

Sessão estruturada “Ruído ambiente: metodologias de caracterização e representatividade dos resultados obtidos”

Cartografia do ruído baseada em cálculo *versus* medições de ruído: análise dos ‘pontos fracos’ e ‘pontos fortes’ associados a cada uma destas metodologias de caracterização do ruído ambiente.

Santos Lopes, Luis (1)

Rodrigues, Marco (2)

1) - Acustiprojecto, Rua da Misericórdia, 76, 3.º, 1200-273 LISBOA, Portugal
tel.: 351 21 321 0260 ; fax: 351 21 321 0261 ; email: acusti@mail.telepac.pt

2) - Acustiprojecto, Rua da Misericórdia, 76, 3.º, 1200-273 LISBOA, Portugal
tel.: 351 21 321 0260 ; fax: 351 21 321 0261 ; email: marco@acustiprojecto.pt

Abstract

The development of ‘applied acoustics’, in its several fields, has grown side by side with the innovations on the sound measurement techniques, enhanced by the increased technological performances of the instrumentation (real time precision sound level meters; monitoring stations linked with real time GSM communication, etc.)

At the same time, the development of software platforms for noise calculation methods, opened the doors for the noise mapping, which would be impossible without this support, taken the complexity and number of operations involved in the calculations of the several paths emission – receiver, that are needed for a map grid.

Present paper addresses a comparison analysis between sound mapping and noise measurement approaches, as alternative methods – sometimes complementary – for environmental noise assessment in the vicinity of noisy activities, extracting conclusions about the preferential application fields for each one.

Resumo

O desenvolvimento da ‘acústica aplicada’ nas suas diversas vertentes, tem-se processado a par e passo com as inovações na quantificação da pressão sonora e seus indicadores, possibilitada pelos avanços tecnológicos dos instrumentos de medição (sonómetros integradores de precisão com analisadores de espectro em tempo real; estações de monitorização com armazenamento e transmissão de dados, etc).

Ao mesmo tempo, foram surgindo suportes informáticos para modelos de cálculo de ruído, abrindo portas à cartografia do ruído, tarefa praticamente impossível sem este suporte, face à complexidade e número de operações envolvidas nos cálculos dos diversos pares emissor – receptor, necessários à cobertura de uma grelha cartográfica.

Na presente comunicação, procede-se a uma análise comparativa entre a cartografia do ruído e as medições de ruído, como meios alternativos – por vezes complementares – de avaliação do ambiente acústico na vizinhança de actividades ruidosas, derivando-se conclusões sobre os domínios preferenciais de aplicação de cada um.

1. CARACTERIZAÇÃO DE RUÍDO PARTICULAR ASSOCIADO A ACTIVIDADES HUMANAS – INDICADORES DE RUÍDO

O objectivo primeiro da caracterização do ruído ambiente é o de avaliar, quantitativamente, a exposição ao ruído dos percipientes humanos, designadamente dos ocupantes dos edifícios de uso sensível (habitações; escolas, hospitais) localizados na proximidade das actividades ruidosas.

Naturalmente que a exposição ao ruído que está em causa, se refere a ruídos provenientes da actividade humana e que se podem sintetizar em quatro grupos de ruído particular: ruído rodoviário; ruído ferroviário; ruído aeroportuário e ruído industrial, neste último se incluindo também o ruído de actividades de lazer e de portos náuticos.

Dado que a percepção / afectação do ruído ambiente, varia ao longo do ciclo diário, importa reportar a caracterização do ruído a períodos representativos dessas diferentes percepções / valorizações.

É assim, que a Directiva Europeia 2002/49/CE estabelece três períodos de referência ao longo do ciclo diário: período diurno (em Portugal, entre as 07h00 e as 20h00); período intermédio (em Portugal, entre as 20h00 e as 23h00); e período nocturno (em Portugal, entre as 23h00 e as 07h00).

Neste termos, a caracterização da exposição ruído, começa por recorrer ao nível sonoro contínuo equivalente, Leq,T , em que o índice T se refere a cada um dos períodos de referência estabelecidos (estes níveis também são designados de L_d ; L_e e L_n , respectivamente para os períodos diurno, entardecer e nocturno).

