



INSTITUTO  
SUPERIOR  
TÉCNICO

**ICIST**

## **Estudo acústico da carreira de tiro do Centro Desportivo Nacional do Jamor**

Estudo realizado para Federação Portuguesa de Tiro.  
– Setembro de 2013 –

Relatório ICIST

EP nº \_\_/13

## ÍNDICE

1. Introdução.....	1
2. Descrição do local.....	1
3. Avaliação de incomodidade – Situação actual.....	4
3.1 Ruído residual.....	5
3.2 Ruído com pistolas de pólvora preta.....	6
3.3 Ruído com revólveres .45 ACP.....	11
3.4 Ruído com revólveres de calibre 9 mm.....	16
3.5 Ruído com revólveres de calibre .45 ACP e 9 mm.....	21
3.6 Conclusão.....	24
4. Medidas correctivas.....	25
4.1 Potência sonora da fonte.....	25
4.2 Calibração do modelo numérico.....	26
4.3 Desempenho global requerido para as medidas de correcção.....	26
4.4 Definição das medidas correctivas.....	30
5. Conclusões.....	32
6. Assinaturas.....	33
7. Referências.....	33
8. Anexo I – Relatório de ensaio – critério de incomodidade.....	35

## 1. INTRODUÇÃO

A Federação Portuguesa de Tiro (FPT) solicitou à FUNDEC – Associação para a Formação e o Desenvolvimento em Engenharia Civil e Arquitectura, a realização de um estudo acústico da carreira de tiro do Centro Desportivo Nacional do Jamor (CDNJ).

A solicitação para o referido estudo surgiu no decurso de reclamações apresentadas por moradores das áreas limítrofes do CNDJ, as quais conduziram à consequente limitação da utilização da carreira de tiro, nomeadamente no que se refere às armas permitidas e aos correspondentes períodos de funcionamento, estando em causa, em particular, as armas de pólvora preta e as de calibre 9 mm e .45 ACP. Neste contexto, a FPT solicitou um estudo para:

- Caracterização dos níveis de ruído associados ao funcionamento da carreira de tiro;
- Avaliação da incomodidade dos moradores das áreas limítrofes do CNDJ;
- Definição de medidas de correcção que permitam alargar os horários de utilização da carreira de tiro para os diversos tipos de armas, incluindo as armas de pólvora preta e as de calibre 9 mm e .45 ACP.

Para atender à solicitação da FPT foram então desenvolvidas as seguintes tarefas:

- a) Campanha de medições para avaliação da incomodidade, em conformidade com o RGR - Regulamento Geral do Ruído [1], junto dos edifícios vizinhos da carreira de tiro do CNDJ em regime de funcionamento normal da carreira de tiro, com abertura às armas de pólvora preta e aos calibres críticos de 9 mm e .45 ACP. Esta tarefa foi realizada em 2 dias diferentes (15 e 19 de Junho) de modo a cumprir os critérios da APA (Agência Portuguesa do Ambiente) [2].
- b) Estudo para avaliação dos períodos admissíveis de funcionamento da carreira de tiro com atiradores de calibres críticos de modo a satisfazer os limites legais de ruído;
- c) Estudo para avaliação do nível de ruído para utilização da carreira de tiro em pleno para cenários típicos de competição definidos pela Federação Portuguesa de Tiro (5 tiros em 5 minutos nas provas de precisão e 5 tiros em 20 ou 60 segundos nas prova de velocidade);
- d) Projecto base de barreira acústica para colocação dos níveis de ruído dentro dos limites legais na situação de cenários de competição.

## 2. DESCRIÇÃO DO LOCAL

A carreira de tiro situa-se próximo do limite oriental do Centro Desportivo Nacional do Jamor (ver caixa a vermelho na Figura 1), o qual é definido pela Av. Duque de Loulé e pela Rua Bernardo Santareno (Linda-a-Velha). De acordo com a carta classificação acústica de zonas sensíveis e mistas do concelho de Oeiras [3], os edifícios que ladeiam, a nascente, a Av. Duque de Loulé e a Rua Bernardo Santareno, constituem a fronteira de uma zona urbana (conforme PDM do concelho de Oeiras [4]) de classificação mista. O CNDJ, a poente destas duas vias, constitui uma área não classificada.

