

Vias de tráfego rodoviário

Critérios de amostragem para caracterização do ruído

Maria Odete Domingues

Laboratório Nacional de Engenharia Civil
odomingues@lnec.pt

Resumo

A monitorização do ruído pode basear-se apenas em campanhas de medições, em previsões, ou em processos mistos que integrem medições e previsões.

As principais variáveis a considerar na caracterização do ruído a partir de medições relacionam-se com as características das fontes de ruído (emissão) e com as condições atmosféricas (propagação). Pretende-se na presente comunicação abordar os critérios de amostragem que devem sustentar a representatividade da emissão na monitorização de infra-estruturas de transporte rodoviário assim como apresentar as vantagens e/ou inconvenientes dos diferentes tipos de monitorização.

Palavras-chave: Ruído, Ambiente, Monitorização

Abstract

Noise monitoring can be based on measurement campaigns, noise modelling predictions or using both methods (measurements and predictions).

The most important variables in measurement campaigns are related to noise sources characteristics (noise emission) and atmospheric conditions (noise propagation).

This paper intends to analyse and discuss the possible ways to get representative data, in order to characterise the road traffic noise emission and the advantages and disadvantages of using different methods in road traffic noise monitoring.

Keywords: Noise, Environment, Monitoring

1 Introdução

Um dos processos de monitorização do ruído consiste na realização de campanhas de medições que permitam caracterizar o nível sonoro médio de longa duração, $L_{Aeq,LT}$, para os três períodos de referência - diurno (L_d), do entardecer (L_e) e nocturno (L_n) - e determinar os indicadores L_{den} e L_n . O indicador diurno-entardecer-nocturno, L_{den} , é determinado a partir da expressão a seguir indicada e pretende representar o incómodo global, durante o período de 24 horas, apercebido por um receptor exposto.

$$L_{den} = 10 \times \log \frac{1}{24} \left[13 \times 10^{\frac{L_d}{10}} + 3 \times 10^{\frac{L_e+5}{10}} + 8 \times 10^{\frac{L_n+10}{10}} \right]$$

O intervalo de tempo a que se refere cada indicador de ruído encontra-se delimitado de forma a abranger as actividades humanas típicas de cada região. Portugal definiu para cada um dos períodos de referência os seguintes intervalos:

- ✓ Período diurno – das 7 às 20 horas;
- ✓ Período do entardecer – das 20 às 23 horas;
- ✓ Período nocturno – das 23 às 7 horas.

Para que os resultados das campanhas de monitorização, baseadas em medições, sejam representativos de um ano há que ter em consideração a influência das condições atmosféricas e a representatividade dos intervalos em que se realizam as medições.

No contexto da presente comunicação entende-se por “intervalo representativo” o intervalo de uma hora em que o volume de tráfego é igual ou se aproxima do tráfego médio horário do período de referência que se pretende representar.

Relativamente às condições atmosféricas, a sua influência é relevante para distâncias superiores a 100 metros quando as fontes se caracterizem por emissões com níveis sonoros elevados.

A consideração desta variável e a sua representatividade acarreta dificuldades acrescidas em Portugal, dadas as flutuações associadas ao ciclo diário e sazonal assim como à existência de inúmeras zonas com condições climatológicas específicas (pequenos microclimas).

No que se refere à representatividade da amostragem, a selecção dos intervalos representativos em cada período de referência, requer um conhecimento estrito do funcionamento da fonte de ruído, informação nem sempre disponível.

Para o caso particular das grandes infra-estruturas de transporte rodoviário é comum existir informação detalhada sobre o tráfego, nomeadamente quando se trata de rodovias com portagens. Nestas situações os processos de monitorização baseados apenas em medições são longos e onerosos, podendo ser substituídos por modelos de previsão credíveis devidamente aferidos.

Com a análise de estudo de casos, a seguir apresentada, pretende-se demonstrar a dificuldade de escolher os intervalos representativos quando se pretenda realizar campanhas de monitorização a partir de medições, não se conhecendo as particularidades de circulação inerentes.

2 Estudo de casos

As pontes 25 de Abril e Vasco da Gama, em Lisboa, ligam as margens Norte e Sul do Tejo, respectivamente entre Alcântara e Almada e Sacavém e Montijo.

A Ponte 25 de Abril, é uma ponte metálica suspensa com 2280 m, e foi concluída em 1966 e objecto de várias remodelações, nomeadamente para alargamento do tabuleiro rodoviário, para 6 vias, e construção de um tabuleiro inferior para tráfego ferroviário. Na Margem Norte esta Ponte liga ao Eixo Norte/Sul, Praça de Espanha, Amoreiras e A5 e, a Sul, com a A2 e ramos de Almada e Costa da Caparica do IC20.

