

AVALIAÇÃO DA ESTRUTURA COGNITIVA DOS INDIVÍDUOS FACE AO RÚIDO DE TRÁFEGO RODOVIÁRIO, EM ZONAS URBANAS

PACS: 43.50.Ba

Sónia Monteiro Antunes¹, Jorge Viçoso Patrício¹, António José Samagaio²

¹ Laboratório Nacional de Engenharia Civil

E-mail: {santunes;jpatricio}@lnec.pt

² Universidade de Aveiro

E-mail: {asamagaio}@ua.pt

ABSTRACT

In this paper the evaluation of the cognitive structure of individuals in relation to sources of traffic noise was made by using the semantic differential technique applied to people living in urban areas. Audio recordings of the traffic noise were used as objects. 12 sample sounds were selected, and an analysis in terms of physical and psychoacoustic quantities was made. Subsequently, a principal component analysis was made in order to extract the common factors underlying the 21 pairs of considered adjectives. This analysis was conducted jointly for the 12 samples sounds and, individually, for the sounds due to road traffic, vehicle pass by, rail traffic, and air traffic. Then an association between the adjectives pairs and physical and psychoacoustical aspects was done. In the context of the results of this study, some considerations about the parameters used to quantify the impact of noise in urban areas, and the procedures to globally improve public participation in noise impact assessment are made.

RESUMO

Nesta comunicação é apresentada uma avaliação da estrutura cognitiva dos indivíduos face às fontes de ruído de tráfego presentes em zonas urbanas. Para este efeito, foi usada a técnica do diferencial semântico, utilizando-se, como objectos, registos áudio de sons de ruído de tráfego existentes em zonas urbanas, designadamente, nas cidades de Lisboa e Porto. Neste estudo foram seleccionados um conjunto de 12 sons, tendo sido efectuada uma análise dos parâmetros físicos e psico-acústicos, e posteriormente análise factorial em componentes principais, de modo a extrair os factores comuns subjacentes aos 21 pares de adjetivos. De seguida apresentam-se as associações não paramétricas, significativas, obtidas entre os pares de adjetivos (apreciação qualitativa) e os correspondentes parâmetros físicos e psicoacústicos dos registos áudio associados aos 12 sons. Finalmente, são apresentadas algumas considerações sobre os resultados obtidos, e os parâmetros utilizados na caracterização do impacto do ruído em zonas urbanas.

1 Introdução

Charles Osgood [Osgood, 1952] desenvolveu a técnica do diferencial semântico para a medição do significado conotativo de certos conceitos verbais. Esta técnica consiste na utilização de um conjunto de escalas bipolares, onde cada item, conjuntamente com o seu antónimo, se correlaciona com uma dimensão ou atributo perceptual do fenómeno em avaliação. O indivíduo avalia o grau de correspondência entre o conceito e cada item conotativo da lista, representando, cada par de adjetivos, uma única dimensão, e a lista completa, todo o espaço conotativo dos conceitos que são sujeitos a comparação. O termo “significado conotativo” refere-se essencialmente às componentes emocionais e avaliativas que estão associadas a um dado conceito ou objecto. Osgood, inclusivamente, utiliza o termo significado afectivo de modo a enfatizar a existência de um valor emocional ligado com a percepção, colocando a hipótese segundo a qual, partes do significado decorrente do estímulo em apreciação estão condicionadas pelas expressões linguísticas utilizadas em cada idioma. Pelo contrário a componente denotativa de um estímulo refere-se às características do objecto que podem ser objectivadas, por exemplo a partir de uma medição física. Um outro patamar teórico base da técnica do diferencial semântico é o modelo espacial, segundo o qual se pressupõe que um dado conceito se localiza num espaço, composto por “n” dimensões ou factores. Dessas dimensões, destacam-se três, tidas como dimensões universais do conceito. São elas: avaliação, potência e actividade, designadas pela sigla anglo-saxónica EPA. Transpondo o modelo espacial de três dimensões do significado afectivo para conceitos de natureza verbal de Osgood (avaliação, potência e actividade), os estudos em acústica revelam outras dimensões, normalmente duas ou três, relacionadas com a percepção do estímulo sonoro [Guski, 1997].