Mas o ciclo diário, com os seus três períodos de referência, faz parte de um ciclo maior – ciclo de longa duração – ao longo do qual também ocorrem variações de nível sonoro, seja devido a alterações das janelas de emissão sonora (p. ex. variações de tráfego, por vezes com carácter sazonal), seja em resultado da variação das janelas meteorológicas (favoráveis, homogéneas ou desfavoráveis à propagação sonora entre emissão e recepção).

(Nota: Por ‘janela’ entende-se um intervalo de tempo estável, relativamente à grandeza em causa).

Assim, a caracterização do ruído ambiente, deve reportar-se a períodos de longa duração, i. e. períodos que integram as diversas janelas em presença (geralmente um ano), dando origem aos indicadores designados de ‘nível sonoro médio de longa duração’, Leq,LT , que no caso dos três períodos de referência do ciclo diário, se escrevem: $L_{d,LT}$; $L_{e,LT}$ e $L_{n,LT}$.

São estes indicadores de longa duração, que vêm referidos na Directiva Europeia e na sua transposição para o ordenamento jurídico Português (Dec. Lei nº 146/06).

2. COMO CARACTERIZAR

2 –1. Medições de ruído

As medições de níveis sonoros fornecem resultados muito precisos. Habitualmente, são utilizados sonómetros integradores da classe de precisão 1, aos quais corresponde desvio padrão de reprodutibilidade de 1 dB, recolhendo-se amostras em cada período de referência, geralmente com a duração de 30 minutos.

Para minimizar a imprecisão associada à extrapolação dos resultados assim obtidos para os períodos de referência, é tida como ‘boa prática’, a escolha de intervalos de recolha das amostras, considerados representativos da totalidade destes períodos. Assim, numa medição de 30 min destinada a caracterizar o período nocturno (20h00 – 23h00), será normal recolher amostras p. ex. entre as 01h00 e as 01h30, e não entre as 23h00 e as 23h30.

No entanto, para além da extrapolação para o período de referência, o resultado da medição de ruído deverá, ainda, ser extrapolado para o período de longa duração. Se não forem efectuadas outras medições em dias diferentes, a imprecisão relativa à extrapolação da janela de emissão sonora, poderá ser elevada, ou não, dependendo do tipo de fonte de ruído. E o mesmo sucede com a janela meteorológica, sendo que neste caso, a alternativa a um plano de amostragem cobrindo o período de longa duração, terá de ser a aplicação de um método de cálculo baseado na correcção do valor medido, mediante aplicação de um factor que tem em conta, entre outros termos, a probabilidade de ocorrência de condições favoráveis à propagação sonora entre emissão e recepção, em cada período de referência, ao longo de um ano.

Resulta, assim, que embora *a priori* a medição de ruído possa surgir como primeira escolha para a caracterização do ruído ambiente, as limitações relativas às extrapolações dos resultados medidos, reduzem a sua fiabilidade. Exceptuam-se as estações de monitorização, que podem medir em contínuo, num mesmo ponto, em período de longa duração. Mas mesmo neste caso, há o risco de ruídos espúrios serem incluídos na medição, o que só poderá ser despistado pela análise dos registos áudio, se disponíveis.

2 –2. Cartografia do ruído baseada em cálculo

O cálculo de ruído(s) particular(es) baseia-se em métodos desenvolvidos a partir da década de 1970 (p. ex. Guide du Bruit des Transports Terrestres – 1980), os quais estabelecem formulações aplicáveis à determinação dos níveis sonoros nos locais receptores, baseadas nas seguintes duas parcelas:

- i) Determinação dos níveis de potência sonora das fontes, a partir de dados característicos (nas rodovias: tráfego e a velocidade de circulação, entre outros)
- ii) Determinação da atenuação sonora associada à propagação entre emissor e receptor

A primeira destas parcelas, que modela a fenomenologia acústica do lado da emissão, fornece resultados muito precisos. No caso das rodovias, estes resultados foram comparados (e afinados) ao longo de vários anos e em diversas combinações de rodovias e de tráfego, com os correspondentes resultados de medições de níveis sonoros.

