

MAPAS ESTRATÉGICOS DE RUIDO DE 2ª FASE NA CONCESSÃO BRISA

PACS: 43.50.Rq

Braga, Margarida¹; Claro, Teresa²

¹ Brisa Engenharia e Gestão, S.A.

Quinta da Torre da Aguilha – Edifício Brisa, 2785-599 São Domingos de Rana, Portugal

Tel.: +351 21 444 85 00, Fax: +351 21 005 82 97, email: maria.braga@brisa.pt

² ECOserviços – Gestão de Sistemas Ecológicos, Lda.

Rua D. Luís I, n.º 19, 2º, 1200-149 Lisboa, Portugal

Tel.: +351 21 394 41 30, Fax: +351 21 394 41 69, email: tclaro@ecoservicos.pt

ABSTRACT

Brisa's Concession comprises a 1096 km network of motorways, which include about 740 km of Major Roads, approximately 600 km of which are managed under the 1st round of the implementation of the Directive 2002/49/EC and 140 km under the 2nd round. This paper presents the methodology adopted under the 2nd phase of implementation of strategic noise maps, its developments and the main results obtained. It establishes also a comparison between the 1st and 2nd round through indicators generated from the strategic maps data, emphasizing the today's challenges.

Keywords: Strategic noise mapping, road noise, indicators

RESUMO

A Concessão Brisa integra uma rede de auto-estradas com uma extensão global de 1096 km, que inclui cerca de 740 km de Grandes Infra-estruturas de Transporte Rodoviário, dos quais aproximadamente 600 km foram abrangidos pela 1ª fase de implementação da Directiva 2002/49/CE e 140 km pela 2ª fase. Neste artigo apresenta-se a metodologia adoptada na elaboração dos mapas estratégicos de ruído de 2ª fase, os desenvolvimentos ocorridos e os resultados obtidos. Recorrendo a indicadores gerados a partir dos dados dos mapas estratégicos, procede-se, ainda, à comparação do panorama da 1ª fase com o da 2ª fase e perscrutam-se os actuais desafios.

Palavras-chave: Mapas estratégicos de ruído, ruído de tráfego rodoviário, indicadores

1. CONCESSÃO BRISA E A 2ª FASE DE IMPLEMENTAÇÃO DA DIRECTIVA

A Concessão Brisa integra uma rede de 11 auto-estradas, num total de 1096 km (ver Figura 1a).

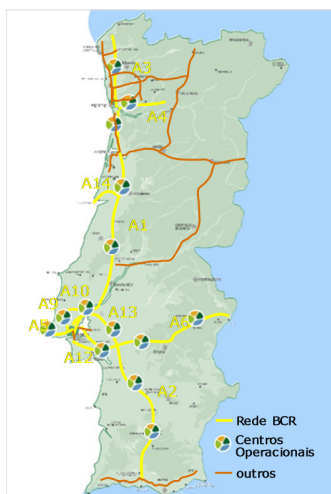


Figura 1a. Concessão Brisa



Figura 1b. Auto-estradas abrangidas pela 2ª fase de implementação da Directiva 2002/49/CE

Relativamente à Concessão BRISA, uma imagem da sua dimensão pode ser traduzida pelos seguintes dados: 1096 km em serviço, dos quais cerca de 804 km são de 2x2 vias, 276 km são de 2x3 vias, 16 km são de 2x4 vias, perfazendo 4996 km de vias. Ao longo da rede principal existem 14 Centros Operacionais, 25 áreas de serviço e 97 praças de portagem.

Na 2ª fase de elaboração dos Mapas Estratégicos de Ruído (MER) foram abrangidas as auto-estradas com mais de três milhões e menos de 6 milhões de passagens de veículos por ano, designadamente (ver Figura 1b):

- A2 – Sublanços Grândola Sul / Aljustrel / Castro Verde / Almodôvar / São Bartolomeu de Messines / A22 (Paderne) (120,4 km)
- A3 - Ponte de Lima Sul / Ponte de Lima Norte (0,8 km)
- A6 - Sublanços Elvas Nascente / Caia / Fronteira do Caia (7,1 km)
- A10 – Sublanço A9/A10 / Arruda dos Vinhos (6,9 km)
- A14 – Sublanço Coimbra Norte / Zombaria (1,1 km)

Estas auto-estradas (de ora em diante designadas AE-2ª fase) distribuem-se de Norte a Sul do país e do litoral para o interior, conforme se pode verificar na Figura 1b. Apesar de atravessarem regiões com características muito diferentes, todas estas auto-estradas têm em comum o facto de confinarem com zonas com uma ocupação humana do território caracterizada por baixas densidades populacionais e por povoações dispersas e pouco povoadas.