A carreira de tiro situa-se num local fortemente arborizado, a uma cota inferior em cerca de 16 m à cota de implantação dos edifícios da Rua Bernardo Santareno (receptores sensíveis), onde ocorrem as queixas devidas a ruído excessivo (Figura 2). A transição de cotas é efectuada através de um talude com inclinação de cerca de 25 % ao longo do limite da carreira de tiro.

A carreira de tiro divide-se em duas carreiras de tiro ao ar livre (Figura 2). A nascente situa-se a carreira de tiro de 50 m (com 30 linhas) e a poente localiza-se a carreira de tiro de 25 m, onde são efectuados disparos com pistola, eventualmente de pólvora negra ou de calibre elevado. A carreira de tiro de 25 m divide-se em três zonas de tiro, cada uma destinada a 10 atiradores (linhas). Cada zona é separada por muros laterais revestidos a borracha que se desenvolvem ao longo da carreira de tiro com 2,60 m de altura.



Figura 1 – Foto de satellite com visualização do CDNJ e da carreira de tiro e dos edifícios correspondentes aos receptores sensíveis da Rua Bernardo Santareno (caixa a vermelho).

As zonas de tiro apresentam cobertura inclinada em chapas onduladas de fibrocimento com forro de esteira em gesso cartonado. O interior da zona de tiro apresenta uma bancada para a assistência em alvenaria ou betão rebocado e paredes laterais e de fundo em alvenaria rebocada.





Figura 2 – Ortofotomapa com visualização da carreira de tiro (em baixo) e dos edifícios corresponsáveis aos receptores sensíveis (em cima).

A carreira de tiro apresenta diversas barreiras acústicas, concretizadas por um painel de tábuas de madeira (que deverá ser muito pouco eficiente devido ao elevado número de pequenas aberturas – ver Figura 3 – Barreira C) com altura média de 2,50 m, localizado na crista do talude que delimita a carreira de tiro, e também por duas vigas de betão armado com 60 cm de espessura e 1,00 e 1,75 m, de altura, revestidas a borracha e localizadas a uma altura de 2,35 m, a cerca de 1,80 e 6,80 m de distância da zona de tiro, respectivamente (ver barreiras A e B na Figura 3).

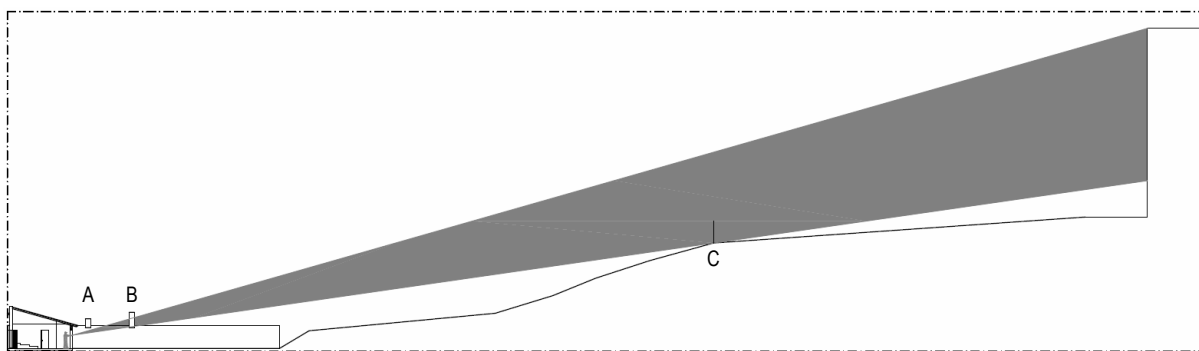


Figura 3 – Corte da zona de tiro da carreira de 25 m, com perfil do terreno e ilustração da propagação sonora (na ausência de obstáculos e sem reflexões) até ao receptor sensível (edifício na Rua Bernardo Santareno).

Conforme se observa na Figura 3, a viga maior (B) deverá constituir actualmente o maior obstáculo à propagação sonora até aos receptores sensíveis (edifícios de habitação com 7 pisos – ver Figura 4) . No entanto, pelo facto desta barreira ser constituída por uma viga e não por um muro, ocorre difracção superior e também inferior, o que reduz a atenuação sonora. Simultaneamente, as vigas têm apenas a largura da carreira de tiro, o que permite a ocorrência de difracção lateral, a qual contribui também para a redução da atenuação sonora.