A Ponte Vasco da Gama, tem estrutura de betão com uma extensão de cerca de 6351 m, foi concluída em 1998 e tem ligações a Norte com o IC17 (CRIL), A1, 2ª Circular e IC2, e a Sul com a A12 e IC13. Actualmente circulam em ambas as pontes, nos dois sentidos, cerca de 240 000 veículos, aproximadamente 70% na Ponte 25 de Abril e 30% na Ponte Vasco da Gama.



Ponte 25 de Abril



Ponte Vasco da Gama

Trata-se de duas infra-estruturas com portagens, com informação detalhada sobre o número e tipo de veículos que nelas circulam. Foram consideradas para as duas pontes as situações tipo a seguir indicadas, no período que decorreu entre 1 de Janeiro e 31 de Agosto, de 2008.

- ✓ Um dia útil (4.^a feira) e um dia de fim-de-semana (sábado);
- ✓ Um mês representativo do período entre 1 de Janeiro e 31 de Agosto de 2008 (mês de Março) e um mês com características específicas (mês de Agosto);
- ✓ O dia de maior tráfego e o dia de menor tráfego.

Apresentam-se, nos gráficos das figuras 1 e 2, as distribuições do tráfego ao longo das 24 horas, para os dias úteis e fins-de-semana, e, nos gráficos das figuras 3 e 4, as distribuições para os dias de menor e maior tráfego.

Tratando-se de duas grandes infra-estruturas de transporte, ambas ligando as margens Norte e Sul do Tejo, na mesma cidade, a distribuição do tráfego ao longo do dia revela diferenças significativas. Verifica-se que entre as 11 horas e as 17 horas a redução de tráfego é maior na Ponte Vasco da Gama do que na Ponte 25 de Abril.

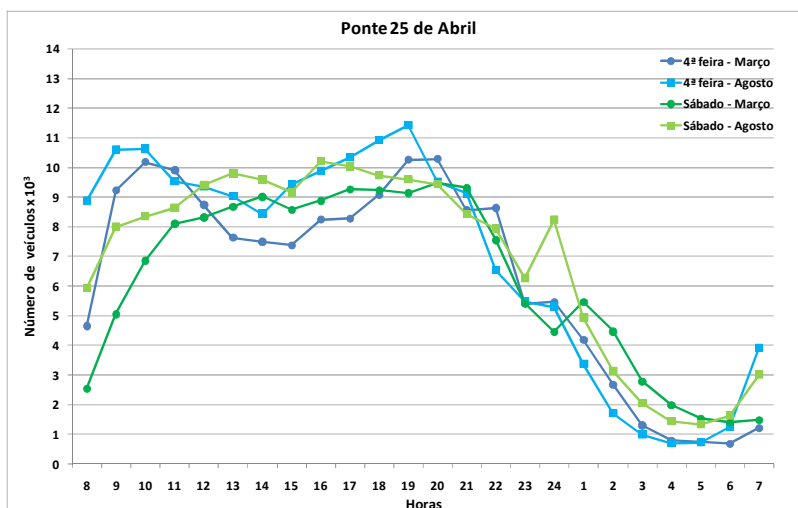


Figura 1 – Ponte 25 de Abril. Distribuição do tráfego em dia útil e fim de semana para os meses de Março e Agosto

Ponte 25 de Abril
TMD

4ª Feira Março	— 150.876 V
4ª Feira Agosto	— 166.969 V
Sábado Março	— 148.746 V
Sábado Agosto	— 166.130 V

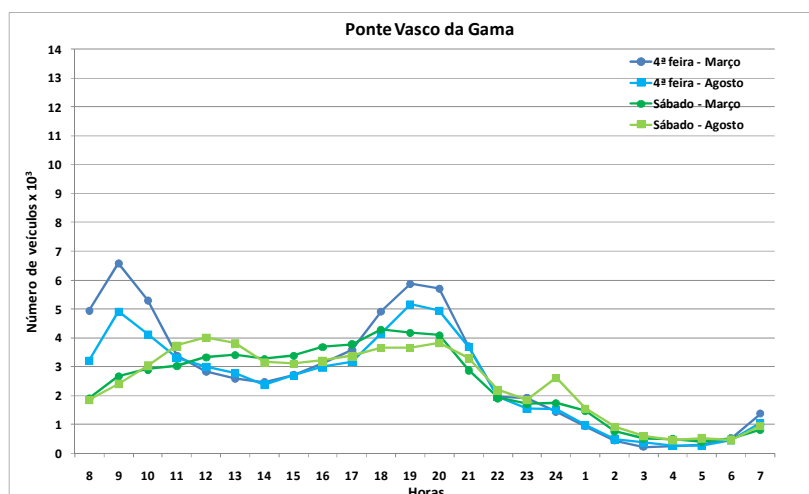


Figura 2 – Ponte Vasco da Gama. Distribuição do tráfego em dia útil e fim de semana, para os meses de Março e Agosto

