

Integração da avaliação da percepção de medidas de minimização para o ruído de tráfego rodoviário, em estudos de impacte ambiental

PACS: 43.50

Sónia Monteiro Antunes ¹, Jorge Viçoso Patrício¹, António José Samagaio ²

¹ Laboratório Nacional de Engenharia Civil

{santunes;jpatricio}@lnec.pt

² Universidade de Aveiro

{asamagaio}@ua.pt

ABSTRACT

This paper presents a summary of psychoacoustics tests made in order to assess the perception of noise mitigation measures. Questions were addressed in order to understand the sound perception, the visual assessment of noise barriers from photographs, and the degree of pleasantness and corresponding effectiveness of picture and sound from behind noise barriers. Comparison between sounds of a vehicle passage in different pavements and the association between the physical and perceptual data are also presented.

The results suggest the importance of public information about the noise mitigation measures and the integration of public perceptions in noise impact studies. Advantage of computer technology can be taken for the presenting information to the public (including sound recordings) in order to assess to the perception and information about the visual noise barriers.

RESUMO

Apresenta-se nesta comunicação um resumo dos testes psicoacústicos relativos às medidas de minimização de ruído de tráfego rodoviário, onde foram abordadas questões sobre a correspondente percepção sonora. Designadamente, a apreciação visual das fotografias das barreiras sonoras (eficácia), grau de agradabilidade (preferência), e percepção da eficácia do conjunto fotografia e campo sonoro estabelecido. São igualmente apresentados os resultados obtidos na comparação entre sons referentes à passagem de um veículo num pavimento de betão betuminoso e do mesmo veículo num pavimento em betão betuminoso rugoso, microbetão, pavimento betuminoso drenante e pavimento com betume modificado de borracha (células fechadas), para uma velocidade de circulação de 80, 60 e 100 km/h.

Nesta comunicação são também abordados os aspectos relativos à associação entre os parâmetros físicos e os dados de percepção, para os registos áudio gravados por detrás das barreiras acústicas, e para os sons associados à passagem de um veículo ligeiro em diferentes tipos de pavimentos. Os resultados obtidos, sugerem a importância da apresentação ao público de informação sobre as medidas de minimização de ruído, e correspondente integração da respectiva percepção aquando da selecção do tipo de medida de minimização. Efectivamente, os concessionários de uma determinada infra-estrutura, podem tirar partido da tecnologia informática para a apresentação de informação ao público (incluindo por exemplo registos sonoros), quantificar a percepção e obter informação sobre o aspecto visual da barreira acústica mais favorável.

1 Introdução

Para a gestão e redução das emissões sonoras e respectiva exposição das populações, podem ser utilizadas diferentes medidas de minimização de ruído, designadamente: no âmbito de medidas para a redução do ruído na fonte, no âmbito de medidas para a redução da propagação do ruído o mais próximo possível da fonte, de modo a proteger um maior número de pessoas, e no âmbito das medidas de minimização do ruído no receptor. No âmbito das medidas de minimização do ruído na fonte, considera-se a adopção de pavimentos rodoviários com características absorventes sonoras, o recurso a sistemas de gestão do tráfego, tais como a utilização de sistemas de controlo de tráfego de sinalização sincronizada, a adopção de medidas de acalmia de tráfego (com a introdução de zonas de baixa velocidade de circulação rodoviária, zonas de restrição ao tráfego de veículos pesados, introdução de rotundas), a adopção de pneus com baixa emissão de ruído e/ou de viaturas mais silenciosas, assim como a sensibilização para comportamentos de condução rodoviária mais favoráveis (a nível europeu este tipo de medidas é essencialmente introduzido no âmbito de directivas comunitárias). No que respeita às medidas de minimização de ruído na propagação entre a fonte e o receptor, considera-se o planeamento do uso do solo e respectiva gestão (por exemplo a partir da definição de zonas sensíveis ao ruído, as quais estão associadas limites de ruído), utilização de edifícios com usos comerciais ou de serviços como barreiras acústicas a edifícios de habitação, implantação de barreiras acústicas e túneis, utilização de vegetação para protecção (com impacto essencialmente no que respeita aos níveis de incomodidade e da agradabilidade do ambiente, em vez de uma redução física do ruído), são opções normalmente utilizadas. Finalmente as medidas de minimização no âmbito do receptor (medidas a utilizar somente se as outras medidas são ineficazes), integram soluções de reforço do isolamento sonoro de edifícios (reforço do isolamento sonoro de fachada e introdução de vidros e/ou janelas duplas, arquitectura do edificado mais favorável ao aparecimento de zonas ambientalmente favorecidas em termos de níveis sonoros, com a introdução de fachadas “calmas”, e a disposição dos compartimentos mais sensíveis ao ruído (quartos e zonas de estar) em zonas mais protegidas ao ruído.