2 Descrição do estudo

Neste estudo, foram utilizados como objectos registos áudio de sons que integram o ruído de tráfego existentes em zonas urbanas, designadamente nas cidades de Lisboa e Porto. Para o efeito foram seleccionados registos áudio associados aos seguintes eventos: passagem de um autocarro (Som 1); passagem de um avião (Som 2); passagem de um comboio (Som 3); registo áudio correspondente ao ruído de tráfego rodoviário na VCI (Som 4); passagem de um eléctrico antigo em Lisboa (Som 5); registo áudio correspondente ao ruído de tráfego numa zona aberta (sem a existência de reflexões na sua proximidade) da cidade de Lisboa, designadamente no Cais de Sodré (Som 6); passagem de um motociclo, para o qual o ruído de escape é significativo (Som 7); registo áudio correspondente ao ruído de tráfego na segunda circular, em Lisboa, próximo da zona de Telheiras (Som 8); registo áudio correspondente ao ruído de tráfego na rua do Ouro, em Lisboa (Som 9); passagem do metro de superfície do Porto (Som 10), passagem de um eléctrico moderno, em Lisboa (Som 11) e passagem de um motociclo com dispositivo de redução de ruído de escape (Som 12).

Para cada um dos 12 sons foram calculados parâmetros físicos e psicoacústicos, tal como a determinação do espectro de ruído, em bandas de terço de oitava, e a medição do nível sonoro contínuo equivalente, com ponderação A e linear. No que respeita aos parâmetros psicoacústicos, foram obtidos, para cada registo áudio, o correspondente espectro de evolução da sensação de intensidade auditiva por banda crítica, o valor total da sensação de intensidade auditiva em função do tempo, a evolução do parâmetro psicoacústico agudeza em função do tempo, e a distribuição da rugosidade por banda crítica e respectiva evolução em função do tempo. Foram também determinados os parâmetros estatísticos associados à sensação de intensidade auditiva e agudeza, traduzidos pelos níveis percentil de 50%, 10% e 5%.

Apresenta-se no Quadro 1 uma súmula dos aspectos principais relativos a cada um dos 12 sons que integram o inquérito para a avaliação da estrutura cognitiva dos indivíduos face às fontes de ruído de tráfego rodoviário.

