no qual são identificadas as secções onde deverão ser instaladas as medidas de protecção. Este reconhecimento permite identificar os pontos relevantes, alguns já identificados no EIA e outros detectados no levantamento.

Nestes locais é caracterizado o ambiente sonoro através de medições dos parâmetros Leq , L_{90} , L_{50} , L_{10} em dB(A). São tiradas fotografias dos edifícios, aglomerados habitacionais e elementos urbanos singulares que podem motivar a sua protecção.

No estudo acústico, apresentam-se fichas onde estão indicadas a topografia do local, as fontes de ruído, o tipo de edifício, as

condições climatéricas no dia em que foram efectuadas as medições e os valores em dB(A) do Leq , L_{90} , L_{50} , L_{10} .

A avaliação do Leq para além dos níveis L_n tem a sua razão de ser por facilitar os cálculos previsionais.

2.3 - MÉTODOS DE CÁLCULO PARA AVALIAÇÃO DOS NÍVEIS SONOROS

Para estimar o ruído decorrente, das vias rodovias e ferroviárias e avaliar a eficiência das protecções acústicas, existem vários modelos de cálculo.

Estes modelos podem-se classificar em dois grupos. No primeiro encontram-se todos os métodos de cálculo que recorrem a ábacos e em que os cálculos, ou não utilizam qualquer software ou recorrem a software simples, que apenas simplifica os cálculos repetitivos de equações encadeadas.

Encontram-se neste grupo, por exemplo, os métodos desenvolvidos nos anos 80 pelo CETUR (Centre d'Etudes des Transports Urbains). Este organismo publicou nessa data um guia de cálculo "Guide du Bruit des Transport Terrestres - Prévision des Niveaux Sonores", que desenvolve um método simplificado e um detalhado.

Com a importância dos problemas do ruído rodoviário e ferroviário, e do custo das medidas de protecção foram desenvolvidos softwares mais detalhados, que permitem alcançar resultados mais fiáveis pois que partem da digitalização do local e de um número de reflexões de ondas sonoras muito elevados (>5).

Com estes modelos que constituem o segundo grupo, obtêm-se resultados mais fiáveis especialmente em casos complexos constituído por vias a diversos níveis, edificações com diferentes sérias e traçados em escavação ou aterro.

Como exemplo de um software do segundo grupo tem-se o MITHRA, desenvolvido pelo

CSTB (Centre Scientifique et Technique du Bâtiment - França).

As características deste software são as seguintes:

Caminho de propagação

O algoritmo de busca dos caminhos de propagação acústica entre a fonte e o receptor assenta, fundamentalmente, em três princípios:

- Qualquer que seja o tecido urbano, a maior parte das superfícies reflectoras (exceptuando o solo) são verticais;
- Na ausência do vento, o princípio de reciprocidade é aplicável;
- As fontes de ruído são decompostas em elementos de linhas horizontais (elementos de vias de circulação), cuja potência é definida por unidade de comprimento.

A primeira hipótese permite que numa primeira etapa o problema da busca de ondas seja efectuado em duas dimensões. A segunda hipótese torna possível efectuar o estudo a partir do receptor. Assim, N ondas são emitidas a partir do receptor em todas as direcções ao longo de um plano horizontal. A partir destas ondas, uma arborescência de trajectos possíveis é gerada cada vez que uma onda encontra um segmento representando uma parede vertical.

Numa segunda etapa, identificam-se os caminhos de propagação no espaço em três dimensões. Para cada trajectória no plano horizontal, é definido um corte vertical atravessando o solo e os obstáculos, em função dos segmentos que sofrem o impacto. Só os cortes correspondendo a trajectórias fisicamente possíveis são mantidos.

Dados

O módulo de entrada de dados permite caracterizar o local através da topografia, edifícios existentes, arruamentos e, também, da existência eventual de barreiras, como taludes de terra.

Os dados referentes ao tráfego são o número de veículos ligeiros e pesados, a velocidade, e o tipo de tráfego.

Cálculos

Para um arruamento, a potência por metro de comprimento da fonte LW (em dB(A)) é calculada a partir da seguinte fórmula:

$$LW = LW_{VL} + 10 \log ((T + T \times VP) \times (EQ - 1)/100 V) - 30$$

LW_{VL} - Potência Sonora de um ligeiro
VP - Percentagem de pesados
EQ - Equivalência ligeiro/pesado
V - Velocidade
T - Tráfego

A atenuação acústica entre a fonte e o receptor é calculada em função das alturas da fonte, do receptor e de todos os segmentos topográficos que cortam a onda.