A primeira categoria de medidas, as medidas de minimização de ruído na fonte, são claramente as mais eficazes, e as que geralmente apresentam uma relação custo-eficácia mais favorável. De seguida existem um conjunto de medidas sócio-económicas que podem ser introduzidas, tais como a introdução de taxas de ruído, incentivos económicos à utilização de veículos menos ruidosos, a redução da necessidade de transporte. Finalmente, refira-se também a importância de acções continuadas de sensibilização ao ruído e de acções de educação ambiental dos cidadãos, que viabilizam uma maior aceitação dos princípios e soluções para o controlo de ruído, embora só produzam efeitos a médio e longo prazo. No entanto, para a escolha sobre quais as medidas a implementar para a redução da poluição sonora, a percepção dos cidadãos é um factor chave a ter em consideração. É de facto importante ter informação sobre como o ruído é apercebido pelas populações, e como esta análise é traduzida em termos de mapa de ruído, para que seja possível optar pelo tipo de medidas que efectivamente irão diminuir a incomodidade apercebida.

2 Descrição do estudo

Foi elaborado um inquérito para a avaliação da percepção dos indivíduos relativamente a medidas de minimização de ruído. Os participantes neste inquérito residiam próximo da Via de Cintura Interna, no Porto. O ambiente sonoro nestes locais é essencialmente devido ao tráfego rodoviário, em que são dominantes as componentes de baixa frequência (até 200 Hz), numa gama de variação que se estende essencialmente até aos 4000 Hz. A estrutura deste inquérito foi construída tendo como base a análise de conteúdo efectuada nas entrevistas semi-estruturadas e os resultados obtidos no inquérito de avaliação da estrutura cognitiva dos indivíduos face as fontes sonoras presentes do ruído de tráfego em zonas urbanas, e a recolha bibliográfica efectuada sobre a incomodidade induzida ao ruído. Este inquérito foi dividido em duas partes.

Na primeira parte, foi preenchido um questionário, constituído essencialmente por questões que abordavam a identificação do tipo de exposição ao ruído a que o entrevistado estava sujeito e que

foram completadas por medições dos níveis sonoros no interior e no exterior das residências. Também foram integradas questões referentes à sensibilidade ao ruído, à incomodidade induzida pelo ruído e à apreciação das diversas fontes presentes na zona em estudo. Nesta parte, foram também incluídas questões referentes ao contexto social em que o entrevistado se encontrava inserido e a estratégias para lidar com os efeitos adversos induzidos por valores elevados dos níveis sonoros (estratégias de coping). Para as afirmações relativas às expectativas para a eficácia na atenuação do ruído das barreiras acústicas, designadamente, a introdução de uma melhoria da qualidade de vida em consequência da construção de uma barreira acústica próximo das suas residências, verificou-se que a maior parte dos inquiridos concorda com esta afirmação, (principalmente aqueles que apresentam um valor médio de incomodidade mais elevado, durante o dia). No entanto, no caso da afirmação “A introdução de uma barreira acústica vai eliminar o ruído de tráfego rodoviário na minha residência”, notou-se a existência de dois grandes grupos de respostas opostas associadas a indivíduos com um valor médio de incomodidade ao ruído elevado, principalmente durante o período diurno. Estes resultados sugerem a importância da apresentação ao público de informação sobre as medidas de minimização de ruído e correspondente integração da percepção aquando da selecção do tipo de medida de minimização. Efectivamente, os concessionários de uma determinada infra-estrutura podem tirar partido da tecnologia informática para a apresentação de informação ao público (incluindo, por exemplo, registos sonoros), quantificar a percepção e obter informação sobre o aspecto visual da barreira acústica mais favorável.