Quadro 1 – Síntese da caracterização dos estímulos sonoros

Som 1: Passagem de um autocarro	
O espectro do nível de pressão sonora por bandas de terços de oitava é dominado pelas componentes de baixa frequência (até 250 Hz). No gráfico correspondente à <i>sensação de intensidade auditiva</i> por banda crítica, a banda crítica de 1 Bark, aparece destacada das restantes, assim como a região compreendida entre as bandas de 6 e 10 Bark (entre 600 e 1000 Hz). <i>Agudeza: 2 acum; Rugosidade: 2,3 asper.</i>	
Som 2: Passagem de um avião	
O espectro em terços de oitava, do nível de pressão sonora em função do tempo, é dominado pela gama das baixas e médias frequências (até aos 1250 Hz), no entanto também existem componentes com intensidade mais elevada, na banda de terço de oitava centrada na frequência de 8000 Hz. No espectro da sensação de intensidade auditiva por banda crítica, destacam-se as bandas de 3 Bark, e no domínio bandas mais elevadas, a banda de 21 Bark. <i>Agudeza: 2,4 acum. Rugosidade: 1,8 asper.</i>	
Som 3: Passagem de um comboio	
O espectro em terços de oitava, do nível de pressão sonora em função do tempo é, tal como no caso anterior, dominado pela gama das baixas e médias frequências, existindo componentes na gama dos 8000 Hz, cuja intensidade é significativa. No espectro da sensação de intensidade auditiva por banda crítica, destaca-se a banda de 3 Bark. <i>Agudeza: 2,4 acum. Rugosidade: 1,5 asper.</i>	
Som 4 – Tráfego rodoviário na VCI	
No espectro em terços de oitava, do nível de pressão sonora em função do tempo, a maior intensidade está associada às frequências centrais de 63 e 125 Hz. No entanto, o espectro deste sinal também é rico na gama das frequências médias (500 Hz). <i>Agudeza: 2 acum. Rugosidade: 1,7 asper.</i>	
Som 5: Passagem de um eléctrico antigo	
No espectro do nível de pressão sonora por bandas de terços de oitava, é dominado pela existência de componentes com intensidade mais elevada, na gama de frequências compreendida entre as bandas de terços de oitava centradas nas frequências de 31,6 e 1500 Hz. <i>Agudeza: 1,6 acum; Rugosidade: 2,7 asper.</i>	
Som 6: Tráfego rodoviário no Cais do Sodré	
É nas bandas centradas nas frequências entre os 31,5 e 63 Hz, que ocorre uma maior intensidade sonora, seguindo-se depois a região compreendida entre os 125 e 1250 Hz (espectro de terços de oitava, do nível de pressão sonora em função do tempo). Verifica-se uma significância da sensação de intensidade auditiva na banda de 1 Bark, e depois, uma significância, não tão acentuada como a anterior, nas bandas compreendidas entre os 4 e 10 Bark. <i>Agudeza: 1,9 acum. Rugosidade: 1,3 asper.</i>	
Som 7: Passagem de motociclo ruído de escape significativo	
No espectro por bandas de terços de oitava, do nível de pressão sonora em função do tempo, são as bandas associadas às frequências centrais de 31,5, 63 e 500 Hz que apresentam maior intensidade. No espectro da intensidade auditiva por banda crítica, verifica-se uma significância das bandas de 2 e 5 Bark. <i>Agudeza: 2 acum. Rugosidade: 2 asper.</i>	
Som 8: Tráfego rodoviário na 2ª circular	
No espectro em terços de oitava, do nível de pressão sonora em função do tempo, constata-se que a maior intensidade espectral está associada às bandas de terços de oitava compreendidas entre as frequências de 63 e 1250 Hz. No espectro da sensação de intensidade auditiva, por banda crítica, verifica-se uma significância do sinal nas bandas de 6 e 11 Bark. <i>Agudeza : 2 acum; Rugosidade 1,8 asper.</i>	
Som 9: Tráfego rodoviário na Rua do Ouro	
No espectro do nível de pressão sonora por bandas de terços de oitava, constata-se que a maior intensidade do espectral está associada às bandas de terço de oitava centradas nas frequências compreendidas entre 63 e 2000 Hz. No espectro da sensação de intensidade auditiva, por banda crítica, verifica-se uma significância do sinal nas bandas inferiores a 3 Bark, seguidamente nas bandas críticas entre os 6 e 10 Bark, e com menor intensidade na banda dos 21 Bark. <i>Agudeza: 2 acum; Rugosidade 1,7 asper.</i>	
Som 10: Passagem do metro do Porto	
No espectro do nível de pressão sonora por bandas de terços de oitava, constata-se que as intensidades mais elevadas estão associadas as bandas de terços de oitava centradas nas frequências de 63 e 1000 Hz. No espectro da sensação de intensidade auditiva, por banda crítica é na banda crítica de 9 Bark que se encontra uma maior sensação de intensidade auditiva. <i>Agudeza: 1,8 acum. Rugosidade: 1,8 asper.</i>	
Som 11: Passagem de um eléctrico moderno	
No espectro por bandas de terços de oitava, do nível de pressão sonora em função do tempo, são predominantes as bandas de terços de oitava inferiores à banda centrada na frequência de 1250 Hz, podendo-se visualizar no espectro da sensação de intensidade auditiva por banda crítica, uma significância nas bandas de 2 e 9 Bark. <i>Agudeza: 2,4 acum. Rugosidade: 1,6 asper.</i>	
Som 12: Passagem de motociclo	
No espectro por bandas de terços de oitava, do nível de pressão sonora em função do tempo, verifica-se que a intensidade mais elevada está associada à banda de terços de oitava centrada na frequência de 100 Hz, tendo o respectivo espectro valores significativos até à banda de terços de oitava centrada na frequência dos 2000 Hz. No espectro da sensação de intensidade auditiva por banda crítica, verifica-se uma significância das bandas de 1, 2 e 6 Bark. <i>Agudeza: 2,4 acum. Rugosidade: 1,6 asper.</i>	

Na recolha bibliográfica efectuada não foi encontrada nenhuma aplicação da técnica de diferencial semântico, efectuada em língua portuguesa, em que os objectos em análise sejam