2. METODOLOGIA

2.1 Enquadramento Legal

A principal legislação que enquadrava a elaboração dos MER é constituída por: **Decreto-lei n.º 146/2006, de 31 de Julho** [1], rectificado pela Declaração de Rectificação n.º 57/2006, de 31 de Agosto, e o Decreto-lei n.º 9/2007 [2], de 17 de Janeiro, rectificado pela Declaração de Rectificação n.º 18/2007, de 16 de Março, e com as alterações introduzidas pelo Decreto-lei n.º 278/2007, de 1 de Agosto.

Os principais aspectos da referida legislação aplicáveis às infra-estruturas de transporte rodoviário encontram-se resumidos na Tabela 1.

Tabela 1. Principais aspectos da legislação aplicáveis às infra-estruturas de transporte rodoviário

Decreto-lei n.º 146/2006, de 31 de Julho (procede à transposição da Directiva Europeia 2002/49/CE)		
Obrigatoriedade de elaboração de MER e de planos de acção (PA) para as Grandes Infra-estruturas de Transporte Rodoviário (GIT):		
<ul style="list-style-type: none"> • 1ª fase, relativa ao ano civil de 2006, abrange as GIT com mais de 6 milhões de passagens de veículos por ano e • 2ª fase, relativa ao ano civil de 2011, abrange as GIT com mais de 3 milhões de passagens de veículos por ano 		
Os MER e PA são disponibilizados e divulgados junto do público, havendo mesmo uma consulta pública no caso dos PA		
Decreto-lei n.º 9/2007, de 17 de Janeiro – Regulamento Geral de Ruído		
Aspectos	Indicadores	Limites
Estabelece como principais os seguintes indicadores de ruído:	L_n – Indicador de ruído do período nocturno (das 23 às 7h)	45 dB(A) – Zonas sensíveis
		53 dB(A) – Zonas não classificadas
	L_{den} – Indicador de ruído global $L_{den} = 10 \times \log \frac{1}{24} \left[13 \times 10^{\frac{L_{d1}}{10}} + 3 \times 10^{\frac{L_{d2}+5}{10}} + 8 \times 10^{\frac{L_{n+10}}{10}} \right]$	55 dB(A) – Zonas mistas (limite estabelecido para as proximidades de uma GIT)
		55 dB(A) – Zonas sensíveis
		63 dB(A) – Zonas não classificadas
		65 dB(A) – Zonas mistas (limite estabelecido para as proximidades de uma GIT)

2.2 Reconhecimento de Campo e Recolha de Dados

Na elaboração dos MER utilizou-se cartografia 3D, a qual se encontrava à escala 1/10 000 e incidia numa faixa de 350 m para cada um dos lados das AE–2ª fase. Primeiramente, procedeu-se à caracterização da envolvente do traçado, através do reconhecimento de campo no qual foram caracterizados e fotografados os vários receptores sensíveis (edifícios habitacionais, escolares, hospitalares ou similares ou espaços de lazer, com utilização humana) existentes. A referida caracterização englobou vários aspectos, relevando-se o tipo de ocupação e o número de pisos das diversas edificações cartografadas. Esta actividade, apesar de morosa, é imprescindível dado que numa fase posterior do estudo se irá alocar a população a cada edifício, com vista a calcular a população exposta às várias classes de níveis de ruído

Paralelamente foi efectuada a recolha de diversos dados, tais como dados meteorológicos (humidade relativa do ar, velocidade do vento e a temperatura do ar), dados de tráfego e dados sobre população e uso do solo.