A segunda parcela, que modela a fenomenologia acústica do lado da imissão, também fornece resultados concordantes com os obtidos em medições, embora menos precisos à medida que cresce a distância emissor - receptor. Todavia, importa lembrar que a incerteza das medições também aumenta com esta distância, sobretudo em janelas meteorológicas instáveis.

Com o advento dos meios informáticos, a modelação acústica adquiriu outras potencialidades, já que, p. ex. o traçado manual de raios associados aos diversos pares emissor - recepção, dificultava a aplicação prática dos modelos de cálculo. Também a modelação digital do terreno, a partir da importação da respectiva cartografia, veio simplificar a consideração dos obstáculos à propagação sonora. Por sua vez, a rapidez do processamento informático, ultrapassou a restrição relativa ao número de receptores a calcular, permitindo definir malhas de pontos de cálculo com densidade suficiente para a interpolação dos valores obtidos, i. e. para a construção das linhas isofónicas que constituem as cartas de ruído. Tornou-se assim possível, representar os níveis de ruído em áreas alargadas e não apenas nos pontos singulares de medição de ruído.

3. ANÁLISE DE AMOSTRAS, BASEADA EM DADOS DE TRÁFEGO RODOVIÁRIO

Esta análise baseou-se num troço de auto-estrada portuguesa, de ligação internacional, e consistiu na determinação (modelo francês) dos níveis de potência sonora por metro linear da rodovia, LWA(m.l.), a partir dos dados de tráfego médio diário anual TMDA, detalhados hora a hora, disponibilizados pelo concessionário. Os resultados obtidos, agrupados por cada um dos 3 períodos de referência, são ilustrados nas figuras seguintes:

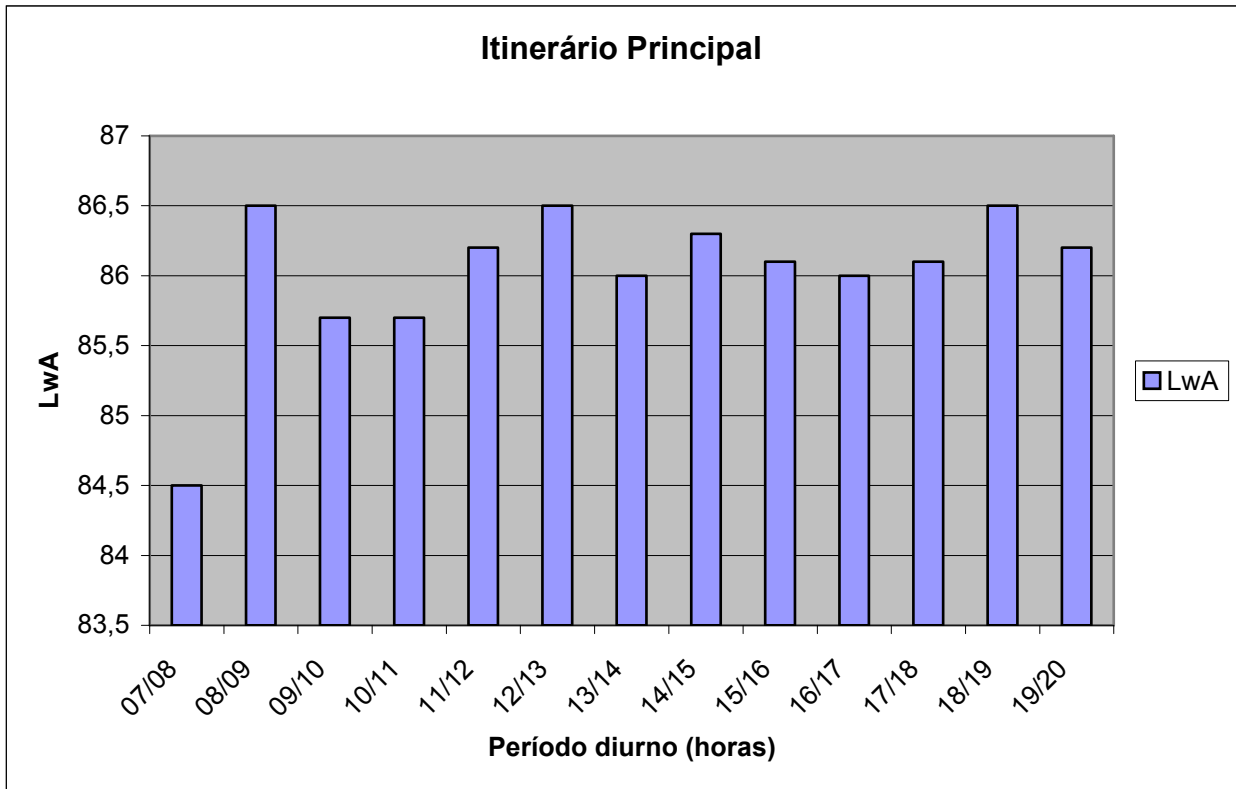


Fig. 1 – Níveis de potência sonora por metro linear de auto-estrada (07h00 – 20h00)

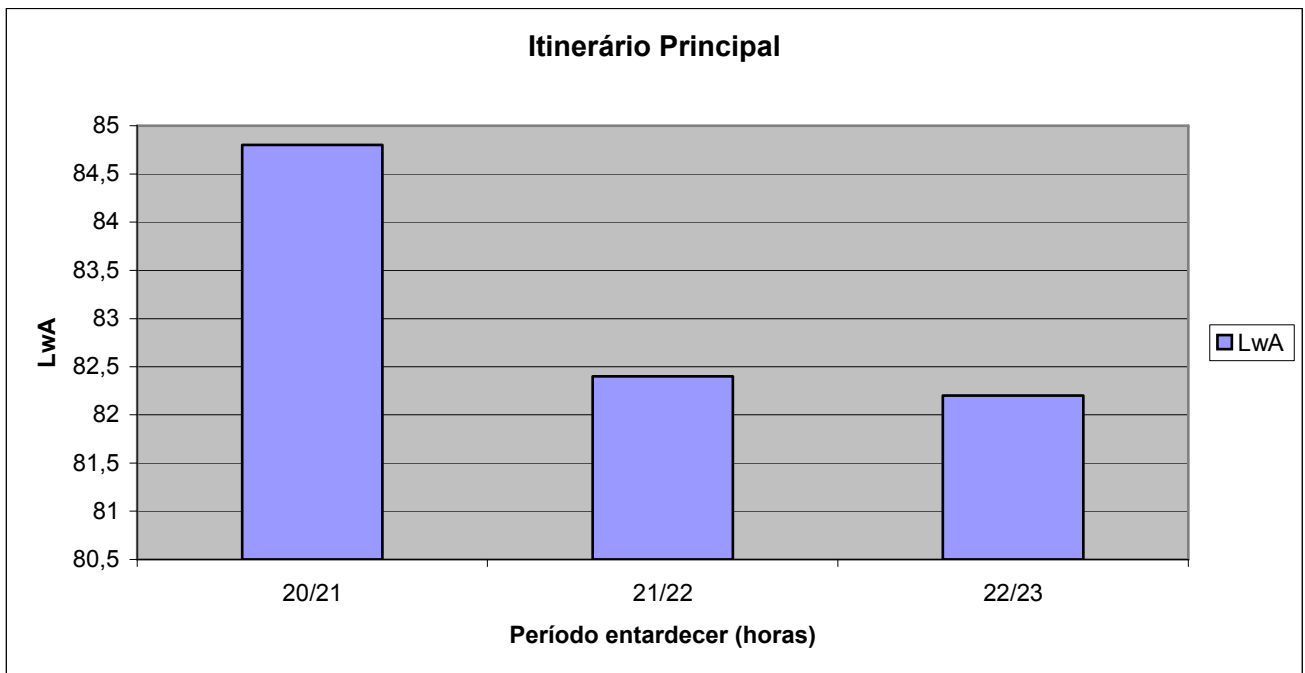


Fig. 2 – Níveis de potência sonora por metro linear de auto-estrada (20h00 – 23h00)