registos áudio. Deste modo, e como selecção dos pares de adjectivos que integram a escala do diferencial semântico é crucial para a análise dos resultados, optou-se por fasear esta selecção na seguinte sequência de procedimentos: Em primeiro lugar foi efectuada uma pesquisa bibliográfica com o objectivo de identificar palavras utilizadas para descrição de sons e do ruído de tráfego, essencialmente em língua inglesa e francesa. Os adjectivos assim identificados foram classificados de acordo com o respectivo contexto de aplicação, e os que se apresentaram como determinantes para o estudo em questão, foram traduzidos para português. De seguida foi solicitado a especialistas de acústica uma listagem de adjectivos identificadores de ruído de tráfego. Em último lugar, e a partir da audição do conjunto de sons que compõem este inquérito, foi numa primeira fase solicitado a um conjunto de voluntários (cerca de vinte) que identificassem adjectivos mais relevantes para a correspondente percepção associada à audição dos sons apresentados. No entanto, esta tarefa não se revelou fácil, mas com a revisão de todos os pares de adjectivos encontrados até esta altura, foi possível a selecção dos 21 pares de adjectivos antónimos. Participaram neste inquérito, um total de 132 indivíduos, de ambos os sexos, com idades compreendidas entre os 20 anos e 50 anos. A participação destes indivíduos foi de carácter voluntário, não existindo nenhuma remuneração associada. Os participantes eram alunos universitários (Faculdade de Engenharia da Universidade Católica, Instituto Piaget, Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, Universidade Lusíada), alunos de cursos de formação do LNEC, e da Ordem dos Arquitectos, e alguns funcionários do LNEC que se voluntariaram para a referida participação. Os sons foram reproduzidos com recurso a uma apresentação em Power Point, utilizando-se para o efeito altifalantes A duração total do inquérito para a apresentação dos 12 registos sonoros, foi de cerca 45 minutos. Antes de iniciar o preenchimento das fichas de resposta, foi sempre efectuado um pré-teste de modo a familiarizar os entrevistados com a sons que seriam reproduzidos e com os 21 de pares adjectivos a classificar, e correspondente modo de preenchimento da ficha de resultados. Como o inquérito decorreu em diversas salas, foi utilizado um som de referência, constituído por ruído rosa, de modo a ajustar o volume dos altifalantes em cada sala. Cada sessão era iniciada com o ajuste do volume dos altifalantes, no ponto central da sala, de modo a obter-se o mesmo valor de nível sonoro.

3. RESULTADOS

3.1 Análise de dados

Pela análise da Figura 1 é possível constatar que o registo áudio correspondente à passagem de um autocarro, é do ponto de vista de significado conotativo, essencialmente classificado como desconfortável, incómodo, mas também como desarmonioso, ruidoso, irritante, desagradável, áspero e forte. A escala correspondente a esta avaliação, centra-se no valor de intensidade igual a cinco. O som relativo à passagem de um avião, é identificado, por quase todos os participantes, como incomodativo, forte e desagradável (para uma intensidade de escala igual a 6,5). Note-se, que neste caso, o valor do desvio padrão associado é praticamente nulo. No entanto, adjectivos como alto, desconfortável, ruidoso e irritante, também podem ser utilizados na caracterização da passagem de um avião. Por sua vez, o som relativo à passagem de um comboio, identifica-se mais com os adjectivos desagradável, alto, incómodo, desconfortável, forte e irritante (intensidade da escala entre cinco e seis). No que respeita ao registo áudio associado ao tráfego rodoviário na VCI, são os adjectivos desagradável, incómodo, alto, desconfortável, forte e ruidoso e desagradável, que melhor o caracterizam (intensidade da escala igual a seis). Note-se neste caso, que aos adjectivos desagradável e forte correspondem valores de desvio padrão inferiores à unidade.

Relativamente ao som correspondente à passagem de um eléctrico histórico da Carris foram utilizados para a sua caracterização os seguintes adjectivos: desagradável, incómodo, desconfortável, alto, irritante, áspero, desarmonioso e forte (intensidade da escala igual a cinco). O som relativo ao registo áudio gravado na Praça do Cais do Sodré, em Lisboa, é por seu lado considerado como principalmente descrito pelos adjectivos: incómodo, ruidoso,

desagradável, desconfortável, desarmonioso, alto, irritante, forte e áspero (intensidade da escala igual a cinco). Neste caso, é de salientar que aos adjectivos incómodo e ruidoso corresponde um valor médio inferior a 1. O registo áudio relativo à passagem de um motociclo, cujo ruído de escape é significativo, foi essencialmente classificado por todos os participantes como irritante, áspero e forte (desvio padrão praticamente nulo, e intensidade da escala igual a seis). No entanto adjectivos