Por forma a caracterizar a via, de acordo com a realidade existente, enquanto fonte sonora, foram utilizados os dados de tráfego referentes ao ano de 2011 (considerando-se que o tráfego se distribui igualmente pelos dois sentidos), a velocidade, o tipo de pavimento, o perfil longitudinal da via e a fluidez do tráfego. Regra geral, os sublanços das AE-2ª fase apresentam um perfil de 2x2, variando a largura da plataforma entre 22,6 m e 36,50 m, e o tráfego anual acumulado entre 3 milhões e 5,5 milhões de veículos.

Para a caracterização dos níveis de ruído ambiente exterior existentes e posterior validação dos modelos criados, foram realizadas medições de ruído, *in situ*, respeitando as normas e regulamentação vigentes, com amostragens contínuas, com uma duração mínima de 48h. As medições de ruído foram efectuadas em locais com influência predominante do ruído proveniente da auto-estrada e onde se verifica a ausência de obstáculos entre a fonte e o receptor.

2.3 Inputs no Programa de Cálculo, Verificação, Cálculo e Validação do Modelo

Para a elaboração dos MER recorreu-se ao programa de cálculo automático CadnaA V. 4.0 e foram considerados dois tipos diferentes de dados de input: os dados geométricos e as fontes sonoras. O input dos dados geométricos no software de cálculo de modo a originar um modelo válido foi efectuado através da importação directa destes elementos pré-digitalizados em formato CAD, os quais estavam organizados em várias “layers” diferenciadas.

Todo o edificado existente na área em análise foi inserido no modelo assim como todas as barreiras acústicas já implementadas que, à data, perfaziam um total de cerca de 10 km e mais de 14,2 mil m². De modo a evitar modelações da realidade deficientes ou que apresentem erros foram efectuadas várias verificações geométricas da modelação obtida (ver figuras 2a e 2b).

Para o desenvolvimento dos cálculos do MER foi definida uma malha de cálculo regular de pontos receptores, com 5 m por 5 m, a 4 m de altura do solo. Após o desenvolvimento dos cálculos e definida a 1ª versão do modelo de cálculo, foi efectuada uma análise dos resultados e realizada a respectiva calibração, tendo em conta as características do ruído estimadas em certos pontos.

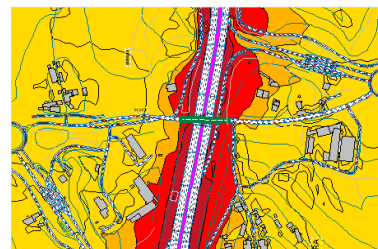
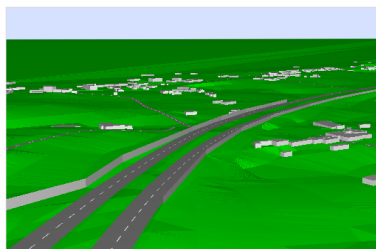
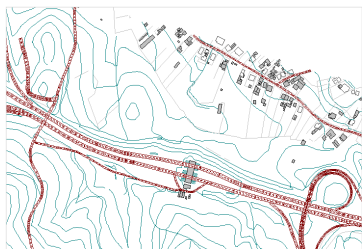


Figura 2a. Modelo criado

Figura 2b. Vista 3D

Figura 2c. Mapa de níveis sonoros

2.4 Resultado do Mapa Estratégico de Ruído

Após o desenvolvimento de todos os cálculos e validações necessárias procedeu-se, então, à elaboração do MER para as AE-2ª fase, tendo estes compreendidos dois tipos de mapas: Mapas de níveis sonoros (ver Figura 2c) e mapa de exposição ao ruído.

Os mapas de níveis sonoros consistem na representação gráfica de indicadores de ruído, reportando-se à situação existente para o Indicador de Ruído L_{den} (diurno-entardecer-nocturno), Indicador de Ruído L_n (nocturno), Indicador de Ruído L_d (diurno) e Indicador de Ruído L_e (entardecer), expresso em dB(A), sendo possível identificar os tipos de fonte sonora considerada, o tipo de avaliação utilizada, a toponímia dos principais aglomerados populacionais, o limite geográfico das freguesias atravessadas.

