

# ESTUDO ACÚSTICO E PSICO-ACÚSTICO DO RUÍDO DE TRANSPORTES NA PONTE 25 DE ABRIL

REFERENCIA PACS: 43.50.Qp

T. Abreu<sup>a</sup>; J. L. Bento Coelho<sup>a,b</sup>; C. César Rodrigues<sup>a,c</sup> and J. M. Palma<sup>d</sup>

<sup>a</sup> Acusticontrol - Consultores em Engenharia e Controlo de Ruído, Lda.

Av. Almirante Gago Coutinho, 59 - 5<sup>o</sup> Dt<sup>o</sup> A, 1700-027 Lisboa, Portugal, Tel: (+351) 218428510,  
Fax: (+351) 218428519, [email@acusticontrol.com](mailto:email@acusticontrol.com)

<sup>b</sup> CAPS - Instituto Superior Técnico, 1047-001 Lisboa, Portugal

<sup>c</sup> Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, 1950-062 Lisboa, Portugal

<sup>d</sup> Palma Consultores, Rua Julieta Ferrão, Torre A, 12 - 10<sup>o</sup>, 1600-131 Lisboa, Portugal

**ABSTRACT:** The 25<sup>th</sup> April Bridge is a complex structure regarding noise emission since it contains two separate sound sources: road traffic and railway traffic. The analysis of the noise generation mechanisms has to consider the mixed structure made of a concrete viaduct and of a suspended metal structure.

The aim of the work described in this paper was to fully determine the influence of the noise induced by the different bridge transportation means on the acoustical environment in the surrounding areas and on the perception of the overall and of the different contributing transportation noises by the local population.

The correlation between these two facts led to the development of a “Nuisance Model” which was considered adequate to the present situation.

Results of the acoustical survey and of the psycho-acoustical analysis carried out on representative samples of the local population are shown and discussed.

It was found out that although the railway traffic is usually referred as the one with the less social impact in the bridge vicinity area, the psycho-social impact is more important than that corresponding to the road traffic, especially at night.

**RESUMO:** A Ponte 25 de Abril apresenta-se como uma estrutura viária complexa do ponto de vista da emissão de ruído já que integra duas fontes sonoras distintas: tráfego rodoviário e tráfego ferroviário. A complexidade da análise dos mecanismos de geração de ruído é potenciada devido ao facto de se tratar de uma estrutura mista, integrando zonas de viaduto em betão e zonas em estrutura metálica suspensa.

Neste artigo, os autores descrevem os trabalhos realizados para determinar a influência relativa do ruído dos diferentes transportes na Ponte 25 de Abril no ambiente acústico das áreas envolventes e analisar, de uma forma integrada, os sentimentos de incómodo associados a cada uma das fontes sonoras presentes.

A correlação entre os níveis sonoros medidos na área envolvente da Ponte 25 de Abril e o incómodo percebido pela população local, permitiu o desenvolvimento de um “Modelo Explicativo do Incómodo” adequado à presente situação.

São apresentados, para além dos registos acústicos efectuados junto das utilizações sensíveis ao ruído existentes na envolvente da Ponte 25 de Abril, os resultados da análise Psico-Acústica efectuada em amostras significativas das populações afectadas.

Mostrar-se-á, ainda, que apesar de o tráfego ferroviário ser normalmente referido como aquele que suscita menores impactes sociais na envolvente da Ponte 25 de Abril, os impactes psico-sociais da ferrovia têm mais significado do que os correspondentes ao tráfego rodoviário, adquirindo particular relevância no período nocturno.

## 1. INTRODUÇÃO

No presente artigo, os autores quantificam a influência relativa do ruído gerado pelo transporte rodoviário e pelo transporte ferroviário, que circula na Ponte 25 de Abril, no ambiente sonoro da respectiva envolvente.

Complementarmente, os autores procederam, também, a uma análise integrada dos sentimentos de Incómodo devidos ao ruído, que estão associados a cada uma das fontes sonoras presentes.

O desenvolvimento dos trabalhos conduziu, então, à realização de um vasto Programa de Medições Acústicas ao longo de toda a envolvente da Ponte 25 de Abril, tendo sido efectuadas medições de ruído ambiente em diversos locais considerados representativos da área em estudo, isto é, da área potencialmente afectada pelo ruído gerado pela circulação rodoviária e/ou ferroviária na Ponte 25 de Abril.