As leis analíticas utilizadas no cálculo são: a divergência geométrica, a absorção pelo ar, o efeito do solo, a absorção pelas paredes, a difracção pelas barreiras e o relevo.

O efeito do solo é calculado a partir de uma fórmula assíntota da reflexão de uma onda esférica sobre um plano definido pela sua impedância em função da altura média de propagação acima do solo.

A atenuação por difracção pode ser calculada, na maior parte dos casos, pela formulação de KURZE - ANDERSON corrigida para barreiras de baixa altura.

A atenuação por reflexão sobre uma parede é calculada em termos de energia. Se a for o coeficiente de absorção de energia da parede, a perda obtida por reflexão será de $10 \log(1 - a)$.

Os níveis sonoros são calculados para as 6 oitavas situadas entre 125 e 4 000 Hertz. O número de reflexões utilizado é geralmente, igual ou superior a 5.

A alteração das condições meteorológicas é outro dos factores que introduz importantes alterações dos níveis de ruído que também pode ser tido em conta neste tipo de software.

O software MITHRA já foi suficientemente testado, verificando-se que em 70% dos casos a diferença entre os cálculos e as medições são inferiores a 1 dB(A), nunca ultrapassando 2 dB(A).

2.4 - DETERMINAÇÃO DOS NÍVEIS SONOROS

Para exemplo das medidas que se obtêm após a definição da via, apresenta-se o estudo do nó Auto-Estrada A12 - via rápida IC.13, indicado na Figura 1, que faz parte do Estudo Acústico da Auto-Estrada A12 Montijo-Setúbal.

Para avaliação dos níveis de ruído foram digitalizados o terreno, as vias e os edifícios.

Foram calculados os níveis sonoros para 16 receptores, colocados a 2 m em frente das habitações e a 1.50 m em cima do terreno.

Os resultados mostram que no ano horizonte do projecto encontram-se zonas residenciais, com valores superiores a 65 dB(A) atingindo, em certos casos, 69 dB(A), o que resulta na sua classificação como "ruidosa".

Como critério de cálculo das medidas minimizadoras, considerou-se que as

medidas deveriam ser as necessárias para que a classificação dos locais em termos sonoros não fossem alterados com a nova Auto-Estrada.

Classificando-se a zona como "pouco ruidosa" antes da implantação da Auto-Estrada, houve que estabelecer as medidas necessárias para que fosse obtido um $Leq \leq 65$ dB(A), no período das 7 h às 22 h, até ao ano 2018.

A adopção de Leq em vez de L_{50} deve-se a que o presente Regulamento Geral Sobre

o Ruído vai ser alterado nesse sentido, como consta na proposta de alterações já enviada para consulta a alguns organismos. Tal vai reduzir o nível sonoro, visto que o Leq é, para o ruído devido ao tráfego, mais elevado que o L_{50} , cerca de 3 dB(A).

Feitos os cálculos através de um software do segundo grupo (MITHRA) verificou-se que duas fontes de ruído são responsáveis pelo aumento dos níveis de ruído, o ramo de acesso à Auto-Estrada e a própria Auto-Estrada. A disposição relativa das casas e das vias não permite obter soluções de minimização de ruído eficientes. O facto da Auto-Estrada estar em aterro e de existir um acesso nesta zona, faz com que não se possa instalar uma barreira ao longo da Auto-Estrada para proteger as habitações. Quanto ao ramo, uma barreira com altura de 2.00 m ao longo deste, protege unicamente as populações, do ruído dos veículos que entram na Auto-Estrada. Por conseguinte, esta barreira é pouco eficiente para a maior parte dos receptores.

Por exemplo, para o receptor 51, muito próximo do ramo e da Auto-Estrada, há que instalar protecções locais, mesmo depois da instalação da barreira acústica.

Na Figura 2 apresentam-se os níveis de ruído para o ano horizonte do projecto, antes e depois da instalação da barreira.

3 - METODOLOGIA PRECONIZADA

3.1- ALTERAÇÃO DOS TRAÇADOS DA VIA

Dados os valores dos níveis sonoros obtidos, o exemplo anterior demonstra as dificuldades de encontrar soluções minimizadoras eficientes em determinados casos particulares.