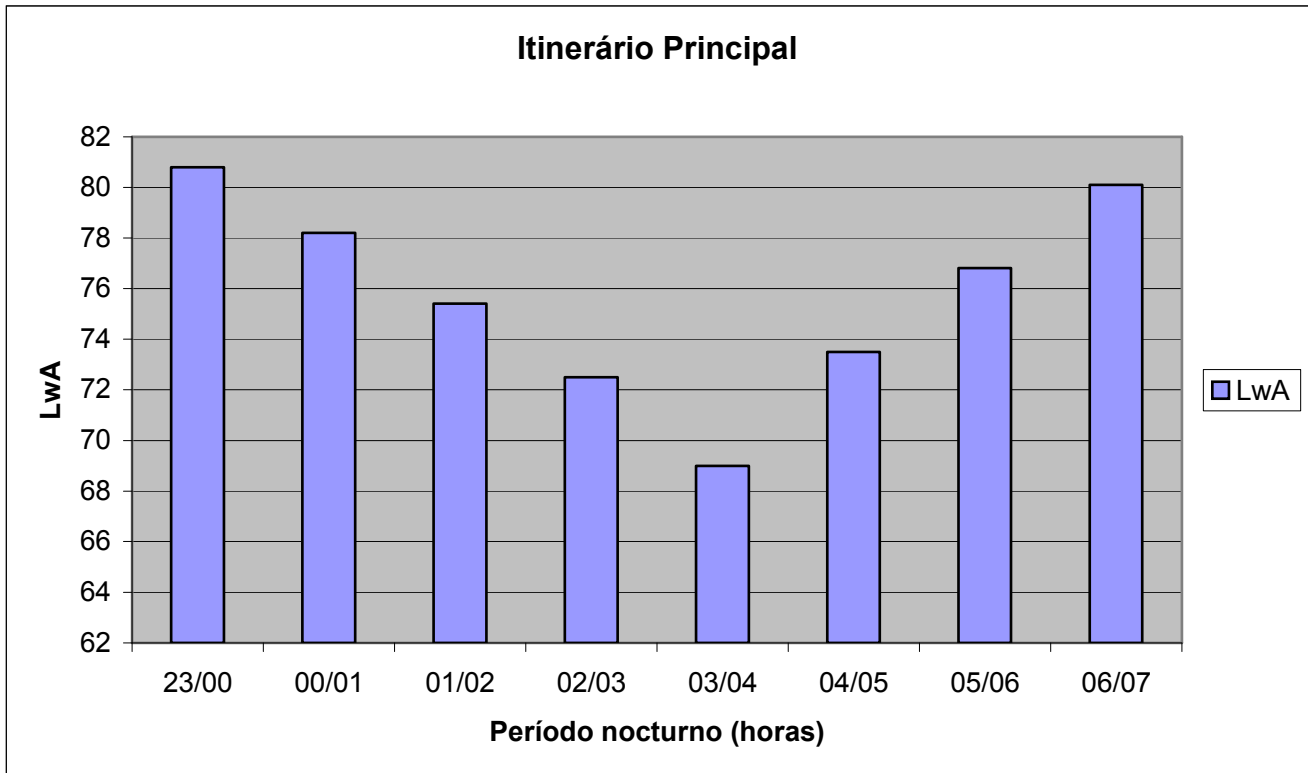


Fig. 3 – Níveis de potência sonora por metro linear de auto-estrada (23h00 – 07h00)

Os valores dos desvios-padrão em cada um dos três períodos, são os seguintes:

- i) período diurno: 0,5 dB(A)
- ii) período intermédio: 1,5 dB(A)
- iii) período noturno: 4,3 dB(A)

evidenciando a maior sensibilidade do período noturno à escolha da hora em que é recolhida a amostra.