Ponte Vasco da Gama
TMD

4ª Feira Março — 69.951 V
 4ª Feira Agosto — 59.435 V
 Sábado Março — 57.013 V
 Sábado Agosto — 58.137 V

Também os dias de menor e maior tráfego no período de observação – 1 de Janeiro e 31 de Agosto de 2008 – são distintos para as duas travessias.

Na Ponte 25 de Abril o dia de menor tráfego correspondeu ao primeiro dia do ano (3.ª feira) e o dia de maior tráfego aconteceu a 18 de Agosto (2.ª feira). Da distribuição do tráfego correspondente ao 1.º dia de Janeiro pode verificar-se, contrariando os outros dias, um aumento da circulação rodoviária entre as 0 horas e as 3 horas, resultante certamente das festas de fim de ano, começando a situação a inverter-se a partir das 10 horas.

No que se refere à Ponte Vasco da Gama o dia de menor tráfego ocorrem a 22 de Março (6.ª feira antes do domingo de Páscoa) e o dia de maior tráfego teve lugar a 24 de Abril (5.ª feira antes do feriado do 25 de Abril à 6.ª feira).

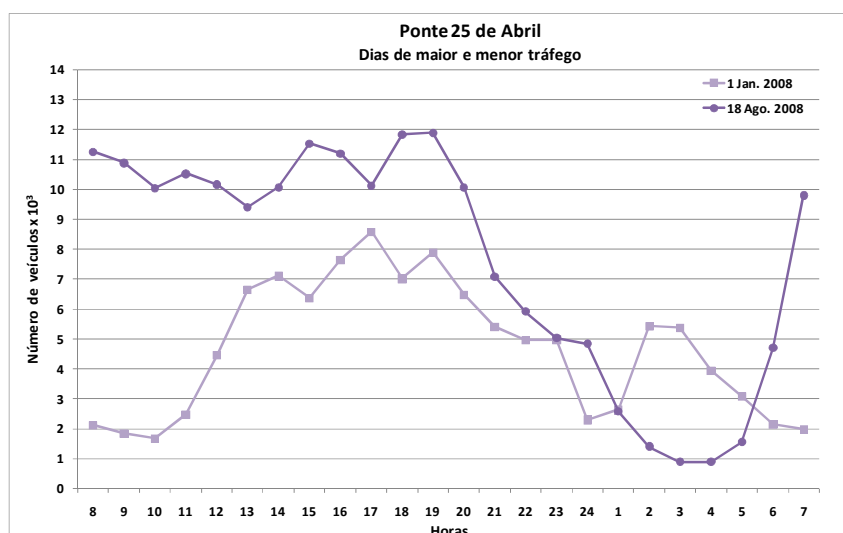
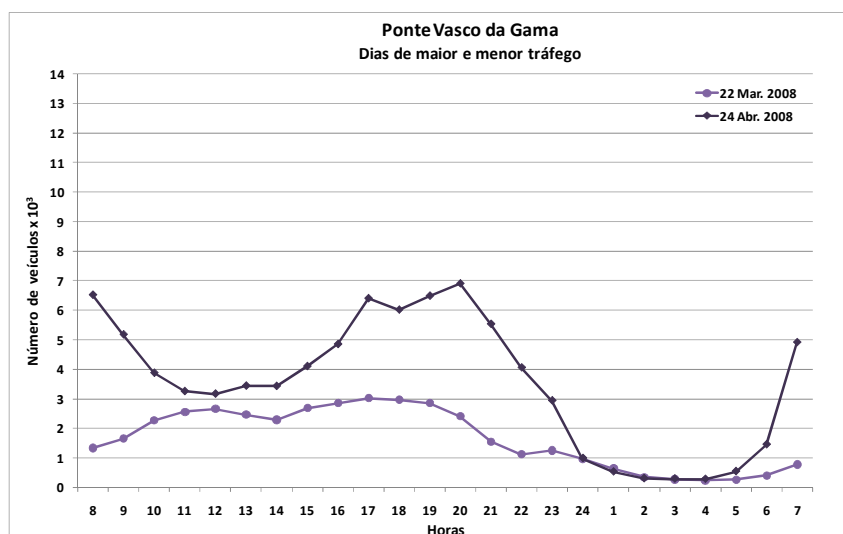


