

Representatividade das medições em Acústica Ambiental

Sónia Monteiro Antunes¹, Vitor Rosão², Ana Falcão³

¹Laboratório Nacional de Engenharia Civil
santunes@lnec.pt

²Schiu, Engenharia de Vibração e Ruído
vitorrosao@schiu.com

³Direcção Regional da Economia do Norte do Ministério da Economia e da Inovação
ana.falcao@drn.min-economia.pt

Tendo em conta a legislação portuguesa no âmbito da Acústica Ambiental, designadamente o Regulamento Geral do Ruído Ambiente, onde são definidos como parâmetros descritores do Ruído Ambiente, os indicadores de ruído, L_{den} (indicador de ruído diurno-entardecer-nocturno) e L_n (indicador de ruído nocturno), determinados durante um período representativo de um ano. Pretende-se com este artigo abordar algumas estratégias para a realização das amostragens de ruído de tráfego rodoviário, ruído tráfego ferroviário, e ruído industrial. Estas estratégias serão baseadas na obtenção dos referidos descritores a partir de medições, e sua complementação com recurso ao modelo de cálculo desenvolvido no âmbito do projecto europeu *Harmonoise*, de modo a possibilitar uma estimativa da influência das condições atmosféricas (quando aplicável). Perante o crescente interesse da comunidade acústica relativo a temática da representatividade das medições acústicas, e a par da crescente incidência nas questões associadas à pós-avaliação, o objectivo final deste trabalho é contribuir para uma discussão alargada sobre a representatividade das medições acústicas.

Palavras-chave: medição, monitorização do ruído.

Abstract

In the Portuguese legislation in the scope of Environmental Acoustics – the General Regulation for Ambient Noise of 2007, the noise indicators, L_{den} (noise indicator of the day-evening-night) and L_n (noise indicator of night) during a representative period of one year, are defined as the parameters for characterization of Ambient Noise. It is intended with this article to approach some strategies for the accomplishment of the samplings of noise from road and rail traffic, and from industrial noise. These strategies will be based on the obtaining of the referred indicators from measurements, and complementation with resource to the calculations models developed in the extent of the European project *Harmonoise*, in way to make possible an estimate of the influence of the atmospheric conditions (when necessary). Taking in account the growing interests of the acoustic community for the theme of the representativeness of the acoustic measurements the final goal of this work is to contribute for a discussion enlarged on the representativeness of the acoustic measurements

Keywords: measurement, noise monitorization.

1 Princípios gerais da medição

1.1 Introdução

Neste artigo serão abordados alguns problemas relacionados com a determinação dos indicadores de ruído seleccionados para verificar a conformidade com os valores limite na legislação portuguesa, o L_{den} e o L_n , mais especificamente no artigo 11º (recolha de dados acústicos de uma zona) e alínea a) do artigo 13º (critério da exposição máxima de uma actividade), do Decreto –Lei nº 9/2007 [2]. Estes parâmetros são essencialmente níveis médios de longa duração, conforme o definido na norma NP 1730-1:1996, determinados durante uma série de períodos representativos de um ano.

O nível sonoro de longa duração ($L_{Aeq,LT}$), pode ser expresso por:

$$L_{Aeq,LT} = 10 \cdot \lg \left(\sum_{k=1}^{n_k} p_k 10^{0,1L_k} \right) \quad (1)$$

em que p_k corresponde à frequência de ocorrência da emissão da fonte numa determinada janela meteorológica (k), na qual a medição é efectuada; n_k é o numero de janelas meteorológicas consideradas e L_k o nível sonoro associado. Normalmente este nível é determinado a partir de várias medições independentes, L_i .

$$L_k = 10 \cdot \lg \left(\frac{1}{n_i} \sum_{i=1}^{n_i} 10^{L_i} \right) \quad (2)$$

representando n_i o numero total de medições na janela k . Para a caracterização do indicador de ruído “diurno-entardecer- noturno”, L_{den} , representativo de um período de longa duração, devem ser efectuadas avaliações distintas nos 3 períodos de referência.