Na segunda parte do inquérito relativo às medidas de minimização de ruído, foi apresentado um conjunto de sons associados a diferentes medidas, que resultaram de um processo de selecção e processamento dos diversos registos áudio recolhidos. Refira-se a grande dificuldade sentida para a angariação de voluntários para participação neste inquérito, esta em grande medida dependente da disponibilidade das próprias pessoas (o inquérito demorava cerca de 45 minutos) e da sensibilidade de muitos gestores de condomínio à problemática do ruído. É também de referir a dificuldade sentida por alguns participantes na audição de todos os sons e, principalmente, o cansaço aparente na fase terminal da audição dos registos áudio.

3. Resultados

Na Figura 1, é possível visualizar as quatro fotografias que foram apresentadas aos inquiridos, e a respectiva numeração associada. No total, foram solicitadas 3 classificações distintas deste conjunto de fotografias, designadamente, a ordenação segundo a eficácia visual na atenuação do ruído, segundo o grau de preferência visual e segundo a eficácia audiovisual. Na Figura 2, apresentam-se os resultados obtidos para a classificação atribuída pelos inquiridos, quando lhe foi solicitada uma ordenação segundo o grau de eficácia visual que atribuíram a cada uma das barreiras. Para o efeito, foi sugerida a ordenação das fotografias de acordo com a expectativa da atenuação do ruído proporcionada pela barreira, tendo em conta somente o aspecto visual da mesma, por ordem de eficácia. Aos inquiridos era somente fornecida informação sobre os materiais que constituíam os painéis de cada barreira acústica. Neste caso, a ordenação foi a seguinte (da mais eficaz até à menos eficaz): Fotografia 3, Fotografia 4, Fotografia 2 e, finalmente Fotografia 1. No entanto, não se verificaram diferenças significativas entre o nível de eficácia atribuído às diferentes fotografias ($\chi^2(3) = 2.64$, $p = 0.451$). As respostas dos participantes quando questionados sobre a agradabilidade estética de cada barreira acústica são apresentadas na Figura 3, tendo a respectiva ordenação, da mais agradável para a menos agradável sido: Fotografia 3, Fotografia 4, Fotografia 1 e finalmente Fotografia 2. Neste caso, verifica-se que existem diferenças significativas ao nível da agradabilidade entre as quatro fotografias ($\chi^2(3) = 36.043$, $p = 0.000$). Quando se apresenta, conjuntamente com cada fotografia, o registo áudio correspondente (duração aproximada de 60 segundos), a ordenação no que respeita à eficácia de cada barreira é a seguinte (da mais eficaz para a menos eficaz): Fotografia 4; Fotografia 3; Fotografia 1 e Fotografia 2, como se pode visualizar na Figura 4. Neste caso, existem diferenças significativas no nível de eficácia atribuído às 4 barreiras ($\chi^2(3) = 36.379$, $p = 0.000$). Estas diferenças verificaram-se nos seguintes casos:

– Os participantes atribuíram maior eficácia à barreira da fotografia 4 quando comparada com a das Fotografias 1 e 2 ($Z = -3.599$, $p = 0.000$; $Z = -3.959$, $p = 0.000$).

– Os participantes atribuíram maior eficácia à barreira da Fotografia 3 quando comparada com a Fotografia 2 ($Z = -3.491$, $p = 0.000$).

Não se verificaram diferenças a nível da eficácia atribuída entre as barreiras das Fotografias 1 e 2, Fotografias 1 e 3 e Fotografias 3 e 4.