Esta análise, baseada num caso real que não pode ser considerado como modelo aplicável a todas as rodovias, pode contudo ser tomada como indicativa de grande parte das situações em que o ruído ambiente é dominado pelo ruído rodoviário. Com base na análise destas distribuições, é possível concluir, p. ex. que uma amostra recolhida entre as 23h00 e as 24h00, apresenta uma diferença de + 3,6 dB(A), relativamente ao valor médio (média energética) do período noturno, que é de 77,2 dB(A), enquanto que se a amostra fôr recolhida entre as 03h00 e as 04h00, a diferença em causa é de - 8,2 dB(A).

4. CONCLUSÕES

Em face do exposto, afigura-se legítimo concluir que os ‘pontos fortes’ da avaliação de ruído ambiente por meio de medições, ocorrem quando as fontes de ruído são do tipo uniforme, tais como certos ruídos de equipamentos e instalações industriais.

Em contrapartida, os pontos fracos da avaliação baseada em medições, verificam-se na presença de fontes de ruído variáveis, como é o caso do ruído urbano, nas suas diversas componentes, com especial incidência no ruído rodoviário. Este ‘ponto fraco’ tem sobretudo que ver com a representatividade dos resultados das amostras recolhidas. Com efeito, estes resultados constituem uma fotografia acústica, i. e. referem-se a um dado ponto, num determinado momento, pelo que a sua extrapolação para a representação de um nível sonoro médio de longa duração, acarreta incerteza que pode resultar demasiado elevada.

Em todo o caso, na avaliação por medições, afigura-se imprescindível proceder a uma escolha criteriosa da amostra temporal recolhida, com base no reconhecimento das características do local.

No que concerne a caracterização de ruído mediante cálculo, são de referir os seguintes três ‘pontos fortes’:

- i) A possibilidade de introdução de valores de tráfego médios anuais (fontes de ruído viário), conduzindo assim, directamente, a resultados de nível sonoro médio de longa duração, sem necessidade de extrapolação das janelas de emissão associadas às medições de ruído.
- ii) A possibilidade de introdução de dados meteorológicos do sítio, expressos em percentagem de ocorrência de condições favoráveis, homogéneas ou desfavoráveis à propagação sonora, conduzindo assim, também, a resultados de nível sonoro médio de longa duração, sem necessidade de correcção dos resultados das medições de ruído obtidos em determinada janela meteorológica.
- iii) A possibilidade de representar o ruído ambiente, sob a forma de cartografia do local.

Como ‘pontos fracos’, a dificuldade, por vezes, em obter dados de entrada fiáveis, (p. ex. velocidade média de circulação, modelação rigorosa de terreno na proximidade das vias).

Os dois métodos de caracterização podem ser complementares: o resultado de cálculo num dado ponto pode ser ‘validado’ por medições, permitindo ‘calibrar’ o modelo de cálculo. Naturalmente que para esta ‘validação’ ser legítima, terá de observar diversas condições, de que se destacam as seguintes:

- Ocorrer em janela de emissão sonora idêntica à considerada no cálculo. No caso de ruído rodoviário, a amostra recolhida deverá ser acompanhada da contagem em simultâneo do tráfego ligeiro e pesado, podendo o resultado da medição ser corrigido em função da relação entre o tráfego de cálculo e o tráfego contado durante a amostra (ver Norma NF S 31-085: Novembro 1985). Naturalmente que esta correcção de tráfego serve para validar o modelo de cálculo, mas não os dados de tráfego entrados.
- Ocorrer em ponto situado a curta / média distância da fonte emissora, por forma a minimizar a influência das condições meteorológicas e assegurar a dominância inequívoca do ambiente acústico pela fonte sonora em causa.

Referências:

- [1] Directiva 2002/49/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, relativa à avaliação e gestão do ruído ambiente
- [2] Dec Lei 9/2007 da República Portuguesa, e respectivo Regulamento Geral do Ruído
- [3] Norma NF S 31-133: Février 2007 – Bruit des infrastructures des transports terrestres
- [4] Norma NF S 31-085: Novembre 1985 – Caracterization et mesurage des bruits de l’environnement
- [5] IMAGINE – Determination of Lden and Lnigt using measurements; 8° draft 11-01-2006