A determinação dos valores destes indicadores de ruído pode ser obtida por métodos de medição, por métodos de previsão (modelação ou cálculo) ou pela combinação dos valores obtidos por medição com os valores calculados pelos modelos de previsão. No que respeita aos ruídos de tráfego rodoviário e ferroviário foram recentemente finalizados dois importantes projectos internacionais, a revisão da norma ISO 1996-2 [1] sobre ruído ambiente, e a elaboração no âmbito do projecto europeu *Imagine* [4] de um relatório sobre a medição do nível sonoro de longa duração, L_{den} , representativo da média anual [5], e para os três períodos de referência (diurno, entardecer e noturno) definidos na directiva europeia de gestão do ruído ambiente [2].

As medições em Acústica Ambiental podem ser realizadas de diversos modos, dependendo das técnicas de amostragem utilizadas, e do “esforço” directamente associado à obtenção da representatividade dos resultados obtidos. Assim, para medições de curta duração, a determinação de um indicador de ruído com o objectivo de avaliação da conformidade por técnicas de medição por amostragem está directamente associado com o parâmetro que caracteriza a dispersão dos valores que podem ser razoavelmente atribuídos a esse indicador – a incerteza da medição. Neste contexto, o conceito de incerteza de medição aplicada às medições de acústica ambiental, introduzido na versão de 2007 da norma ISO 1996-2 [1], associa a cada resultado da medição um valor de incerteza da medição. Do ponto de vista da optimização de recursos e custos da medição a incerteza representa o “esforço” efectuado pelo Laboratório de Ensaios.

Em algumas situações, é necessário combinar os resultados de medições, com os resultados provenientes de métodos de previsão reconhecidos, como por exemplo, quando se pretende converter os resultados obtidos nas medições de ruído de tráfego rodoviário (ou ferroviário), em valores representativos do fluxo de tráfego anual. Anote-se nesta situação a importância do registo das características do tráfego que ocorreram durante as medições (numero de veículos pesados e ligeiros e

respectivas velocidades equivalentes contínuas de circulação, no caso de tráfego rodoviário). No caso de pontos receptores localizados a distâncias superiores a 100 metros da fonte sonora em avaliação, para além da conversão dos níveis sonoros medidos para valores representativos do fluxo de tráfego anual, é necessário ter em conta a influência das condições atmosféricas [8]. As medições efectuadas devem ser acompanhadas do registo das condições meteorológicas que ocorreram durante a sua realização (velocidade e direcção do vento, temperatura, e humidade relativa), assim como o registo do estado de nebulosidade do céu, de modo a permitir a definição das condições de propagação na direcção da distância mais curta que une o receptor e a fonte em avaliação (D) durante a medição. De facto, quer a norma ISO 1996-2:2007 quer o documento sobre as medições de ruído ambiental, publicado pelo projecto *Imagine* [4] indicam que as medições de curta duração devem ser realizadas durante a ocorrência de condições favoráveis de propagação sonora entre a fonte e o receptor (de modo a garantir-se uma boa reprodutibilidade dos resultados), o que equivale às classes metodológicas M3 e M4 da Tabela 1.

O projecto europeu *Imagine* propõe a utilização das janelas meteorológicas apresentadas na tabela 1, em função da distância mais curta entre o receptor e a fonte (D) e da curvatura dos raios sonoros (R). Anote-se que os valores constantes nesta tabela constituem numa versão simplificada da estratificação das condições de propagação utilizadas no referido projecto. Existem igualmente outras descrições alternativas para a caracterização das condições favoráveis à propagação sonora entre o receptor e a fonte, como por exemplo as que constam na norma ISO 1996-2.

Tabela 1 – Janelas meteorológicas (versão simplificada)[4]

	Gama D/R	Valor representativo D/R	Descrição verbal
M1 ¹⁾	<-0,04	-0,08	Desfavorável
M2 ²⁾	-0,04...0,04	0,00	Homogénea
M3 ³⁾	0,04...0,12	0,08	Favorável
M4 ⁴⁾	>0,12	0,16	Muito favorável

- 1) valor típico da componente da velocidade do vento a 10m <1m/s (dia); <0(noite)
- 2) valor típico da componente da velocidade do vento a 10m: 1 - 3m/s
- 3) valor típico da componente da velocidade do vento a 10m: 3-6 m/s
- 4) valor típico da componente da velocidade do vento a 10m > 6 m/s (dia); >0 m/s (noite)

Na realização de medições segundo ISO 1996-2 é desejável que em situações de verificação de conformidade com valores limites, ou então nas situações para avaliação da necessidade de implementação de medidas de minimização, que o valor associado à incerteza de medição seja o mais baixo possível. Neste contexto torna-se importante que aquando da entrada em vigor em Portugal, sejam também explicitados, por uma entidade competente, os valores das incertezas de medição associadas às medições no âmbito da legislação portuguesa sobre o ruído ambiente.