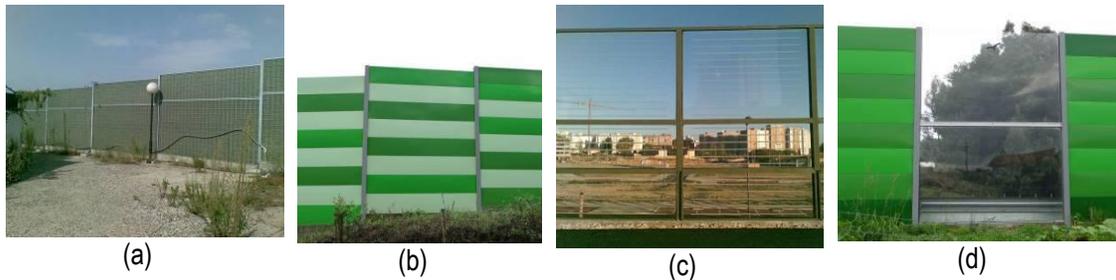


Figura 1 – Fotografias de barreiras acústicas apresentadas no questionário, (a) Fotografia 1 (barreira verde); (b) Fotografia 2 (barreira em painéis metálicos); (c) Fotografia 3 (barreira em acrílico) e (d) Fotografia 4 (barreira mista)

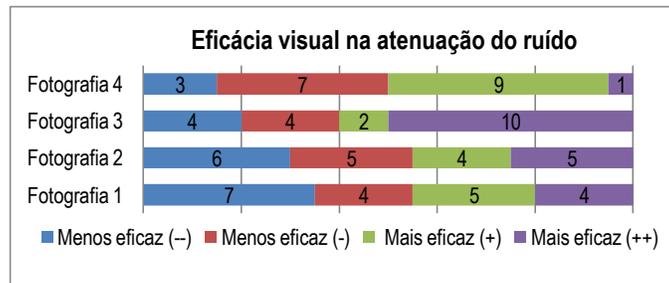


Figura 2 – Classificação das quatro fotografias de barreiras acústicas apresentadas aos inquiridos de acordo com a eficácia visual na atenuação ao ruído atribuída. Fotografia 1 (barreira verde); Fotografia 2 (barreira em painéis metálicos); Fotografia 3 (barreira em acrílico) e Fotografia 4 (barreira mista)

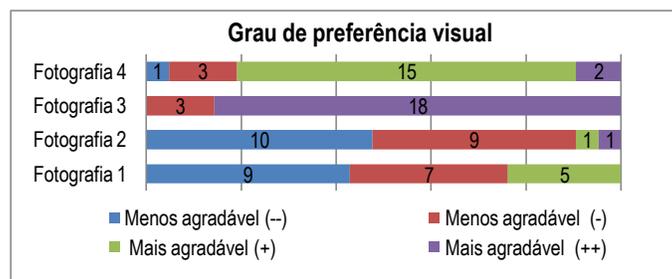


Figura 3 – Classificação das quatro fotografias de barreiras acústicas apresentadas aos inquiridos de acordo com o grau de preferência visual .

No que respeita à comparação entre os registos áudio relativos ao som gravado por detrás da barreira e ao som registado sem a presença da barreira, verificou-se que 20 dos 21 participantes, preferem o som registado por detrás da barreira. Quando questionados sobre a percentagem de redução que conseguiam identificar entre os dois sons, verificou-se uma variação da respectiva redução entre 5% (um participante) e 50% (3 participantes), conforme ilustra a figura.