### 3. AVALIAÇÃO DA INCOMODIDADE – SITUAÇÃO ACTUAL

Foram efectuadas medições pela empresa MATÉRIA, Lda., a qual está acreditada para o efeito (ver relatório de avaliação de incomodidade [5]). As medições foram realizadas com um sonómetro Brüel & Kjær 2250 nos dias 15 e 19 de Junho, em que se observou bom tempo, com temperaturas próximas dos 17 °C e vento leve a fraco (inferior a 10 km/h ou 2,8 m/s).

Os ensaios foram efectuados junto de um dos receptores sensíveis (Figura 4) a 1,5 m de altura do solo.

A localização da fonte e do receptor permite desprezar a diferença entre as condições meteorológicas favoráveis e homogêneas de propagação sonora nas avaliações de longo prazo.

Os ensaios foram efectuados de forma isolada para cada tipo de arma (pólvora preta, 9 mm e .45 ACP). Para cada caso, foram efectuadas medições do disparo de uma arma e de duas armas do mesmo tipo em simultâneo. Foram também efectuadas medições, em cada caso, do nível sonoro contínuo equivalente associado a um conjunto de disparos de várias armas no âmbito de uma simulação de situações de competição.

Finalmente, foram também efectuadas medições de ruído residual, na ausência de qualquer disparo.

Em seguida, apresentam-se os resultados obtidos.



Figura 4 – Vista de receptor sensível (edifício de habitação da Rua Bernardo Santareno com 7 pisos) e da localização do sonómetro utilizado para avaliação da incomodidade.

### 3.1. Ruído residual

Nas Figuras 5 e 6 apresentam-se medições de 15 minutos do nível sonoro residual na ausência de disparos de armas de munição com pólvora preta ou de calibre elevado (9 mm e .45 ACP).

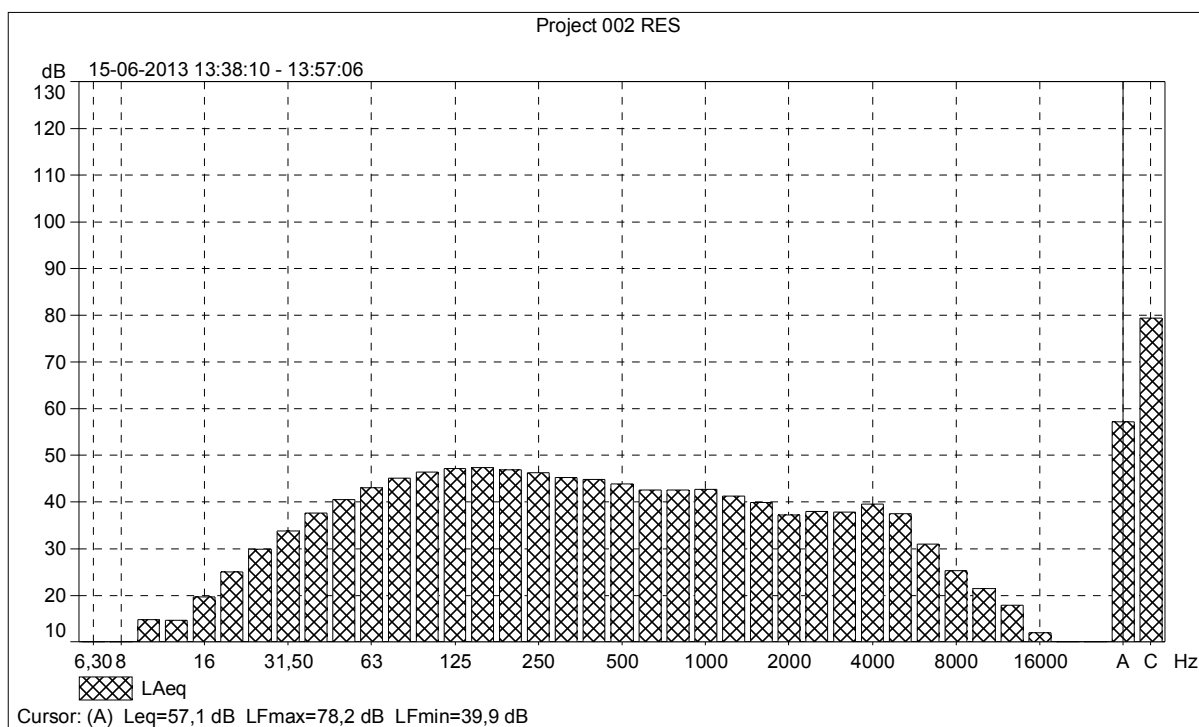


Figura 5 – Medição do nível sonoro residual efectuada a 15 de Junho de 2013.