Os mapas de exposição ao ruído, permitem determinar a população exposta a cada classe de Leq , em dB(A), tendo para o efeito recorrido à Base Geográfica de Referência de Informação do INE, que disponibiliza os dados da população residente, por subsecção estatística, relativos ao Censos 2011. O cálculo da população a alocar a cada edifício, baseou-se na sobreposição das bases SIG dos edifícios habitacionais com a base estatística desse mesmo lugar e na utilização do valor da sua densidade populacional característica.

A determinação da população exposta às várias classes de níveis sonoros teve em conta que a população residente em cada edifício (calculada de acordo com as premissas anteriores) se encontrava exposta ao nível sonoro máximo incidente na fachada do respectivo edifício.

3. RESULTADOS E SUA COMPARAÇÃO COM OS OBTIDOS NA 1ª FASE

Os MER associados a informação sobre a população residente nas zonas mapeadas, permitem gerar indicadores de grande relevância para evidenciar a dimensão do impacte da infra-estrutura de transporte rodoviário sobre o ambiente sonoro, escalonar as prioridades de intervenção e medir os benefícios da implementação de uma determinada medida de redução de ruído.

No presente artigo procede-se à apresentação dos resultados dos MER de 2ª fase e à sua comparação com os de 1ª fase, sendo que a referida 1ª fase envolveu as seguintes auto-estradas com mais de 6 milhões de passagens de veículos por ano: A1 – Auto-estrada do Norte, desde Sacavém até Sto. Ovídio (297,4 km), A2 – Auto-estrada do Sul desde Almada até Grândola Sul (114,4 km), A3 – Auto-estrada Porto/Valença, desde o Porto até Braga Sul (42,5 km), A4 – Auto-estrada Porto/Amarante, desde Águas Santas até Amarante (51,3 km), A5 – Auto-estrada da Costa do Estoril, desde Lisboa até Cascais (25 km), A9 – Circular Regional Exterior de Lisboa, desde o Estádio Nacional até Alverca (34,4 km), A12 – Auto-estrada Setúbal/Montijo, desde Setúbal até ao Montijo (24,8 km), A14 – Auto-estrada Figueira da Foz/Coimbra, desde a Figueira da Foz até Santa Eulália (12 km).

As auto-estradas abrangidas na 1ª fase (de ora em diante designadas AE-1ª fase) atravessam desde zonas com grandes aglomerações densamente povoadas até zonas de povoamento disperso, destacando-se que, à excepção da A14, se tratam de auto-estradas maioritariamente associadas a deslocamentos nas duas principais áreas metropolitanas de Portugal, Lisboa e Porto.

A apresentação, análise e comparação de resultados recorrerá aos seguintes indicadores (ver Figuras 3, 4 e 5): população exposta a diferentes níveis de ruído, por intervalos de L_{den} e de L_n e por quilómetro, população exposta a níveis de ruído, L_{den} e L_n , superiores aos legislados, por quilómetro, e distância média da isófona ao eixo da via. Nas Figuras 3 e 4 apresenta-se uma imagem de pormenor para as AE-2ª fase com gráficos específicos com uma escala maior.

População exposta a diferentes níveis de ruído, por intervalos de L_{den} e de L_n e por quilómetro

A análise da Figura 3 permite verificar que, à medida que os níveis de L_{den} e de L_n aumentam a população exposta diminui e, no caso das AE-2ª fase, não existe população exposta a L_{den} superior a 75 dB(A) e a L_n superior a 70 dB(A). Acresce que em todos os intervalos de níveis de ruído, quer de L_{den} quer de L_n , existe mais população exposta por quilómetro na envolvente das AE-1ª fase, com uma única excepção da A3 - Ponte Lima Sul/Ponte Lima Norte que tem mais população exposta que a A12, quando considerado o intervalo 55-60 dB(A) de L_{den} , e que a A12 e que a A14 - Figueira da Foz/.../Santa Eulália, no caso do intervalo 45-50 dB(A) de L_n .