Analogamente, no que respeita aos modelos de previsão de ruído, implementados em programas informáticos, deve-se considerar a incerteza associada ao cálculo (conceito distinto da incerteza de medição), mas que pretende traduzir a exactidão dos resultados apresentados. Este conceito está associado com a exactidão dos dados e parâmetros de entrada do modelo, com a exactidão do próprio modelo de previsão e também com o modo de implementação no programa informático de algoritmos mais ambíguos que constam nos métodos de previsão [10]. Os dois conceitos anteriores, revelam a sua importância quando se obtêm diferenças entre valores resultantes de uma previsão com os valores medidos, para o mesmo ponto receptor. De facto, é imprescindível assegurarmos que os indicadores em comparação representam os mesmos parâmetros e para condições idênticas. Por exemplo, para um ponto receptor, o resultado de uma medição realizada em condições de propagação favoráveis da fonte para o receptor e o resultado da modelação para o mesmo tipo de condições de propagação sonora,

ambos representativos de uma média semanal. Igualmente há que ter em atenção o facto de quando se realiza uma medição os efeitos de reflexão sonora na fachada em avaliação estão usualmente presentes, enquanto que, nos modelos de previsão usualmente este efeito é excluído.

Posteriormente, e como abordagem para a compreensão das diferenças entre valores medidos e valores calculados e tomada de decisões sobre o que fazer, deve-se ter em conta o valor da incerteza associada a cada resultado.

1.2 Aspectos a ter em consideração em medições em ruído ambiente

Em primeiro lugar, qual é a definição de ruído ambiente que devemos utilizar?

- ❖ A definição constante na NP 1730, de 1996 e no D.L n.º 9/2007?

“Ruído global observado numa dada circunstância num determinado instante, devido ao conjunto das fontes sonoras que fazem parte da vizinhança próxima ou longínqua do local considerado.”

- ❖ A definição constante no D.L. n.º 146/2006?

“Um som externo indesejado ou prejudicial gerado por actividades humanas, incluindo o ruído produzido pela utilização de grandes infra-estruturas de transporte rodoviário, ferroviário e aéreo e instalações industriais, designadamente as definidas no anexo I do D.L. n.º 194/2000, de 21 de Agosto...”

Estas definições são algo distintas entre si e acarretam abordagens diferentes para a medição do ruído ambiente. Efectivamente a primeira definição é a ideal para um estratégia de medição em contínuo, por si só, não acarretando a necessidade de validar os dados obtidos (ou seja, de assegurar que os níveis sonoros medidos são exclusivamente devidos à uma determinada fonte sonora em avaliação). No entanto, com base neste tipo de definição torna-se difícil a elaboração de planos de redução de ruído, uma vez que este tipo de abordagem não implica a identificação das fontes sonoras, e a respectiva avaliação de modo a viabilizar o estudo dos benefícios da introdução de medidas minimizadoras para as diversas fontes presentes. No caso da segunda definição, existe uma identificação e classificação das fontes sonoras. Considera-se como ruído ambiente, o ruído gerado por actividades humanas, e inclui o ruído de tráfego rodoviário, ferroviário e aéreo, assim como o ruído produzido pela actividade industrial. Este tipo de ruído, conotado por “som indesejável”, é geralmente associado à incomodidade induzida pelo ruído e ao impacte do ruído na saúde humana. Este tipo de abordagem, mais adequado aos métodos de modelação do que aos métodos de medição, pois quando medimos não nos é possível medir apenas o ruído de uma determinada fonte, a não ser que tomemos disposições específicas para o efeito (como por exemplo, a aproximação da fonte sonora, de modo a diminuir a influência do ruído residual). Neste caso, a utilização de uma técnica de monitorização em contínuo deverá ser acompanhada por algum método de desprezar os sons “desejados” pelas populações e não prejudiciais, sobretudo aqueles que são gerados por actividades não humanas. Outro aspecto a ter em consideração esta relacionado com a própria evolução da expressão “ruído ambiente” em termos normativos, uma vez que a norma Portuguesa NP 1730 fala de medição por tipos de ruído, sendo estes caracterizados em termos de ruído estacionário, ruído estacionário por patamares, por acontecimentos discretos e impulsivo, enquanto que a correspondente versão mais recente, a norma ISO 1996-1:2003 já segue uma abordagem de classificação do ruído ambiente por tipos de fontes: aeronaves, veículos rodoviários e ferroviários e ruído proveniente do funcionamento de actividades industriais (fontes pontuais, fontes em área). Esta abordagem, mais adequada à caracterização da