As medições foram efectuadas no dia 15 de Junho (sábado), no início da tarde, antes das 14h00, e no dia 19 de Junho (quarta-feira), no início da manhã, após as 9h00. As medições do dia 15 de Junho incluem alguns disparos da carreira de tiro de 50 m com carabina de baixo calibre, relativamente às quais não existem queixas dos moradores. Contribui também para o ruído residual o tráfego ocasional na Rua Bernardo Santareno e o tráfego contínuo na A5, apesar de esta rodovia se situar a cerca de 700 m de distância.

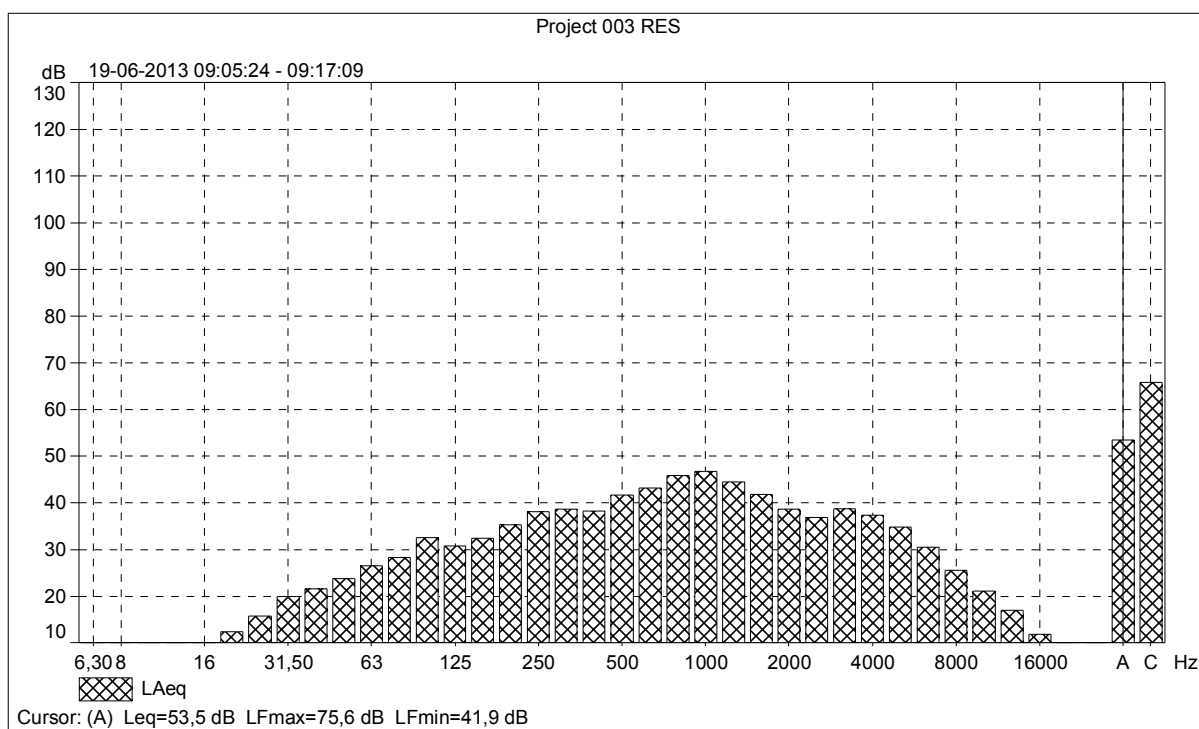


Figura 6 – Medição do nível sonoro residual efectuada a 19 de Junho de 2013.

As Figuras 5 e 6 apresentam algumas diferenças na forma do espectro, principalmente nas baixas frequências, onde a ponderação A é mais intensa. Os níveis sonoros contínuos equivalentes  $L_{A,eq}$  situam-se entre 53,5 e 57,1 dB(A), adoptando-se na análise o valor médio: 55,7 dB(A).