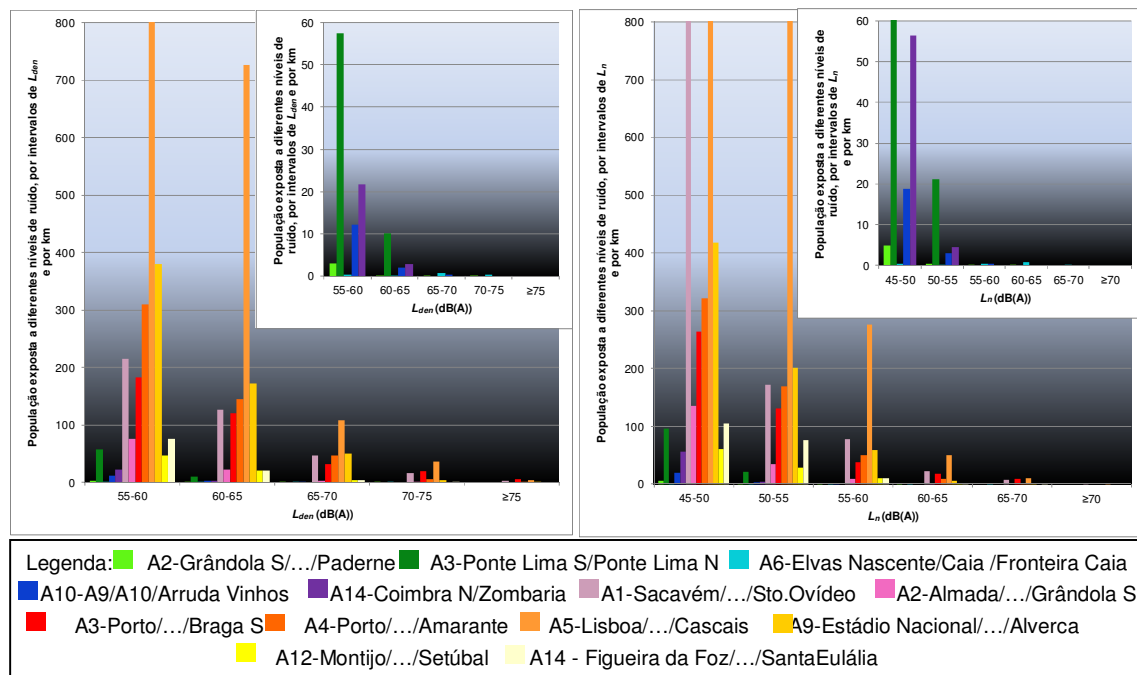


Figura 3. População exposta a diferentes níveis de ruído, por intervalos de L_{den} e de L_n e por quilómetro

Nas AE-2ª fase, a população exposta a diferentes níveis de L_{den} e de L_n , por quilómetro, tem uma dimensão reduzida, adquirindo apenas alguma expressão no caso da A3 - Ponte Lima Sul/Ponte Lima Norte e da A14 – Zombaria/Coimbra Norte para níveis de L_{den} compreendidos entre 55 e 60 dB(A) e de L_n entre 45 e 50 dB(A).

População exposta a níveis de ruído, L_{den} e L_n , superiores aos legislados, por quilómetro

A Figura 4 que apresenta uma análise mais detalhada apenas para a população exposta a níveis de L_{den} e de L_n superiores aos legislados, por quilómetro, permite constatar novamente que estes indicadores são superiores nas AE-1ª fase e têm uma expressão muito reduzida nas AE-2ª fase.

Comparando este indicador para o L_{den} e para o L_n , verifica-se que a população exposta a níveis superiores aos legislados tem uma maior dimensão quando considerado o L_n . Desta forma, o L_n configura-se com um indicador chave e o período nocturno como um período crítico para tomada de decisão de intervenção.