incomodidade induzida pelo ruído e à definição de planos de redução de ruído, possibilita a combinação da utilização de resultados de medição com os resultados obtidos pelos métodos de previsão, para pontos receptores nas mesmas condições.

Antes de iniciar qualquer medição de ruído ambiente e depois de se definir o parâmetro que se pretende caracterizar (por exemplo, o L_{den} representativo de um ano, ou de um período específico de emissão sonora da fonte) é imprescindível efectuar um correcto planeamento da medição. Para este efeito, e em primeiro lugar, é necessário efectuar um levantamento ou diagnóstico inicial da situação a caracterizar e que inclua os seguintes aspectos:

- ✚ Identificação das principais fontes de ruído e a classificação da respectiva relevância para o ambiente sonoro no local a caracterizar, e respectivas características de emissão sonora, por exemplo no caso de ruído de tráfego rodoviário existem usualmente em determinados períodos picos de volume de tráfego, distinção entre os dias de semana e fins de semana, ou então variações dos níveis sonoros devido a períodos de férias;
- ✚ Caracterização das condições meteorológicas do local de medição, representativas do período em avaliação (quando os pontos receptores se encontram a mais de 100 metros de qualquer fonte). Para este efeito poder-se-á recorrer a dados estáticos (normais climatológicas) de estações meteorológicas próximas, desde que o local de medição e o local onde se encontre a estação sejam comparáveis do ponto de vista topográfico, de ocupação e natureza do solo, e não existam nas suas proximidades grandes massas de água;
- ✚ Identificação dos receptores sensíveis existentes ou previstos;
- ✚ Distâncias entre a fonte predominante e o receptor (um a um);
- ✚ Finalmente há que ter em conta o grau de exactidão com o qual se pretende realizar a medição. Por exemplo, no caso de proximidade de uma via de tráfego, o grau de exactidão está relacionado com o número de passagens individuais de veículos que ocorrem durante a medição. Igualmente é importante ter-se em conta, se os valores obtidos necessitam uma conversão para valores representativos de uma média anual. Neste caso poder-se-á utilizar os requisitos constantes na norma francesa NF S 31-085 (versão de 2002) para a validação dos resultados.

Com base nestas informações será possível a selecção de pontos de medição de modo a que a relação custo-eficácia seja a mais favorável, tendo em conta o grau de exactidão pretendido para o resultado. Igualmente e tendo como base as informações anteriormente recolhidas também será possível a selecção do tipo de estratificação temporal a utilizar (monitorização de longa duração com recurso a estações moveis e/ou permanentes, ou utilização de medições de curta duração com recurso a sonómetros ou então uma misturas das duas técnicas anteriores).

Após a realização deste levantamento, será possível a definição de um plano de medição, onde deve ser incluído a localização e número de pontos de medição, o número de amostragens efectuar e a respectiva duração e periodicidade, instrumentos de medição adequados às medições de ruído e às medições das condições meteorológicas.

1.3 Estratégias de amostragem espacial e de amostragem temporal

Relativamente a estratégias de amostragem temporal e no que respeita ao indicador de ruído diurno-entardecer-nocturno, L_{den} tal como definido no Regulamento Geral do Ruído, este parâmetro deve ser determinado durante uma série de períodos representativos de um ano. Para este efeito devem ser obtidos níveis sonoros de longa duração normalizados para as condições meteorológicas de referência, sendo neste caso essencial o conhecimento desta caracterização. Quando a emissão das fontes existentes na área a caracterizar (e principalmente das fontes predominantes) variar ao longo do

ano, devem ser utilizadas técnicas de estratificação para as medições a realizar que permitam uma combinação adequada das variações das emissões da fonte e das condições de propagação (incluindo as características do solo) nas diferentes janelas meteorológicas.