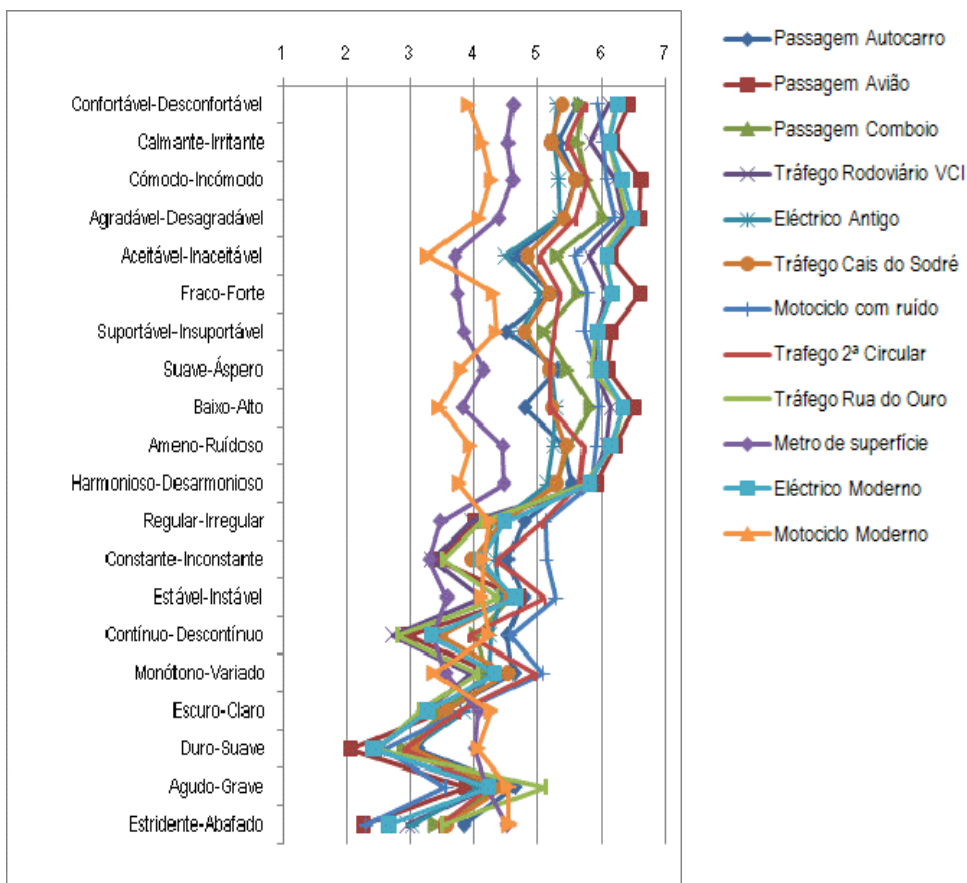


Figura 1 - Perfil do diferencial semântico para cada um dos 12 sons

como incómodo, alto, desconfortável, ruidoso, desarmonioso, também foram utilizados na caracterização deste som. No que respeita ao registo áudio associado ao tráfego rodoviário da 2ª Circular, em Lisboa, são os adjectivos incomodo, desconfortável, ruidoso, desarmonioso, desagradável, irritante, forte e insuportável que melhor o descrevem (intensidade da escala entre 5 e 6). É possível identificar que o som para o qual esta associada uma avaliação qualitativa mais depreciativa, é o correspondente à passagem de um avião, caracterizado como o mais desconfortável, o mais incómodo, o mais desagradável, o mais forte e alto. Depois seguem-se-lhe os sons relativos à passagem do eléctrico moderno, do tráfego rodoviário na VCI, e da passagem do motociclo com ruído de escape. No outro extremo, situam-se os sons associados ao tráfego rodoviário do Cais do Sodré, e o som associado à passagem do metro de superfície. No que respeita à estrutura temporal, o som considerado como o mais irregular, inconstante e instável é o som associado à passagem do motociclo com ruído de escape. Para o factor potência, é o som da passagem do avião que é considerado como o mais intenso, ao qual se segue a passagem do motociclo com ruído de escape. Finalmente, no que respeita ao factor timbre, é mais uma vez o som do avião que é considerado como mais estridente, estando o som relativo à passagem do motociclo com silenciador de escape, posicionado no extremo oposto.

No que respeita ao som relativo ao registo áudio gravado na Rua do Ouro, em Lisboa, este é identificado pela maior parte dos participantes como desagradável, alto, incómodo, desconfortável, e forte (desvio padrão praticamente nulo e intensidade da escala igual a seis). No entanto também foi adjectivado como ruidoso, irritante e inaceitável. O som referente à passagem do metro de superfície, próximo do bairro de Francos, no Porto, foi classificado, como ligeiramente desconfortável, incomodo, aborrecido e irritante. De facto, o valor da intensidade da escala nesta classificação não é tão significativo, sendo muito próxima de quatro. Para o registo áudio associado à passagem do eléctrico articulado, referenciado neste trabalho por eléctrico moderno, este som é essencialmente adjectivado pela maior parte dos inquiridos, como desagradável, alto, incómodo, desconfortável e forte, com uma intensidade de escala próxima de seis. Finalmente, o som correspondente ao registo áudio da passagem de um motociclo, com silenciador de ruído de escape, é aquele para o qual a intensidade da escala, em função dos adjectivos é mais uniforme (entre 3 e 4), a par com o som relativo a passagem do metro de superfície. Este som é essencialmente caracterizado pelos adjectivos abafado e grave, e para os quais corresponde uma pontuação para a intensidade de escala entre 4 e 5.