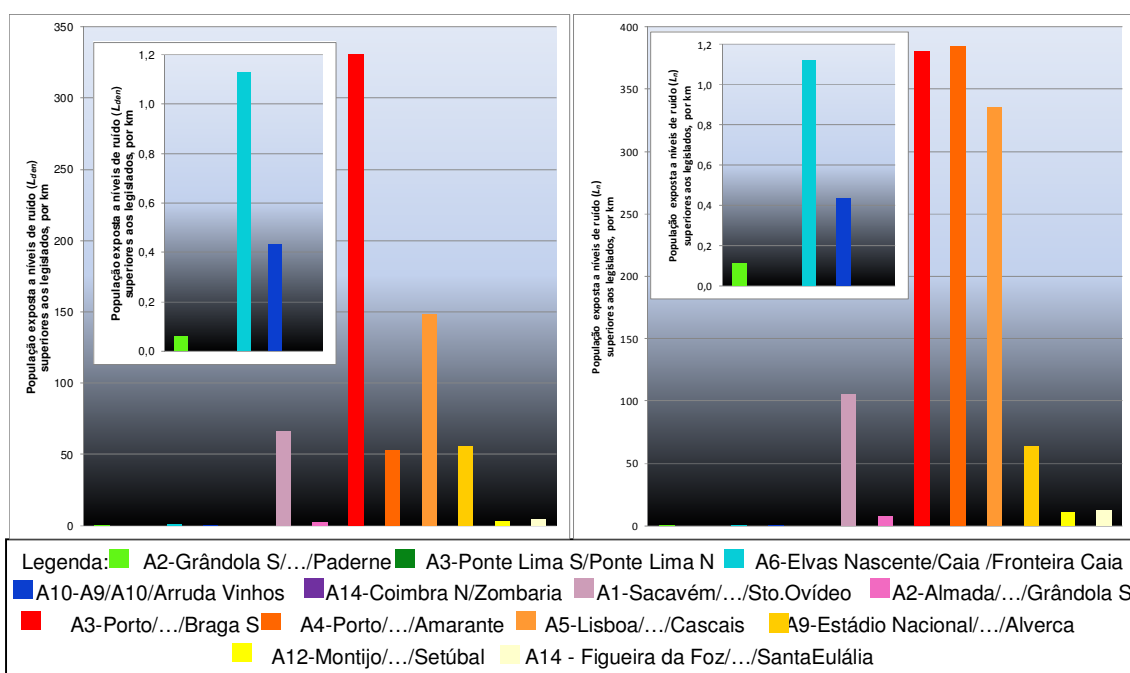


Figura 4. População exposta a níveis de ruído, L_{den} e L_n , superiores aos legislados, por quilómetro

Distância média da isófona ao eixo da via

Relativamente à distância média das isófonas de L_{den} equivalente a 55 dB(A), 65 dB(A) e 75 dB(A) que se apresenta na Figura 5, verifica-se que, para todas as isófonas analisadas, as 5 maiores distâncias correspondem sempre a auto-estradas abrangidas pela 1ª fase. No entanto, não se verifica que as distâncias das várias isófonas, em análise, ao eixo da via sejam sempre superiores nas AE-1ª fase.

Quanto ao espectro de variação das distâncias das várias isófonas ao eixo da via tem-se que: a isófona de L_{den} equivalente a 55 dB(A) varia entre 109,9 m e 464,2 m, a isófona de L_{den} equivalente a 65 dB(A) varia entre 29,8 m e 118,6 m e a isófona de L_{den} equivalente a 75 dB(A) varia entre 0 m e 29,9 m.

Especificamente no que concerne à distância da isófona de L_{den} equivalente a 65 dB(A) ao eixo da via, por ser a isófona correspondente ao limite legal, obtém-se a seguinte ordenação crescente das

auto-estradas: A4, A10–A9/A10/Arruda dos Vinhos, A2-Grândola Sul/.../Paderne (A22), A14-Coimbra Norte/Zombaria, A3-Porto/.../Braga Sul, A3-Ponte de Lima Sul/Ponte de Lima Norte, A2-Almada/.../Grândola Sul, A6, A12, A1, A5 e A9 (com a mesma distância) e A14-Figueira da Foz/Santa Eulália.

Constata-se que o tráfego não é o único factor a influenciar o valor deste indicador. Outros factores relacionados sobretudo com os obstáculos à propagação do som e topografia têm também uma enorme relevância.