No que respeita à amostragem espacial, esta abordagem inclui técnicas de aproximação do ponto de medição da fonte sonora (entre 5 a 25 metros da fonte) com a finalidade de reduzir a influência das condições meteorológicas nos resultados obtidos, assim como o agrupamento de áreas com ambientes acústicos análogos (áreas residenciais, comerciais, áreas sossegadas, zonas industriais, etc.). Neste último caso são retiradas amostras distribuídas dentro de cada uma dessas áreas de modo a garantir uma boa representatividade espacial de cada zona. A partir de uma selecção adequada dos pontos de medição, pode-se minimizar a influência do ruído residual, de modo a permitir a utilização de técnicas de detecção de eventos, no caso de fontes intermitentes (tráfego ferroviário ou aéreo). A utilização de técnicas de amostragem espacial e temporal, pode ser facilitada a partir da utilização de um ponto de referência para uma área com características acústicas homogéneas, e no qual se realiza uma medição num período suficientemente longo, de modo a caracterizarem-se as estatísticas relativas ao período de longa duração. Os resultados assim obtidos podem ser comparados com os resultados dos modelos de previsão, para diferentes condições de emissão e propagação sonora. Estes resultados também poderão ser comparados com os valores obtidos durante medições de curta duração (no mínimo de 1 hora) realizadas em pontos próximos.

1.4 Domínios de aplicação das medições de ruído ambiente

No que respeita à caracterização do nível sonoro de longa duração representativo de um período anual, com recurso à técnicas de medição, a solução de monitorização em contínuo requer que as medições sejam efectuadas durante períodos de tempo suficientemente longos, de modo a que não seja necessária a monitorização da(s) fonte(s) em avaliação e das condições meteorológicas, uma vez que se assume uma média representativa do que se pretende. Para a obtenção de um valor médio anual, pode ser necessária a medição ao longo de todo o ano, ou como alternativa a medição durante um mês em cada estação do ano. Será também necessário avaliar se as condições meteorológicas observadas durante o período de medição são representativas dos efeitos das condições meteorológicas médias anuais. Em alternativa a obtenção de valores de longa duração, pode ser efectuada com recurso a medições de curta duração, realizadas preferencialmente em condições favoráveis de propagação sonora entre a fonte dominante e o receptor (de modo a garantir-se uma boa reprodutibilidade dos resultados), e acompanhadas dos dados estatísticos relativos à respectiva taxa de ocorrência. Os resultados destas medições podem ser combinados com cálculos para outras condições de propagação sonora entre a fonte dominante e o receptor em avaliação, tendo em conta estatísticas meteorológicas (quando as distâncias dos receptores à via em estudo assim obrigam a ter em conta esta influência). Neste caso, e se não for possível a utilização de um modelo de cálculo para a normalização dos valores de emissão sonora das fontes presentes, para que se possa obter valores representativos da média anual, torna-se importante um cuidado planeamento das medições a efectuar. De facto, para cada janela meteorológica devem ser efectuadas medições que englobem os regimes representativos do funcionamento da fonte em questão, assim como das condições da superfície do solo entre a fonte e a posição de medição, anotando as características que podem influenciar a respectiva impedância acústica. No entanto, os resultados deste tipo de medição para a janela M1 acarretará sempre grandes valores de incerteza, pelo que o esforço colocado na elaboração deste tipo de campanhas de medição poderá não ser compensatório.

O âmbito das medições em ruído ambiental é muito extenso, no entanto se os resultados das medições não forem combinados com algum método de previsão, muito dificilmente se conseguirá chegar aos valores representativos de uma média anual, ou até mesmo de uma média mensal. Para

além disso, convém referir que o recurso a medições de curta duração permite a criação de um conjunto de ferramentas para o apoio à modelação do ruído ambiente, designadamente:

- ✚ a criação de bases de dados de emissão de ruído, viabilizando a sua adaptação a condições nacionais ou até mesmo locais, a partir da introdução de correcções;
- ✚ a possibilidade de revisão dos resultados dos modelos de cálculo, em zonas onde estes apresentam algumas fraquezas inerentes (por exemplo pontos receptores localizados numa zona de depressão);
- ✚ a possibilidade de ajuste ou calibração dos valores obtidos pelo modelo de cálculo em determinadas condições específicas