Figura 3 – Ponte 25 de Abril. Distribuição do tráfego em dia demenor e maior tráfego

Ponte 25 de Abril
TMD

1 Janeiro — 112.521 Veíc.
 18 Agosto — 183.524 Veíc.



Ponte Vasco da Gama TMD

22 Março — 39.768 Veíc.
24 Abril — 85.581 Veíc.

Figura 4 – Ponte Vasco da Gama. Distribuição do tráfego em dia de menor e maior tráfego

A partir das características de circulação do tráfego, disponibilizados pela Lusoponte, foram efectuadas simulações para determinação dos níveis sonoros do ruído para o seguinte cenário:

- ✓ um ponto distanciado de 10 m do limite da plataforma;
 - ✓ velocidade de 70 km/h;
 - ✓ altura de 1,5 m acima da plataforma.
- (não se diferenciou o tráfego de ligeiros e pesados)

Indicam-se, nos quadros 1 e 2, respectivamente para a Ponte 25 de Abril e Ponte Vasco da Gama, os níveis de ruído para os indicadores:

Diurno, L_d [7 horas às 20 horas];
Entardecer, L_e [20 horas às 23 horas];
Nocturno, L_n [23 horas às 7 horas];
Diurno-entardecer-nocturno, L_{den}

Além dos indicadores de ruído indica-se também o intervalo mais representativo de cada um dos períodos de referência. Determinado o valor médio para cada período, o intervalo indicado é o que mais se aproxima desse valor.

Faz-se notar que os resultados apresentados têm como objectivo efectuar comparações não sendo representativos do ambiente sonoro real na área envolvente às duas infra-estruturas de transporte.

Da análise do quadro anterior verifica-se que para o dia de maior e menor tráfego os níveis de ruído para os indicadores L_n , e L_{den} são iguais. Relativamente ao período nocturno tal situação é facilmente compreensível dada a particularidade do dia de menor tráfego coincidir com o fim de ano. No que se refere ao indicador L_{den} tal resulta da penalização atribuída ao período nocturno, de mais 10 dB(A), o que mascara a situação real.

De notar que os intervalos representativos de cada período de referência são aleatórios. Efectivamente, apenas o período do entardecer revela alguma constância. Para os seis dias objecto de avaliação verificou-se que são aleatórios os intervalos mais representativos do período diurno. Tal situação revela bem a dificuldade de definir períodos de medição para monitorização do ruído a partir de medições.

Quadro 1
Ponte 25 de Abril

Dias úteis e fins-de-semana								
L [dB(A)]	Março				Agosto			
	2008-03-08 Sábado	Hora	2008-03-12 4ª Feira	Hora	2008-03-08 Sábado	Hora	2008-03-12 4ª Feira	Hora
L _d	75	18-19	75	11-12	75	14-15	76	15-16
L _e	74	21-22	74	20-21	74	21-22	74	21-22
L _n	70	2-3	69	1-2	71	1-2	69	1-2
L _{den}	78	—	77	—	78	—	78	—
Dias de menor e maior tráfego								
L [dB(A)]	Menor tráfego			Maior tráfego				
	2008-01-01 6ª Feira		Hora	2008-08-18 5ª Feira		Hora		
L _d	73		11-12	76		8-9		
L _e	73		22-23	73		21-22		
L _n	71		4-5	71		24-1		
L _{den}	78		-	78		-		

Também para a Ponte Vasco da Gama se conclui que para o período do entardecer o intervalo mais representativo é entre as 21 h e as 22 h.

O volume de tráfego inerente a cada infra-estrutura de transporte é muito elevado determinando que a variação dos valores obtidos seja pouco significativa. Para que se verifique um aumento de 1 dB(A), relativamente à situação actual, será necessário que o tráfego cresça cerca de 18% na Ponte 25 de Abril e cerca de 17% na Ponte Vasco da Gama.

Indicam-se, no Quadro 3, os intervalos mais representativos para cada período de referência. Podendo constatar-se o seguinte:

- ✓ Não é possível estabelecer para o período diurno intervalos representativos, para qualquer das infra-estruturas;
- ✓ Para o período do entardecer, com apenas 3 horas, verifica-se que existe um intervalo representativo, entre as 21 horas e as 22 horas;
- ✓ Para o período nocturno existe uma maior aleatoriedade do intervalo representativo na Ponte Vasco da Gama relativamente à Ponte 25 de Abril;
- ✓ Os intervalos representativos nas duas infra-estruturas são, à excepção do período do entardecer, muito diferentes.