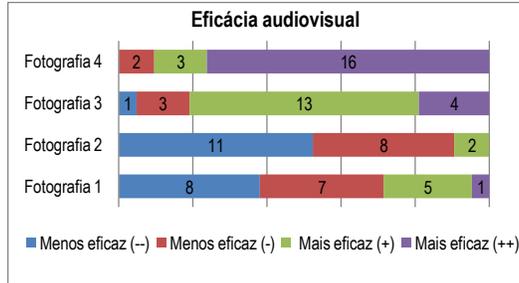


Figura 4 – Classificação das quatro fotografias de barreiras acústicas, quando apresentadas simultaneamente com os registos áudio associados, de acordo com o grau de eficácia áudio visual

Na Figura 5, apresenta-se os resultados obtidos na comparação dos registos áudio referentes à passagem do mesmo veículo ligeiro, com uma velocidade de circulação de 80 km/h, em diferentes tipos de pavimentos e a correspondente comparação com a passagem do mesmo veículo, a circular com a mesma velocidade, num pavimento de betão betuminoso denso. A partir da análise desta figura, é possível verificar que a maior parte dos indivíduos preferem o som associado à passagem do veículo num pavimento de betão betuminoso em microbetão relativamente ao som do pavimento de betão betuminoso denso. Em seguida, a maior parte dos indivíduos prefere o som associado à passagem do veículo num pavimento de betão betuminoso drenante e, em menor número, o som associado à passagem do veículo num pavimento de betão betuminoso com betume modificado de borracha (mistura rugosa). Em ultimo lugar, os indivíduos preferem o registo áudio associado à passagem do veículo ligeiro num pavimento em betão betuminoso rugoso.

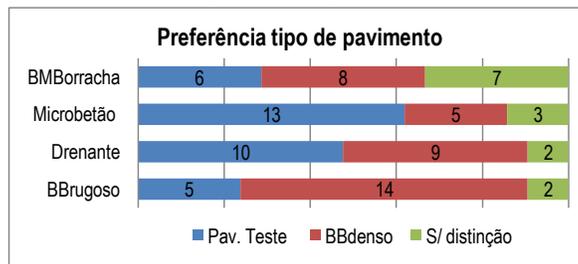


Figura 5 – Preferência expressa pelos indivíduos entre os pavimentos em teste (betão modificado com borracha; microbetão; drenante; e betão betuminoso rugoso) e o pavimento de betão betuminoso denso

Relativamente aos registos áudio associados à circulação de um veículo ligeiro, com velocidades distintas, num pavimento de betão betuminoso com betume modificado com borracha, somente se efectuou a comparação para duas velocidades de circulação, enquanto que num pavimento em betão betuminoso drenante o veículo circulou com 3 velocidades distintas. Este facto deriva da constatação de que para este ultimo ensaio, se verifica um ligeiro cansaço dos indivíduos com a audição dos registos áudio. Na Figura 6, apresenta-se os resultados destas comparações. Neste caso, não se verificaram diferenças significativas entre o nível de agradabilidade atribuído aos registos associados às diferentes velocidades ($Z = -0.229, p = 0.819$). No que respeita à circulação de um veículo ligeiro num pavimento de betão betuminoso drenante, verifica-se que os inquiridos preferem os registos associados às velocidades de circulação mais baixas. De facto, verificou-se a existência de diferenças significativas a nível da agradabilidade entre os registos associados às três velocidades de circulação ($\chi^2(3) = 7.600, p = 0.022$).

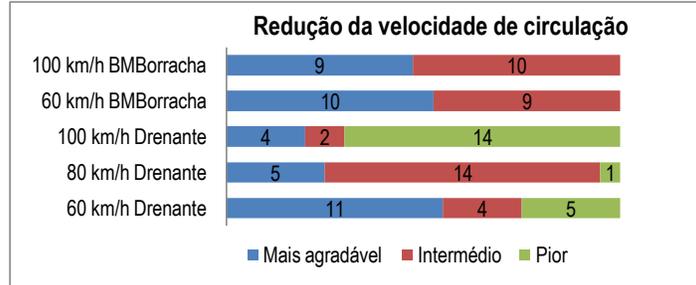


Figura 6 – Preferência expressa pelos indivíduos para a velocidade de circulação de um veículo ligeiro, num pavimento de betão modificado de borracha (velocidade de passagem do veículo de 60 km/h e 100km/h); e num pavimento drenante (velocidade de passagem do veículo de 60 km/h, 80 km/h e 100km/h)