2 Exemplo de aplicação: Ruído de tráfego rodoviário

Com a finalidade de estimar os níveis sonoros representativos de um período de longa duração, apresenta-se um pequeno exemplo relativo à combinação dos níveis sonoros medidos, com resultados provenientes da utilização do método de cálculo para o ruído de tráfego rodoviário, desenvolvido no âmbito do projecto europeu *Imagine*, para as seguintes situações:

- ✚ Quando o receptor está localizado a 15 e a 50 metros da infra-estrutura rodoviária, neste caso pode-se desprezar a influência das condições atmosféricas, sendo no entanto necessário efectuar a conversão dos valores obtidos nas medições, para valores representativos da média anual;
- ✚ Quando o receptor está localizado a 200 metros da infra-estrutura rodoviária, sendo neste caso necessário, para além de realizar a conversão para os valores representativos da média anual, ter em conta as diferentes categorias de condições meteorológicas, e combiná-las de acordo com a respectiva taxa de ocorrência ao longo do período em estudo.

Suponha-se que para os receptores localizados a 15 e a 50 metros (designados por R15 e R50) foram obtidos os seguintes valores do nível sonoro contínuo equivalente, L_{Aeq} , para os três períodos de referência:

Dia: L_{Aeq} (R15)=69 dB(A) e L_{Aeq} (R50)=66 dB(A); ao qual corresponde uma contagem de tráfego de 3180 veículos por hora, e uma percentagem de pesados de 5,7%

Entardecer: L_{Aeq} (R15)=65 dB(A) e L_{Aeq} (R50)=62 dB(A); ao qual corresponde uma contagem de tráfego de 1560 veículos por hora, e uma percentagem de pesados de 3,8%

Noite: L_{Aeq} (R15)=61 dB(A) e L_{Aeq} (R50)=58 dB(A); ao qual corresponde uma contagem de tráfego de 450 veículos por hora, e uma percentagem de pesados de 7,4%

Considerando que o volume de tráfego representativo da média anual é caracterizado por:

Dia: 3710 veículos por hora, e uma percentagem de pesados de 5,7%

Entardecer: 1248 veículos por hora, e uma percentagem de pesados de 3,8%

Noite: 432 veículos por hora, e uma percentagem de pesados de 7,4%

Com recurso à utilização do método de cálculo referido, e efectuando a simulação do ruído de tráfego rodoviário para os volumes de tráfego do exemplo, é possível determinar o ajuste a efectuar aos valores medidos, de modo a que sejam representativos do volume de tráfego médio anual. Neste caso verifica-se a necessidade de adicionar 0,7 dB(A) ao nível sonoro medido no período diurno; de subtrair 1 dB(A) ao valor correspondente para o período do entardecer, e de subtrair 0,5 dB(A) ao

valor obtido no período nocturno. Anote-se que para situações geométricas simples, pode-se obviar o recurso a um modelo de simulação para a determinação deste tipo de ajustes. De facto, a norma francesa NF S 31-085, de 2002 [6], apresenta uma expressão para a realização deste tipo de correcções, fazendo uso do quociente entre os fluxos médios equivalentes de tráfego que ocorreram durante a medição, e os representativos de longa duração, assim como das respectivas velocidades médias.

Para o receptor localizado a 200 metros (R200), a medição dos níveis sonoros somente deve ser efectuada durante a ocorrência de condições favoráveis (ou muito favoráveis à propagação sonora) entre a fonte em avaliação e o receptor. Neste caso, e considerando o mesmo volume de tráfego do exemplo em cada período de referência anterior, para a janela meteorológica M3, verifica-se os seguintes valores:

Dia: $L_{Aeq}(R200)=60$ dB(A); Entardecer $L_{Aeq}(R200)=56$ dB(A) e Noite $L_{Aeq}(R200)= 52$ dB(A).

Utilizando os factores correctivos do exemplo anterior é possível a conversão destes resultados para valores representativos do tráfego médio anual (validos durante a ocorrência de condições meteorológicas favoráveis à propagação sonora entre a fonte e o receptor), tendo-se :

Dia $L_{Aeq,trafegoLT}(R200)= 56+0,7$ dB(A); Entardecer $L_{Aeq,trafegoLT}(R200)= 56-1$ dB(A); Noite : $L_{Aeq,trafegoLT}(R200)= 52-0,5$ dB(A).