Quadro 2
Ponte Vasco da Gama

Dias úteis e fins-de-semana								
L [dB(A)]	Março				Agosto			
	2008-03-08 Sábado	Hora	2008-03-12 4º Feira	Hora	2008-08-09 Sábado	Hora	2008-08-20 4º Feira	Hora
L _d	71	14-15	72	17-18	71	16-17	71	10-11
L _e	69	21-22	70	21-22	69	21-22	69	21-22
L _n	65	6-7	64	5-6	66	6-7	63	1-2
L _{den}	73	—	73	—	73	—	73	—
Dias de menor e maior tráfego								
L [dB(A)]	Menor tráfego			Maior tráfego				
	2008-03-22 (6ª Feira)		Hora	2008-04-24 (5ª Feira)		Hora		
L _d	70		12-13	73		15-16		
L _e	68		22-23	72		21-22		
L _n	62		5-6	66		23-24		
L _{den}	71		-	75		-		

Quadro 3
Horas representativas dos diferentes períodos de referência

Datas	Ponte 25 de Abril			Ponte Vasco da Gama		
	L _d	L _e	L _n	L _d	L _e	L _n
8 Março (sábado)	18-19	21-22	2-3	14-15	21-22	6-7
12 Março (4ª feira)	11-12	20-21	1-2	17-18	21-22	5-
9 Agosto (sábado)	14-15	21-22	1-2	16-17	21-22	6-7
20 Agosto (4ª feira)	15-16	21-22	1-2	10-11	21-22	1-2
Dia de menor tráfego 1 Janeiro P25A 22 Março ⁽¹⁾ PVG	11-12	21-22	4-5	12-13	22-23	5-6
Dia de maior tráfego 18 Agosto P25A 24 Abril ⁽²⁾ PVG	8-9	21-22	24-1	15-16	21-22	23-24

- (1) – Sábado. Dia anterior, 6.ª feira, foi feriado
(2) – 5ª Feira. Dia seguinte, 6.ª feira, era feriado

3 Conclusões

Para os dois casos analisados, os intervalos representativos dos períodos diurno e nocturno são, para os seis dias escolhidos, completamente aleatórios.

Verificou-se para o período do entardecer alguma constância, sendo o período entre as 21 e as 22 horas, o mais representativo.

De referir também que quanto maior o volume de tráfego em circulação menor o erro associado à definição dos períodos de amostragem.

Para as situações analisadas verifica-se que só ocorrerá um acréscimo de 1 dB(A), relativamente à situação actual, se o tráfego crescer de cerca de 18% na Ponte 25 de Abril e de cerca de 17% na Ponte Vasco da Gama.

A selecção de intervalos de amostragem representativos, para a realização de campanhas de monitorização a partir de medições, requer necessariamente um estudo prévio das características de circulação rodoviária ao longo do ano, para que se possa garantir a validade dos resultados obtidos.

Para casos em que exista informação disponível para monitorizar a partir da utilização de modelos de previsão, credíveis e devidamente aferidos, essa é a solução menos onerosa, mais rápida e mais fiável.

Referências

- [1] International Organization for Standardization, ISO 1996-2: Acoustics - Description, measurement and assessment of environmental noise —Part 2: Determination of environmental noise levels, ISO, 2007
- [2] Association Française de Normalisation, NF S 31-085: Caractérisation et mesurage du bruit dû Trafic routier, AFNOR, 2002
- [3] International Organization for Standardization, ISO 11819-1:1997: Acoustics -- Measurement of the influence of road surfaces on traffic noise -- Part 1: Statistical Pass-By method, ISO 1997
- [4] European Committee for Standardization, EN 14389-1 Road traffic noise reducing devices - Procedures for assessing long term performance - Part 1: Acoustical characteristics, 2007
- [5] European Committee for Standardization, CEN/TS 1793-5:2003, Road traffic noise reducing devices – Test method for determining the acoustic performance – Part 5: Intrinsic characteristics – In situ values of sound reflection and airborne sound insulation.
- [6] Ponte 25 de Abril [online], Disponível: <http://www.lusoponte.pt/p25.htm>.
- [7] Ponte Vasco da Gama [online], Disponível: <http://www.lusoponte.pt/pvg.htm>.
- [8] Fotografia da Ponte 25 de Abril [online], Disponível: <http://images.google.pt/images>.
- [9] Fotografia da Ponte Vasco da Gama [online], Disponível: <http://images.google.pt/images>.