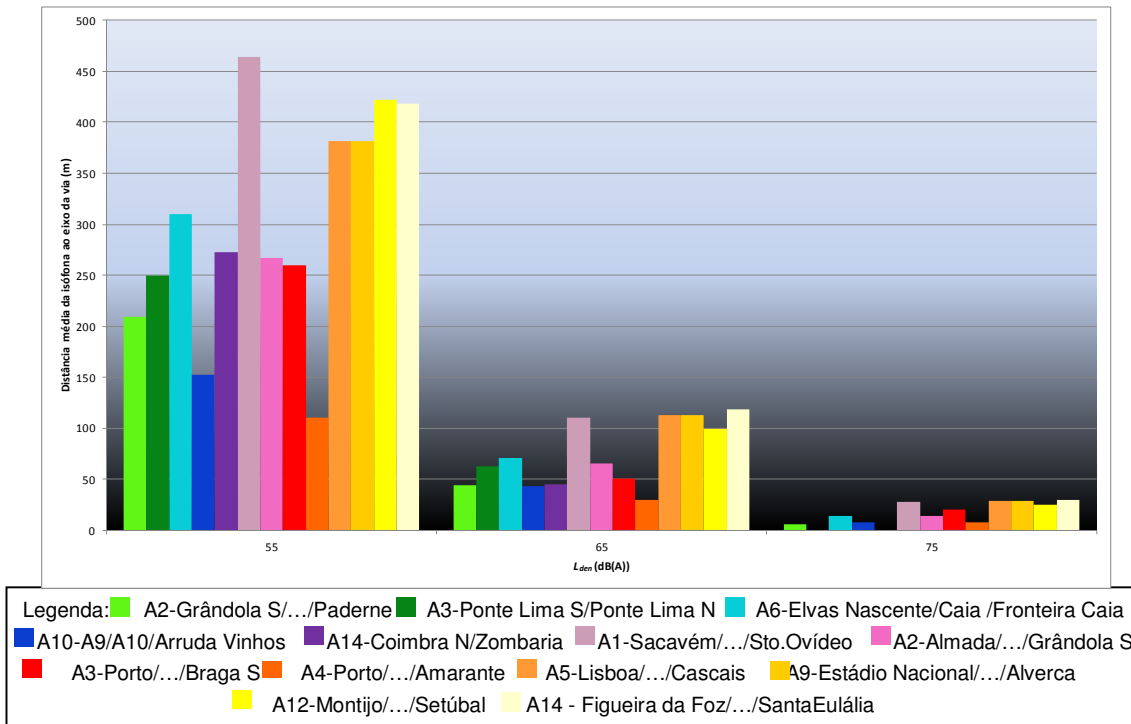
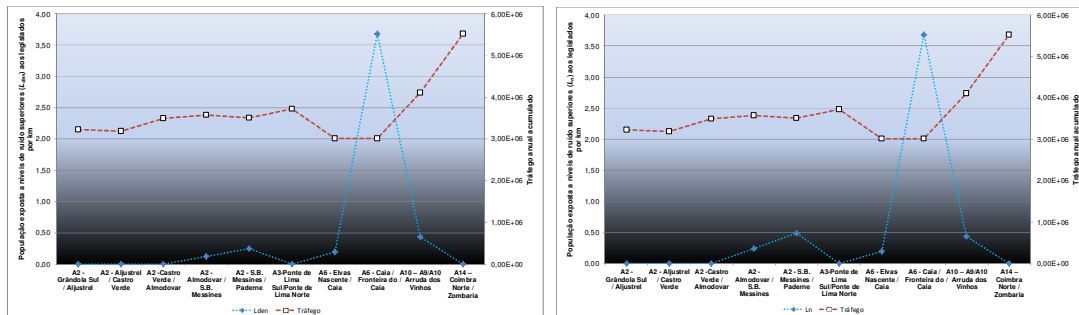


Figura 5. Distância média da isófona ao eixo da via

Variação de indicadores com o tráfego – caso de estudo AE-2ª fase

A Figura 6 representa, a variação, com o tráfego, da população exposta a níveis de ruído, L_{den} e L_n , superiores aos legislados, por quilómetro. A referida figura demonstra, a partir do caso de estudo das AE-2ª fase, que não existe uma relação directa entre o valor desses indicadores e o tráfego. Para este indicador contribuem em grande medida os níveis de população existente na envolvente das auto-estradas.