No exemplo anterior verifica-se que o perfil longitudinal está em aterro num viaduto que passa a 9.00 m acima da via rápida IC. A Auto-Estrada e o ramo ao nível da entrada, estão a cotas superiores às habitações pelo que estas estão muito expostas ao ruído.

Para diminuir esta exposição, poderia alterar-se o perfil longitudinal em escavação da Auto-Estrada (Figura 3), que passa a 7 m em baixo de um viaduto para o restabelecimento da IC. O ramo de acesso que estava sempre acima das habitações, encontra-se agora abaixo do terreno natural entre o receptor R54 e a entrada na Auto- -Estrada. Com esta disposição das vias, a maior parte das ondas sonoras emitidas pelos veículos da Auto-Estrada e do ramo são desviadas pelo talude, que se comporta como uma barreira natural. Como resultado, os níveis de ruído são inferiores aos da solução em aterro (Figura 4). Calculando de novo, os níveis de ruído para os mesmos receptores, no ano horizonte do projecto, os resultados mostram que esta disposição das vias permite obter uma redução dos valores dos níveis de ruído, de 2 a 5 dB(A).

Uma outra beneficiação é conseguida modificando o traçado em planta do ramo para afastá-lo das habitações, pelo que o acesso na Auto-Estrada é efectuada a menor distancia do nó.

3.2 - PROTECÇÕES E INSERÇÃO PAISAGÍSTICA

Algumas habitações, receptores R51 e R54, estão muito expostas pelo que

apresentam valores de Leq superiores a 65 dB(A).

Para protegê-las, colocaram-se, duas barreiras em terra em frente da zona dos receptores R51 e R54 (Figura 3). A barreira relativa ao receptor R54 tem uma altura variável entre 0.50 e 2.00 m, a outra tem uma altura constante de 2.00 m.

O receptor R51 que estava sujeito a níveis sonoros muito altos, com a Auto-Estrada em aterro, mesmos depois da implantação de uma protecção, está neste caso protegido com eficiência do ruído dos veículos da Auto-Estrada e do ramo de acesso, com uma barreira relativamente pequena.

Do ponto de vista paisagístico, a solução em escavação tem outras vantagens. Os habitantes deixariam de ver a Auto-Estrada.

Podem ser aproveitados os espaços entre os ramos e a Auto-Estrada para colocar as terras excedentes e pôr plantações para melhorar a inserção paisagística do nó. Estes desaterros e plantações são obstáculos para as ondas sonoras, pelo que as habitações ficam mais protegidas do ruído.

4 - CONCLUSÕES

Este estudo teve como objecto mostrar que o traçado de uma via tem muita influência nos níveis sonoros ao longo desta, e nas protecções que serão necessárias para proteger zonas urbanizadas. O Estudo Acústico em paralelo com o Estudo Prévio da Via pode evitar a necessidade de medidas minimizadoras, ou pelo menos facilitar a instalação de protecções que serão mais económicas e eficientes.

A melhor forma de reduzir o impacto de uma via sobre as populações, é a de afastar o traçado das habitações. Não sendo possível, e havendo que atravessar em zonas urbanizadas, em certos casos,

como neste exemplo, pode-se reduzir o seu impacte modificando o perfil longitudinal.

A instalação de protecções das fachadas, corrente nos países do norte da Europa, não é uma solução adaptada para Portugal. É eficiente para proteger o interior de uma habitação enquanto as aberturas estão todas fechadas, mas o exterior fica sempre exposto ao ruído. O clima e a cultura deste País faz que os portugueses estejam praticamente todo o ano em contacto com o exterior.

A necessidade de implantar medidas para proteger zonas urbanizadas deve ser considerada como um último recurso pelos projectistas da estrada. Não se consegue realizar um projecto de interesse publico, sem que algumas pessoas sejam por ele prejudicadas. É importante pensar neste facto durante o Estudo Prévio da via para evitar ter que instalar medidas de protecção que são difíceis de inserir em zonas habitadas.

Aliás, o Artigo 28.º do Regulamento especifica bem, que “as entidades responsáveis pelo planeamento de uma via devem ter em conta a necessidade de evitar que o ruído decorrente da sua utilização venha prejudicar as populações”, e só se refere às “medidas adequadas de protecção”, como uma solução última.

Conclui-se, propondo que em novos projectos de vias de tráfego, o Estudo Acústico seja realizado na fase de Estudo Prévio da via para que no futuro uma grande parte da população não esteja exposta a altos níveis de ruído por não ser possível instalar medidas minimizadoras eficientes.