3.2 Análise estatística

Neste âmbito, os dados foram tratados com auxílio do pacote estatístico SPSS, versão 15. Após o ajuste dos dados, adoptaram-se procedimentos multivariados, como análise factorial exploratória, aliados a análise paralela visando averiguar a estrutura dimensional da escala de diferencial semântico. Foi possível identificar subconjuntos de variáveis que estão muito correlacionadas entre si e pouco associadas a variáveis de outros subconjuntos. Este padrão de correlações passou a ser representado através de um menor número de variáveis, sendo que cada uma delas representará uma combinação linear das variáveis iniciais.

Na análise de componentes principais para o conjunto dos 12 sons, foram extraídos 4 factores que explicam cerca de 75% da variância. O primeiro factor sumariza os significados contidos em diversas escalas, entre as quais os pares, Confortável-Desconfortável, Calmante-Irritante, Cómodo-Incómodo, Agradável-Desagradável, têm maior peso. É interessante notar que este factor indica uma avaliação qualitativa em termos de apreciação e de intensidade, constatando-se a inclusão dos pares Fraco-Forte e Baixo-Alto. Para este factor, o valor do alfa de Cronbach é igual a 0,95. O segundo factor compreende aspectos principalmente relacionados com as escalas Regular-Irregular, Constante-Inconstante, Estável-Instável, Continuo-Descontinuo, ao qual está associado um alfa de Cronbach de 0,89. O terceiro factor, comparativamente mais pequeno que os anteriores, é na sua maior parte representado pelas escalas Escuro-Claro e Duro-Suave, sendo para este caso o alfa de Cronbach igual a 0,79. Finalmente, o quarto factor agrega as escalas Agudo-Grave, Abafado-Estridente, com um alfa de Cronbach igual a 0,3. Os seguintes nomes parecem os mais adequados para a designação destes quatro factores: Apreciação qualitativa (factor 1), Estabilidade Temporal (factor 2), Potência (factor 3) e Timbre (factor 4). Para esta análise final foi retirado o par Excitante-Aborrecido.

Relativamente à desagregação dos sons referentes ao ruído de tráfego rodoviário, cujos registos áudio possuíam uma duração superior a 30 segundos, verifica-se o mesmo tipo de estrutura factorial. Tal como no caso anterior, os factores foram designados como: Apreciação qualitativa (factor 1), Estabilidade Temporal (factor 2), Potência (factor 3) e Timbre (factor 4). Nesta análise final foi também retirado o par Excitante-Aborrecido. Neste caso, os sons, para os quais estão associados uma avaliação qualitativa mais depreciativa, são os sons correspondentes ao tráfego rodoviário na rua do Ouro (caracterizada por uma estrutura de edificado muito próxima da via, em ambos os lados, com a mesma altura) e o tráfego rodoviário na VCI, também associado a uma disposição do edificado em ambos os lados da via, mas mais aberta que a anterior, possuindo, no entanto, a particularidade de o tráfego de veículos pesados ser muito elevado. No extremo oposto, tem-se os registos sonoros associados ao tráfego rodoviário na Praça do Cais do Sodré, e na 2ª Circular, em Lisboa. Ambos os locais,

caracterizados por uma estrutura de edificado mais aberta, não fomentam fenómenos de reflexão sonora nas fachadas dos edifícios. No que respeita à estrutura temporal, os sons correspondentes ao tráfego rodoviário na rua do Ouro e ao tráfego rodoviário na VCI, são considerados como os mais estáveis, constantes e contínuos. Para o factor potência, mais uma vez, são os sons correspondentes ao tráfego rodoviário na rua do Ouro e o tráfego rodoviário na VCI, que se consideram como mais intensos, sendo também os mais estridentes (factor 4, timbre).