Em simultâneo foram, também, realizados questionários de índole sócio-acústico aos residentes da área em estudo, de forma a se poder obter uma correlação entre as respostas dos indivíduos sujeitos ao ruído de transportes que circulam na Ponte 25 de Abril e os níveis sonoros a que aqueles se encontram sujeitos ao longo das 24 horas diárias.

## 2. MEDIÇÕES ACÚSTICAS

Recorrendo a mapas detalhados da envolvente da Ponte 25 de Abril e à observação directa das diferentes características dos locais (distância à Ponte 25 de Abril, tipo de infra-estruturas, arruamentos, prédios e utilização da infra-estrutura: muito tráfego vs. pouco tráfego e habitação vs. indústria), os autores seleccionaram, para a realização do presente estudo, 7 (sete) zonas como as relevantes para a recolha de dados acústicos e sócio-acústicos.

Após a selecção das zonas relevantes para a recolha de dados, foram definidos os locais exactos para a realização das medições acústicas, correspondendo a amostra populacional, em cada local monitorizado, às vinte habitações mais próximas. Os locais monitorizados foram seleccionados quer pela sua proximidade, quer pelas condições de recepção do ruído gerado pelo tráfego rodoviário e/ou ferroviário que circula na Ponte 25 de Abril. Foram condições de selecção, por exemplo, a existência de linha de vista entre a Ponte 25 de Abril e o local monitorizado, bem como a ausência de outras fontes sonoras (para além da circulação de tráfego na Ponte 25 de Abril), preponderantes no estabelecimento do ambiente sonoro do local monitorizado.

Foram, assim, obtidos registos sonoros do ruído ambiente característico dos 7 (sete) locais de monitorização acústica seleccionados e que correspondem a outras tantas zonas diferenciadas da envolvente da Ponte 25 de Abril.

### 3. QUESTIONÁRIOS SÓCIO-ACÚSTICOS

Foi elaborado um questionário sócio-acústico, que se mostrou adequado à análise exaustiva das questões mais relevantes no estudo da correlação entre o ruído gerado pela circulação de tráfego rodoviário e/ou ferroviário na Ponte 25 de Abril que é percebido pela população que habita a respectiva envolvente e a sensação de Incómodo, devida àquele ruído, que é sentida pelos mesmos indivíduos.

Assim, o estudo sócio-acústico consistiu, em linhas gerais, na articulação entre os valores dos levantamentos sonoros de ruído ambiente efectuados e a avaliação do Incómodo devido ao ruído gerado pelas diferentes fontes sonoras em presença, nomeadamente as correspondentes ao ruído gerado pelo tráfego rodoviário e pelo o tráfego ferroviário, que circula na Ponte 25 de Abril.

Para o efeito, foram entrevistados cerca de uma centena de indivíduos residentes nas 7 (sete) zonas da envolvente da Ponte 25 de Abril atrás mencionadas.

As entrevistas foram efectuadas a indivíduos cuja residência se localiza na proximidade imediata do local onde foram efectuadas as medições acústicas de ruído ambiente, de forma a aumentar a fiabilidade da análise da correlação entre os níveis sonoros medidos e a sensação de Incómodo devida ao ruído gerado pela circulação de transportes na Ponte 25 de Abril que é experimentada e foi claramente explicitada pelos entrevistados. Conseguiu-se, assim, seguir de forma tão fiável quanto possível, o critério “Dose de Ruído - Resposta Humana”.

### 4. RESULTADOS

#### 4.1. Registos Acústicos

Os resultados obtidos nas diversas campanhas de medições de ruído ambiente efectuadas, traduzem as diferentes influências presentes no ambiente sonoro observado ao longo da envolvente da Ponte 25 de Abril, bem como a respectiva importância relativa no estabelecimento dos valores globais do ruído ambiente local.

Os registos acústicos obtidos, com valores do índice de ruído ambiente residual  $L_{Aeq}$  superior a 50 dB(A), revelam o carácter urbano da área em estudo, com elevados níveis de perturbação do respectivo ambiente sonoro.