Nota: A linha que une os pontos de dados não é uma linha de tendência nem representa qualquer tipo de dados, tem apenas um papel ilustrativo para demonstração de inexistência de correlação

Figura 6. População exposta a níveis de ruído, L_{den} e L_n , superiores aos legislados, por quilómetro e tráfego anual acumulado

4. OBSERVAÇÕES E REFLEXÕES

Da análise anteriormente efectuada, verificou-se que existem várias situações merecedoras de uma reflexão futura aprofundada.

Efectivamente verificou-se que o L_n se configura com um indicador chave e o período nocturno como um período crítico para tomada de decisão de intervenção. Assim sendo, e tendo em conta que o período nocturno pode funcionar como um alerta para a necessidade de intervenção, julga-se que poderá ser ponderada a possibilidade de, em futuros planos de monitorização que decorram de estudos de impacte ambiental que previamente já procederam a uma caracterização exaustiva do ambiente sonoro, apenas se avaliar o L_n e só pontualmente, no caso de receptores com sensibilidade apenas no período diurno como sejam as creches e escolas, efectuar a avaliação do L_{den} . Da mesma forma, poderá ser ponderada, em estudos de ruído e planos de redução de ruído, efectuar, numa fase prévia, apenas a avaliação do L_n , para despistar as situações em que é necessário actuar e só nesses casos alargar a avaliação para os restantes períodos, diurno e entardecer.

Desta forma, optimizavam-se o número de medições de ruído e de avaliações, designadamente limitando as avaliações no período de entardecer cuja curta duração exige a alocação de muitos recursos e torna a avaliação muito dispendiosa.

Adicionalmente a análise aos indicadores associados à população exposta a diferentes níveis de ruído que foi anteriormente efectuada, permite apurar uma característica transversal a todas as auto-estradas da Concessão Brisa abrangidas pela 2ª fase da implementação da Directiva: os impactes sobre o ambiente sonoro daquelas auto-estradas não são significativos. Esta situação deve-se à coincidência, ou não, de se tratarem de auto-estradas com menos tráfego e com pouca população na envolvente. Assim sendo, na concessão Brisa, as futuras reavaliações das grandes infra-estruturas de transporte rodoviário (GIT) que estão previstas na Directiva devem incidir nas auto-estradas com mais de 6 milhões de passagens de veículos por ano e os recursos devem ser prioritariamente canalizados para as auto-estradas abrangidas pela 1ª fase.

Nas AE-2ª fase da Concessão Brisa apenas existem situações pontuais de incomodidade devida ao ruído que requerem igualmente um tratamento pontual e muito “cirúrgico”, não existindo fundamento, nem sentido, caso se mantenham as condições de exploração das vias, para se encetarem futuras reavaliações com estudos de carácter global às auto-estradas da Concessão Brisa com mais de três milhões e menos de 6 milhões de passagens de veículos por ano, conforme previsto na Directiva.

Seria interessante que se estendesse este tipo de análise também a todas as GIT nacionais, eventualmente por parte da entidade nacional que tutela as infra-estruturas de transporte, para se perceber se a característica anteriormente identificada, de existência de impactes pouco significativos ao nível do ambiente sonoro, é uma característica de todas as rodovias abrangidas pela 2ª fase ou se apenas se revela na realidade da Concessão Brisa. Tal análise foi reveladora no caso da Concessão Brisa e poderá ser importante na determinação, de forma mais eficiente, dos investimentos a realizar a nível nacional.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] *Decreto-Lei n.º 146/2006* de 31 de Julho de 2006 e *Declaração de Rectificação n.º 57/2006* de 31 de Agosto de 2006.
- [2] *Decreto-Lei n.º 9/2007* de 17 de Janeiro de 2007, *Declaração de Rectificação n.º 18/2007* de 16 de Março de 2007 e *Decreto-Lei n.º 278/2007* de 1 de Agosto de 2007.