Com recurso ao método de cálculo já anteriormente referido, pode-se determinar a diferença entre os níveis sonoros correspondentes às janelas meteorológicas M3e M4, e os valores correspondentes para as janelas M2 (nas condições consideradas na simulação obteve-se um valor de -12 dB) e M1 (-21 dB). Para cada período de referência, os valores representativos do tráfego médio anual para as janelas meteorológicas (M1 e M2) são obtidos a partir da adição das diferenças anteriores aos respectivos valores de $L_{Aeq,trafegoLT}$. O nível sonoro de longa duração, obtêm-se a partir da ponderação dos níveis sonoros obtidos para cada uma das janelas meteorológicas consideradas (M1, M2,M3 e M4), tendo em conta as estatísticas meteorológicas, para o período em avaliação.

3 - Conclusões

As evoluções recentes da normalização internacional sobre as medições de ruído ambiente, estão a introduzir uma nova forma de abordagem, desta temática, que necessita ser bem entendida pelos técnicos de acústica e pelas entidades responsáveis, para que essas evoluções possam ser postas em prática da forma mais eficiente e adequada possível.

Considera-se que as principais “novidades” são as seguintes:

- Necessidade de estabelecer um valor de incerteza, que condicionará o “esforço” de medição, e necessidade de explicitação da incerteza determinada em função da metodologia de medição seleccionada e da finalidade da medição.
- Necessidade de obtenção de dados estatísticos específicos dos locais em apreço, relativamente às variáveis com influência na emissão e na propagação sonora, nomeadamente dados de tráfego e condições atmosféricas médias anuais.
- Necessidade de adaptação dos resultados das medições acústicas *in situ* a valores médios de longa duração, por recurso a modelos de simulação acústica, tendo por base a informação estatística obtida.

Os períodos de transição são usualmente os mais difíceis mas também os mais entusiasmantes, pelo que ainda que seja expectável a ocorrência de algumas resistências naturais à aplicação da nova perspectiva de medição, estamos convictos que a mesma é incontornável e que será aplicada conveniente e atempadamente em Portugal.

Agradecimentos

Para a realização da simulação do caso de estudo relativo ao ruído de tráfego rodoviário, de acordo com o método de modelação desenvolvido no âmbito dos projectos europeus *Harmonoise* e *Imagine*, os autores agradecem ao Eng Luis Soares, da Bruel & Kjaer Portugal, a disponibilidade para a utilização do programa informático Predictor V 6.02, na respectiva modelação.

Referências

- [1] International Organization for Standardization, ISO 1996-2: Description, measurement and assessment of environmental noise —Part 2: Determination of environmental noise levels, ISO, 2007
- [2] PORTUGAL. Leis, decretos-lei, etc. – Regulamento Geral do Ruído. Decreto-Lei nº 9/2007 de 17 de Janeiro.
- [3] PORTUGAL. Leis, decretos-lei, etc – Transposição da Directiva n.º 2002/49/CE, relativa à avaliação e gestão do ruído ambiente. Decreto-Lei nº 146/06 de 31 de Julho
- [4] www.imagine-project.org.
- [5] Swedish National Testing and Research Institute -Determination of L_{den} and L_{night} using measurements, Report IMA32-040510-SP10.
- [6] Association Française de Normalisation, NF S 31-085: Caractérisation et mesurage du bruit dû Trafic routier, AFNOR, 2002
- [7] Manvell, D.; Aflalob, E.; Stapelfeldt, H. - Reverse engineering: guidelines and practical issues of combining noise measurements and calculations, in Proceedings of Internoise 2007, Istanbul, Turkey
- [8] Antunes, S., Patrício, J. - Avaliação da Eficácia das Medidas de Minimização de Impactes Ambientais Implementadas em Portugal. Ruído. Relatório final sectorial. Relatório 297/08 - NAICI, LNEC, 2008
- [9] Jonasson, H. - Recent developments in the field of measurements of environmental noise, in Proceedings of Internoise 2007, Istanbul, Turkey
- [10] Hartog van Banda, E.; Stapelfeldt, H. - Implementing prediction standards in calculation software – the various sources of uncertainty in Proceedings of Forum Acusticum 2005, Budapest 2005