Os resultados dos levantamentos sonoros permitem concluir, também, que fora da zona de influência das artérias locais com mais movimento de tráfego rodoviário (Av. de Ceuta, Av. da Índia, Rua da Junqueira, Rua dos Lusíadas), o ambiente sonoro local é essencialmente contribuído pelo ruído proveniente da circulação rodoviária e/ou ferroviária na Ponte 25 de Abril. De facto, para os locais monitorizados situados a uma distância à Ponte 25 de Abril e a uma cota equivalentes, não foram observadas alterações significativas entre os respectivos registos acústicos.

Os resultados das medições do ruído gerado pela circulação rodoviária na Ponte 25 de Abril, mostraram que se trata de um ruído de carácter aproximadamente estacionário com pequenas flutuações motivadas pela passagem dos veículos pesados.

Em todos os locais monitorizados foi claramente audível a passagem das composições ferroviárias. A emergência do ruído gerado pelo tráfego ferroviário que circula na Ponte 25 de Abril relativamente ao gerado pelo tráfego rodoviário, varia de local para local, diminuindo, conforme seria espectável, com o aumento da distância à Ponte 25 de Abril.

Os resultados das medições do ruído gerado pela circulação ferroviária na Ponte 25 de Abril, mostraram que a passagem das composições ferroviárias é responsável por um acréscimo do ruído ambiente de todos os locais monitorizados da ordem dos 2 dB(A).

A relevância, em relação ao ruído gerado pelo tráfego rodoviário, do ruído gerado pelo tráfego ferroviário que circula na Ponte 25 de Abril, perde significado com o aumento da distância, não afectando as habitações localizadas fora da envolvente próxima da Ponte 25 de Abril. A área

de influência do tráfego ferroviário é, deste modo, mais restrita do que a correspondente ao ruído de tráfego rodoviário.

Em termos dos valores de ruído ambiente obtidos nos levantamentos sonoros realizados durante a noite, verificou-se, em todos os locais monitorizados, um decréscimo significativo relativamente aos correspondentes valores medidos durante o dia.

Este decréscimo de ruído ambiente observado à noite, é devido à diminuição do ruído gerado pelo tráfego rodoviário e pelo tráfego ferroviário que circula na Ponte 25 de Abril: (i) decréscimo de cerca de 2 a 4 dB(A), para o ruído de tráfego rodoviário e (ii) decréscimo de cerca de 4 dB(A), para o ruído de tráfego ferroviário.

A diminuição observada, durante a noite, nos níveis sonoros do ruído ambiente dos locais monitorizados deve-se: (i) à diminuição, para cerca de metade, dos veículos rodoviários, (ii) à diminuição, para metade, da passagem das composições ferroviárias e (iii) à circulação de composições ferroviárias de menor comprimento.

Estes dois últimos factores permitem, também, concluir que a contribuição para o ruído ambiente local do tráfego ferroviário que circula na Ponte 25 de Abril é menor à noite do que durante o dia. Esta conclusão é, ainda, reforçada pelo facto de a circulação ferroviária, ao invés da circulação rodoviária, na Ponte 25 de Abril, ser interrompida às 01h00.

Refira-se, finalmente, que os níveis sonoros instantâneos mais elevados registados durante as medições acústicas efectuadas, quer durante o dia quer durante a noite, foram originados pela passagem de aeronaves sobre os locais monitorizados.

#### 4.2. Registos Psico-Sociais

##### Incómodo devido ao ruído gerado pela circulação rodoviária/ferroviária na Ponte 25 de Abril

Os residentes da envolvente na Ponte 25 de Abril que foram entrevistados, manifestaram baixos níveis de Incómodo, relativamente ao ruído gerado pela circulação rodoviária e/ou ferroviária na Ponte 25 de Abril.

A análise diferenciada levada a cabo pelos autores do presente artigo, relativamente ao Incómodo provocado pelo ruído gerado pela circulação rodoviária e pela circulação ferroviária na Ponte 25 de Abril, conduziram a resultados médios de Incómodo de 2.06 e 1.98 respectivamente, isto é, o Incómodo devido às duas fontes de ruído é análogo.