4 Associação entre dados físicos e psicoacústicos

Para os registos áudio associados aos sons gravados por detrás das barreiras acústicas, apresenta-se na Figura 7 a ordenação da eficácia audiovisual atribuída pelos inquiridos, desde a mais eficaz, à qual corresponde o valor 1, até à menos eficaz, a que foi atribuída o valor 4. Conjuntamente com esta classificação, está associada a cada fotografia, o valor referente aos parâmetros físicos do registo áudio, desde o mais baixo (valor 1) até ao mais elevado (valor 4). Foram analisadas as seguintes medidas físicas: nível sonoro contínuo equivalente ponderado A, sensação de intensidade auditiva e correspondente nível percentil de 5% e parâmetro psicoacústico agudeza.

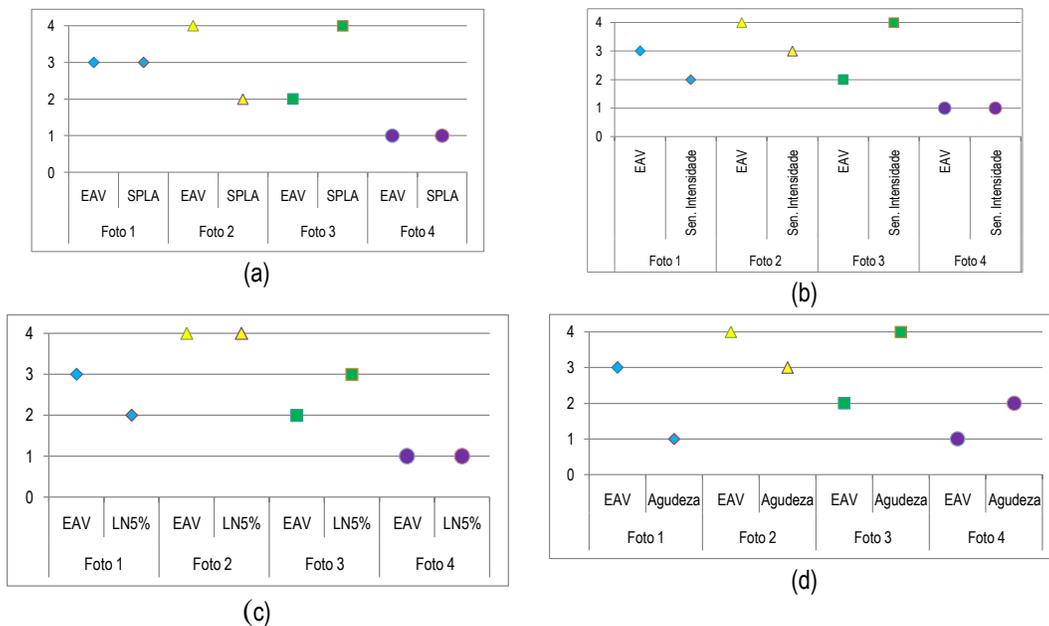


Figura 7 – Ordenação para a eficácia audiovisual (EAV) na apresentação simultânea da fotografia e registo áudio associado por detrás da barreira acústica (escala entre a mais eficaz (1) até a menos eficaz (4)), e da agudeza, de cada registo áudio, ordenado desde o menor valor (1) até ao maior valor (4), e do nível sonoro, ponderada A (a), sensação de intensidade auditiva (b), nível percentil de 5% (c), e agudeza (d) de cada registo áudio, ordenado desde o menor valor (1) até ao maior valor (4)

Pela análise da Figura 7, é possível verificar a concordância entre a classificação dos valores do nível sonoro contínuo equivalente ponderado A associado aos registos áudio da Fotografia 1 (barreira verde, posição 3) e da Fotografia 4 (barreira mista, posição 1), com a classificação atribuída pelos inquiridos na avaliação subjectiva da eficácia audiovisual. No que respeita aos registos áudio relativos à Fotografia 2 (barreira metálica), verifica-se que a correspondente avaliação de eficácia audiovisual é inferior (posição 4) ao valor numérico da grandeza física em análise (posição 2). Tendo em conta que a Fotografia 2 está classificada em último lugar no que respeita à preferência visual, o resultado anterior sugere que a sua apreciação visual tenha, de algum modo, condicionado a respectiva avaliação da eficácia audiovisual. Para a barreira acústica da Fotografia 3 (barreira em acrílico), sucede o oposto do caso anterior, verificando-se uma valorização da eficácia audiovisual (posição 2) relativamente ao valor da grandeza física (posição 4). Note-se que a barreira da Fotografia 3 corresponde à fotografia mais valorizada do ponto de vista de preferência estética.