Na desagregação dos sons referentes à passagem de veículos, verifica-se que a correspondente estrutura factorial é ligeiramente diferente, aumentando o seu número numa unidade, o que pode sugerir uma ligeira diferença na avaliação de sons emergentes, relativamente a sons integrados no ruído de fundo. Neste caso é possível verificar que os pares de sons, para os quais está associada uma avaliação qualitativa mais depreciativa, são os que correspondem à passagem de um eléctrico moderno, e do motociclo com ruído de escape. Esta classificação engloba o factor de apreciação qualitativa, e os factores variação e potência. No extremo oposto, localiza-se a passagem do motociclo com silenciador de ruído de escape. Já no que diz respeito ao ruído de tráfego ferroviário, a estrutura em 5 componentes é mantida, sendo os sons associados ao ruído de tráfego ferroviário avaliados de modo mais uniforme, para todos os factores, verificando-se uma preferência para o som associado à passagem do metro de superfície, comparativamente com a passagem do comboio. O som correspondente à passagem de um avião obteve uma estrutura factorial distinta das anteriores, tendo sido extraídas no total 6 componentes principais.

3.3 Associação entre dados físicos e psicoacusticos

Para o conjunto de 12 sons que integraram o inquérito para a avaliação da estrutura cognitiva dos indivíduos face às fontes de ruído de tráfego presentes em zonas urbanas, calcularam-se todas as associações não paramétricas, significativas, obtidas entre os pares de adjectivos (apreciação qualitativa) e os correspondentes parâmetros físicos dos registos áudio associados aos 12 sons. Esta associação não paramétrica foi avaliada em termos dos coeficientes de correlação bivariada das variáveis, designadamente o Rho de Spearman. Este coeficiente mede a correlação entre variáveis de natureza qualitativa (ordinal e nominal), e fornece informação acerca da intensidade e sentido da relação, variando entre -1 e 1. No quadro 2 apresenta-se os resultados obtidos. Verificou-se a existência de associações positivas, fortes e significativas entre a classificação para o par de adjectivos Aceitável-Inaceitável e os parâmetros físicos e psicoacústicos, baseados na medição do nível sonoro (ponderado A e C), e da sensação de intensidade auditiva, e correspondentes percentis de 5%, 10% e 50%, assim como também com o parâmetro psicoacústico agudeza. Pode-se também constatar que as associações de intensidade mais forte são com as grandezas psicoacústicas, designadamente com o nível de sensação auditiva, e correspondente percentil de 5% e 10%. Refira-se que na análise de componentes principais para o conjunto dos 12 sons, o par Aceitável-Inaceitável, estava integrado no factor Apreciação Qualitativa, apresentando uma correlação com este factor muito elevada (0,9).

Quadro 2 – Associações não paramétricas entre os pares de adjectivos e parâmetros físicos

Par de adjectivos	Parâmetros físicos	Parâmetros psicoacusticos s
Aceitável-Inaceitável	SPL _A ($\rho_s=0,92$); SPL _C ($\rho_s=0,82$);	S($\rho_s=0,71$); LN ($\rho_s=0,94$); LN ₅ ($\rho_s=0,94$);
Agradável-Desagradável	SPL _L ($\rho_s=0,8$); SPL _A ($\rho_s=0,89$); SPL _C ($\rho_s=0,87$)	LN ₁₀ ($\rho_s=0,94$); LN ₅₀ ($\rho_s=0,89$); LN ($\rho_s=0,89$); LN ₅ ($\rho_s=0,82$); LN ₁₀ ($\rho_s=0,86$); LN ₅₀ ($\rho_s=0,85$);
Calmante-Irritante	SPL _A ($\rho_s=0,77$); SPL _C ($\rho_s=0,72$)	LN ($\rho_s=0,8$); LN ₅ ($\rho_s=0,8$); LN ₁₀ ($\rho_s=0,86$); LN ₅₀ ($\rho_s=0,75$);
Cómodo-Incómodo	SPL _A ($\rho_s=0,75$); SPL _C ($\rho_s=0,78$)	LN ($\rho_s=0,75$); LN ₅ ($\rho_s=0,78$); LN ₁₀ ($\rho_s=0,78$)