##### Incómodo face à distância à Ponte 25 de Abril

Os questionários efectuados aos residentes na envolvente da Ponte 25 de Abril mostram que, conforme espectável, o Incómodo devido à circulação de transportes na Ponte 25 de Abril diminui à medida que aumenta a distância entre a residência do entrevistado e a Ponte 25 de Abril.

##### Incómodo e níveis de ruído ambiente na envolvente da Ponte 25 de Abril

O Incómodo atribuído pelos entrevistados à circulação do tráfego ferroviário na Ponte 25 de Abril, verificou-se estar bem correlacionado com os valores obtidos nos levantamentos sonoros de ruído ambiente efectuados. De facto, quanto mais elevados foram os valores dos níveis sonoros medidos em determinado local, maior foi o correspondente Incómodo referido pelos entrevistados como devido ao ruído gerado pela passagem das composições ferroviárias na Ponte 25 de Abril.

Globalmente, verificou-se que as correlações com os valores dos levantamentos sonoros efectuados durante a noite são mais fortes, pelo que pode, então, concluir-se, também conforme espectável, que o ruído gerado pela circulação rodoviária e/ou ferroviária na Ponte 25 de Abril provoca mais Incómodo durante a noite do que durante o dia. Uma possível explicação para este facto poderá ser o “hábito” à passagem de composições ferroviárias, que se caracteriza por uma maior regularidade durante o dia relativamente ao que sucede durante a noite.

Incómodo causado pelo apito das composições ferroviárias que circulam na Ponte 25 de Abril  
Em termos médios, os residentes da envolvente na Ponte 25 de Abril que foram entrevistados, manifestaram baixos níveis de Incómodo relativamente ao apito das composições ferroviárias que circulam na Ponte 25 de Abril. Em particular, a grande maioria dos entrevistados referiu não sentir qualquer tipo de Incómodo.

Contudo, verificou-se que o Incómodo referido pelos entrevistados como devido ao apito das composições ferroviárias que circulam na Ponte 25 de Abril está fortemente correlacionado com o ruído gerado pela circulação de transportes na Ponte 25 de Abril e, em particular, com o ruído gerado pela circulação ferroviária.

Atitude face ao tráfego ferroviário que circula na Ponte 25 de Abril

Em geral, verificou-se que a atitude dos residentes na envolvente da Ponte 25 de Abril que foram entrevistados, face ao tráfego ferroviário que circula na Ponte 25 de Abril, é francamente positiva.

Os resultados dos questionários efectuados aos residentes da envolvente da Ponte 25 de Abril, permitiram concluir que os indivíduos que apresentam uma atitude positiva face ao tráfego ferroviário em geral, são aqueles que dizem sentir menos Incómodo face à passagem das composições ferroviárias na Ponte 25 de Abril. Estes indivíduos referem, inclusivamente, que não interrompem as suas tarefas diárias normais quando da passagem do tráfego ferroviário na Ponte 25 de Abril.

Os resultados dos questionários mostraram, também, que os entrevistados que mais se identificam com o local de residência (envolvente da Ponte 25 de Abril) são, simultaneamente, os que nutrem uma atitude mais positiva face ao ruído gerado pela circulação ferroviária na Ponte 25 de Abril. Este facto é explicado pelo bem conhecido “Sentimento de Pertença” (neste caso particular sentimento de pertença ao local de residência).

Risco associado ao tráfego ferroviário que circula na Ponte 25 de Abril

A maioria dos entrevistados considera que é nulo o risco de residir na proximidade da Ponte 25 de Abril com circulação de tráfego ferroviário, já que considera que os acidentes com composições ferroviárias são pouco ou nada frequentes.

No entanto, os resultados dos questionários efectuados aos residentes na envolvente da Ponte 25 de Abril, mostraram que quanto maior é a sensação de risco face a residir na proximidade da Ponte 25 de Abril com circulação de tráfego ferroviário, maior é o Incómodo expresso pelo entrevistado relativamente ao ruído gerado pela circulação rodoviária e/ou ferroviária na Ponte 25 de Abril.