Para os registos áudio associados aos sons da passagem de um veículo ligeiro em diferentes tipos de pavimentos, Foram analisadas as seguintes medidas físicas: nível sonoro contínuo equivalente ponderado A, nível sonoro máximo, sensação de intensidade auditiva máxima e parâmetro psicoacústico agudeza. Neste caso, verificou-se que não existe uma concordância entre os aspectos referentes à avaliação subjectiva da eficácia áudio e o valor correspondente do nível sonoro, ponderado A, associado à passagem dos veículos ligeiros em qualquer dos pavimentos em análise. No entanto, no caso da medição do nível sonoro máximo e da avaliação subjectiva da eficácia áudio, verificou-se a concordância para uma das situações em estudo, designadamente no caso da passagem do veículo ligeiro num pavimento em betume modificado com borracha. Efectuando a mesma comparação com o parâmetro psicoacústico e o valor máximo da sensação de intensidade auditiva, verifica-se a existência de uma concordância mais acentuada entre estes dois parâmetros (avaliação subjectiva e parâmetro psicoacústico em análise).

4 Considerações finais e conclusões

No que respeita às barreiras acústicas, quando foi solicitada uma ordenação segundo o grau de eficácia visual que atribuíram a cada uma das barreiras, os inquiridos classificaram como mais eficaz a barreira em acrílico (Fotografia 3), em segundo lugar a barreira mista (painéis transparentes e metálicos, Fotografia 4), depois a barreira de painéis metálicos (Fotografia 2) e, em último lugar, a barreira “verde” (Fotografia 1). Quando questionados sobre a agradabilidade estética de cada barreira acústica, a ordenação somente diferiu na classificação das barreiras das Fotografias 1 e 2, em que existiu uma troca, preferindo os inquiridos a barreira “verde” (Fotografia 1) relativamente à barreira da Fotografia 2. Embora as barreiras acústicas sejam uma das medidas de minimização de ruído mais importantes e significativas, o impacto visual associado a estes dispositivos afecta a percepção estética, quer dos utilizadores das rodovias quer dos residentes nas proximidades do local onde estes dispositivos são implantados. Efectivamente, a construção de barreiras acústicas com uma altura considerável próximo de residências, para além de criar sombreamento, produz uma intrusão visual na paisagem. Os resultados das respostas anteriores, em que se constatou a preferência por barreiras acústicas que integram painéis transparentes, permitem valorizar a importância da introdução deste tipo de materiais. Este facto é reforçado com as respostas dos participantes, quando se apresenta conjuntamente com cada fotografia o registo áudio correspondente (duração aproximada de 60 segundos). Neste caso, a barreira da Fotografia 4 (barreira mista) é considerada como a mais eficaz, seguindo-se as barreiras da Fotografia 3 e da Fotografia 1 e, finalmente, a da Fotografia 2. Estes resultados sugerem a importância da avaliação da percepção dos indivíduos, e dos conceitos pré-existentes sobre a capacidade de atenuação do ruído dos diversos tipos de materiais que constituem as barreiras acústicas, durante a fase de selecção das medidas de minimização de ruído a implementar num determinado local.

Relativamente aos testes psicoacústicos referentes à passagem de um veículo ligeiro em diferentes tipos de pavimentos, constatou-se que os inquiridos conseguem perceber diferenças entre os respectivos registos áudio. Nestes testes, verificou-se uma preferência relativamente ao registo áudio associado à passagem do veículo num pavimento de betão betuminoso em

microbetão e, em segundo lugar, o registo áudio associado à passagem do veículo ligeiro num pavimento em betão betuminoso drenante.