Suportável- Insuportável Ameno-Ruidoso	$SPL_A(\rho_s=0,75)$; $SPL_L(\rho_s=0,73)$; $SPL_A(\rho_s=0,92)$; $SPL_C(\rho_s=0,86)$ $SPL_A(\rho_s=0,7)$	$LN(\rho_s=0,94)$; $LN_5(\rho_s=0,91)$; $LN_{10}(\rho_s=0,94)$; $LN_{50}(\rho_s=0,87)$ $LN_5(\rho_s=0,78)$; $LN_{10}(\rho_s=0,78)$; $S(\rho_s=0,71)$; $LN(\rho_s=0,93)$; LN_5 $(\rho_s=0,94)$; $LN_{10}(\rho_s=0,94)$; LN_{10} $(\rho_s=0,94)$; $LN_{50}(\rho_s=0,89)$; $S(\rho_s=0,78)$; $LN(\rho_s=0,93)$; LN_5 $(\rho_s=0,96)$; $LN_{10}(\rho_s=0,96)$; LN_{50} $(\rho_s=0,96)$;
Fraco-Forte	$SPL_A(\rho_s=0,91)$; $SPL_C(\rho_s=0,81)$	
Baixo - Alto	$SPL_L(\rho_s=0,8)$; $SPL_A(\rho_s=0,96)$; $SPL_C(\rho_s=0,87)$	
Estridente-Abafado	$SPL_L(\rho_s=-0,71)$; $SPL_A(\rho_s=-0,87)$; $SPL_C(\rho_s=-0,82)$	$LN(\rho_s=-0,87)$; $LN_5(\rho_s=-0,79)$; LN_{10} $(\rho_s=-0,83)$; $LN_{50}(\rho_s=-0,81)$;
Suave- Áspero	$SPL_A(\rho_s=0,91)$; $SPL_C(\rho_s=0,85)$; $SPL_L(\rho_s=0,75)$	$LN(\rho_s=0,91)$; $LN_5(\rho_s=0,91)$; LN_{10} $(\rho_s=0,91)$; $LN_{50}(\rho_s=0,91)$;
Duro-Suave	$SPL_L(\rho_s=-0,77)$; $SPL_A(\rho_s=-0,87)$; $SPL_C(\rho_s=-0,88)$	$LN(\rho_s=-0,87)$; $LN_{10}(\rho_s=-0,91)$; $LN_{50}(\rho_s=-0,83)$;

3.3 Considerações finais e conclusões

Um dos sons também classificados de modo mais depreciativo, e para o qual se verifica que alguns valores para a intensidade, de escala muito próximos de adjetivos como desagradável, alto, áspero e forte, é o correspondente à passagem do motociclo com ruído de escape significativo. No extremo oposto, ao referido, tem-se o registo áudio correspondente à passagem de um motociclo com silenciador de escape, cuja avaliação, bastante uniforme, se centra entre os valores 3 e 4. Este facto, permite salientar a importância de campanhas de sensibilização ao ruído e de fiscalização de veículos, tendo em conta o resultado anterior, relativo ao motociclo com silenciador de escape. Para os sons associados aos registos de ruído de tráfego rodoviário, com uma duração superior a 30 segundos, é interessante notar que são os registos associados a vias rodoviárias onde existem edifícios de ambos os lados, embora com tipos, volume e fluxos de tráfego distintos, que são as menos valorizadas em termos de percepção. Efectivamente na VCI existe uma circulação de veículos pesados a velocidades significativas. No entanto, na rua do Ouro em Lisboa, a circulação de autocarros também é uma realidade, ao qual acresce uma estrutura de edificado mais compacta, relativamente a via. Os registos associados à circulação de tráfego rodoviário na 2ª circular em Lisboa (em que o tipo de circulação rodoviária se pode considerar análogo ao da VCI), e ao à Praça do Cais Sódre, tem uma avaliação mais próxima do adjetivo menos depreciativo (neste caso o correspondente valor médio centra-se no valor cinco, em vez do valor seis).

Da análise da estrutura de componentes principais, é interessante notar que o segundo factor, que ressalta deste tipo de estudo é um factor relacionado com a estrutura temporal do sinal. Este facto acontece quando se faz uma análise do conjunto dos 12 sons, assim como também quando se efectua a respectiva desagregação em sons correspondentes ao ruído de tráfego rodoviário, ferroviário e aéreo. No caso do ruído de tráfego rodoviário, se comparamos as duas análises efectuadas, verifica-se que os sons correspondentes às passagens individuais de veículos são na generalidade avaliados como mais irregulares, mais inconstantes, e mais instáveis. Considerando também a existência de um factor adicional (que se designou neste trabalho por variação), é possível sugerir a existência de um modo diferente de avaliação entre sons com uma estrutura mais contínua (do tipo ruído de fundo), e sons que emergem do ruído de fundo, como eventos acústicos isolados.

No que respeita à associação entre os parâmetros físicos e os dados de percepção, verificou-se que é para o factor apreciação qualitativa, onde existe um maior número de associações significativas, e de natureza forte, principalmente com os parâmetros sensação de intensidade auditiva e respectivos percentis, e nível sonoro contínuo equivalente ponderado A (e nalguns casos ponderado C), facto que salienta a importância da avaliação da intensidade

do estímulo sonoro em apreciação.

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"