Problemas de saúde

Os resultados dos questionários efectuados aos residentes na envolvente da Ponte 25 de Abril, mostraram que os entrevistados que residem em lugares mais afastados da Ponte 25 de Abril manifestam menos problemas de saúde do que aqueles que residem em locais mais próximos. Contudo, os resultados obtidos mostram que é praticamente nula a associação de problemas de saúde ao ruído gerado pela circulação de transportes na Ponte 25 de Abril.

Por outro lado, os entrevistados que manifestaram mais problemas de saúde são os que, simultaneamente, mais recorrem a estratégias de “coping” e que nutrem uma atitude menos positiva face ao tráfego ferroviário.

Por fim, observou-se uma correlação positiva, relativamente forte, entre os problemas de saúde manifestados pelos entrevistados e os respectivos níveis de Incómodo devidos ao ruído gerado pela circulação de transportes na Ponte 25 de Abril.

## **5. CONCLUSÕES**

Tendo em conta a correlação entre os resultados obtidos nos levantamentos sonoros efectuados e as respostas dos questionários distribuídos à população residente na envolvente

da Ponte 25 de Abril, os autores do presente artigo consideram, como relevante, a explicitação das seguintes conclusões:

- ▶ Fora da zona de influência do ruído gerado pela circulação rodoviária nas artérias locais com mais movimento, o ambiente sonoro local é essencialmente contribuído pelo ruído gerado pela circulação de transportes (rodoviário e/ou ferroviário) na Ponte 25 de Abril;
- ▶ Em termos do tráfego que circula na Ponte 25 de Abril, é o ruído gerado pelo tráfego ferroviário, em detrimento do ruído gerado pelo tráfego rodoviário, aquele que maior contribuição tem para o estabelecimento do ambiente sonoro na envolvente da Ponte 25 de Abril;
- ▶ O ruído ambiente local é inferior durante a noite relativamente ao observado durante o dia. Este decréscimo é mais significativo em termos do ruído gerado pelo tráfego ferroviário do que em termos do gerado pelo tráfego rodoviário;
- ▶ A área de influência do ruído gerado pelo tráfego ferroviário que circula na Ponte 25 de Abril é menor do que a correspondente ao ruído gerado pelo tráfego rodoviário;
- ▶ Em termos globais, os indivíduos residentes na envolvente da Ponte 25 de Abril, sentem baixos níveis de Incómodo relativamente ao ruído gerado pela circulação rodoviária e/ou ferroviária na Ponte 25 de Abril;
- ▶ O ruído gerado pela circulação rodoviária e/ou ferroviária na Ponte 25 de Abril determina níveis de Incómodo mais elevados durante a noite do que durante o dia;
- ▶ Durante a noite, quanto mais elevado é o ruído residual (essencialmente contribuído pelo ruído do tráfego rodoviário local), menor é o Incómodo referido pelos residentes da envolvente da Ponte 25 de Abril, devido ao tráfego rodoviário que circula na Ponte 25 de Abril;
- ▶ O Incómodo devido ao ruído gerado pela circulação rodoviária e/ou ferroviária na Ponte 25 de Abril está directamente correlacionado com os valores do ruído ambiente, observado à noite, na envolvente da Ponte 25 de Abril;
- ▶ Quanto maior é o Incómodo experimentado pelos residentes da envolvente da Ponte 25 de Abril, maior é o recurso a estratégias de “coping”, na tentativa de o diminuir.

Desta forma, o estudo efectuado permitiu que, de uma forma global, se possa afirmar que, na envolvente da Ponte 25 de Abril, os impactes psico-sociais subjacentes ao tráfego ferroviário que circula na Ponte 25 de Abril, são considerados pela população residente como ligeiramente mais negativos para o seu bem-estar do que os impactes subjacentes ao tráfego rodoviário.

Esta conclusão reveste-se de particular relevância durante o período nocturno, já que é à noite que a sensação de Incómodo devido ao ruído gerado pela circulação do tráfego ferroviário na Ponte 25 de Abril surge com maior evidência, sendo ampliados os efeitos negativos expressos pela população durante o dia.

Em estudo posteriormente efectuado, foram estudadas e dimensionadas soluções de minimização do ruído de circulação ferroviária para intervenção na secção metálica da Ponte 25 de Abril. Os resultados serão divulgados em futuro próximo.