Em relação à associação entre os parâmetros físicos e os dados de percepção, para os registos áudio gravados por detrás das barreiras acústicas, verificou-se uma grande concordância entre a ordenação subjectiva atribuída pelos inquiridos e os valores do percentil de 5% da sensação de intensidade auditiva, a par com os valores do nível sonoro ponderado A. Para sons associados à passagem de um veículo ligeiro em diferentes tipos de pavimentos, nota-se que a maior concordância se verificou para o valor máximo da sensação de intensidade auditiva.

No âmbito das medidas para a redução da propagação de ruído, o aspecto mais importante referente à eficácia de uma barreira acústica não está directamente relacionado com a atenuação sonora que este dispositivo confere, mas sim com a opinião subjectiva dos indivíduos que a barreira acústica pretende proteger. O resultado final pode ser influenciado por vários factores, nos quais se pode incluir a participação pública no seu dimensionamento e aparência, o recurso a práticas sustentáveis na sua construção e manutenção e a utilização de profissionais de diferentes áreas, para que as diferentes fases possam ser compreendidas pelo público-alvo, de modo a evitar-se a rejeição da implementação deste tipo de dispositivos. Algumas experiências realizadas permitiram revelar que a obstrução visual provocada por uma barreira pode afectar a percepção do som que por ela é transmitido. Para o desenho e implantação de uma barreira acústica, uma abordagem do ponto de vista da sustentabilidade integra uma actuação multidisciplinar, que se estende das áreas do ambiente e sustentabilidade à área sócio-económica.

Os dois aspectos anteriormente referenciados permitem concluir que o planeamento mais eficaz das soluções de minimização de ruído está também dependente da avaliação da percepção do ruído e da avaliação dos conceitos pré-estabelecidos associados às respectivas medidas de minimização por parte do público. A integração da afectação pública no processo de planeamento deste tipo de medidas é o único meio pelo qual se pode construir uma minimização de ruído mais apropriada, quer do âmbito objectivo (redução efectiva do nível sonora) quer do âmbito subjectivo (percepção dos indivíduos).

A utilização de recursos informáticos, tal como foi efectuado no inquérito para a avaliação da percepção das medidas de minimização de ruído, com a apresentação de sons por meio de auscultadores e correspondente visualização, caso necessário, pode constituir uma importante ferramenta para a sensibilização, disseminação de informação e avaliação da percepção relativamente às medidas de minimização, no âmbito da participação pública nos estudos de impacto ambiental. O processo assim estabelecido poderá também contribuir para uma aceitação mais generalizada das medidas a implementar.

Referências

- [1] Genuit, K. Sound engineering of vehicle noise. In: Proceedings of the Internoise 94, 875-880.
- [2] Blauert, J. & Jekosch, U. (1997). Sound quality evaluation – a multi-layered problem. *Acta Acustica*, 83, 747-753.
- [3] Guski, R. Psychological methods for evaluating sound quality and assessing acoustic information. *Acta Acustica*, Vol 83, 1997; pp 765-773
- [4] Susini, P.; Houix, O.; Misdariis, N.; Smith, B.; Langlois, S. Instruction's effect on semantic scale ratings of interior car sounds, *Applied Acoustics*, vol 70, pp 389-403, 2009
- [5] Dubois, D.; Gustavino, C.; Raimbault, M. A cognitive approach to urban soundscapes: Using verbal data to access everyday life auditory categories. *Acta Acustica united with acustica*, Vol 92, 2006, pp 865-874
- [6] Cermak, G.; Cornillion, C. Multidimensional analyses of judgments about traffic noise, *Journal of the acoustical Society of America*, vol 59 (6), 1976, pp 1412-1420.
- [7] McGuire, S.; Davies, P. A semantic differential study on the response to transportation noise, *Internoise 2009*, August 23-26, "in CD-ROM"