### 3.2. Ruído com pistolas de pólvora preta

Nas Figuras 7 a 9 apresentam-se as medições do nível sonoro para o disparo isolado de uma pistola de pólvora preta.

Observa-se que o sinal sonoro tem características impulsivas e que os espectros obtidos são muito semelhantes, apresentando maior conteúdo energético abaixo dos 50 Hz. Apesar de neste tipo de arma poderem ocorrer ligeiras variações na quantidade e nas características da pólvora carregada, com a consequente variação da potência do disparo, os valores de máximos de  $L_A$  situaram-se entre 66,7 e 67,4 dB(A) e os valores de  $L_{A,eq}$  para o período de medição (de apenas 6 segundos) situaram-se entre 54,4 e 55,8 dB(A).

Na Figura 10 apresenta-se a medição do nível sonoro para o disparo simultâneo de duas pistolas de pólvora preta, observando-se o aumento esperado dos níveis sonoros em cerca de 3 dB(A) para  $L_{A,máx} = 70,4$  dB(A) e  $L_{A,eq} = 60,6$  dB(A).



(neste caso, o aumento foi ligeiramente mais elevado, podendo existir algum contributo de outras fontes, como por exemplo a circulação pontual de um automóvel ligeiro em baixa velocidade).

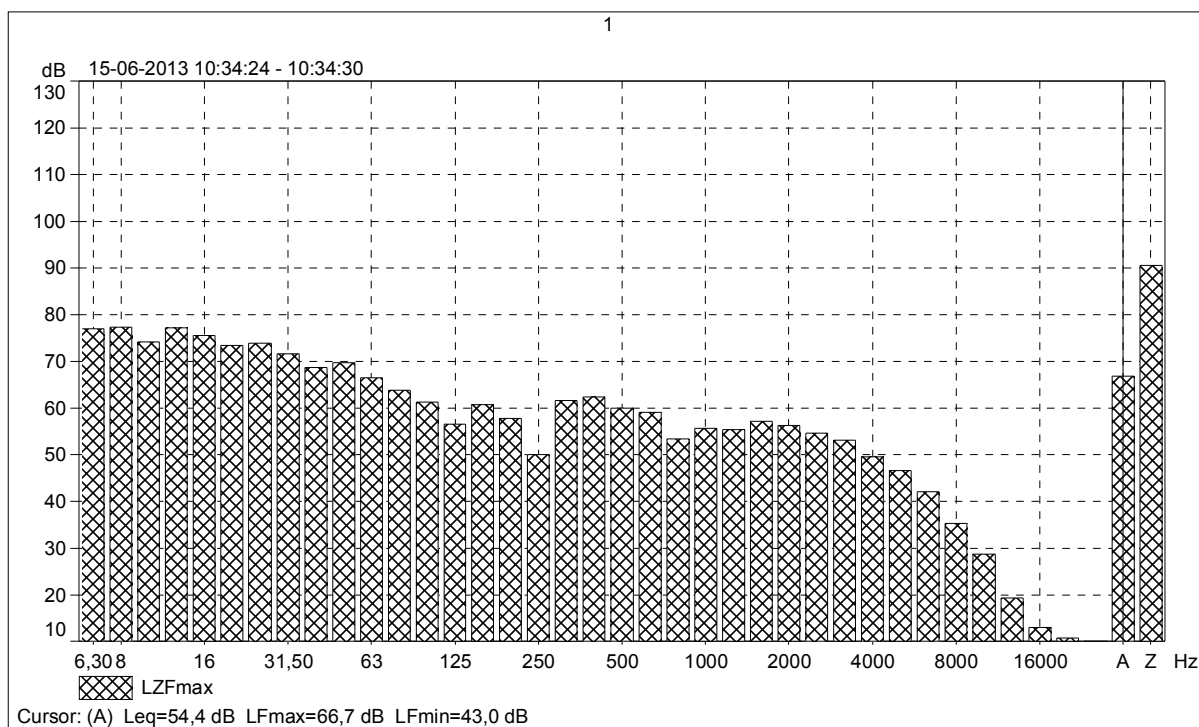


Figura 7 – Medição do nível sonoro para o disparo isolado de uma pistola de pólvora preta.

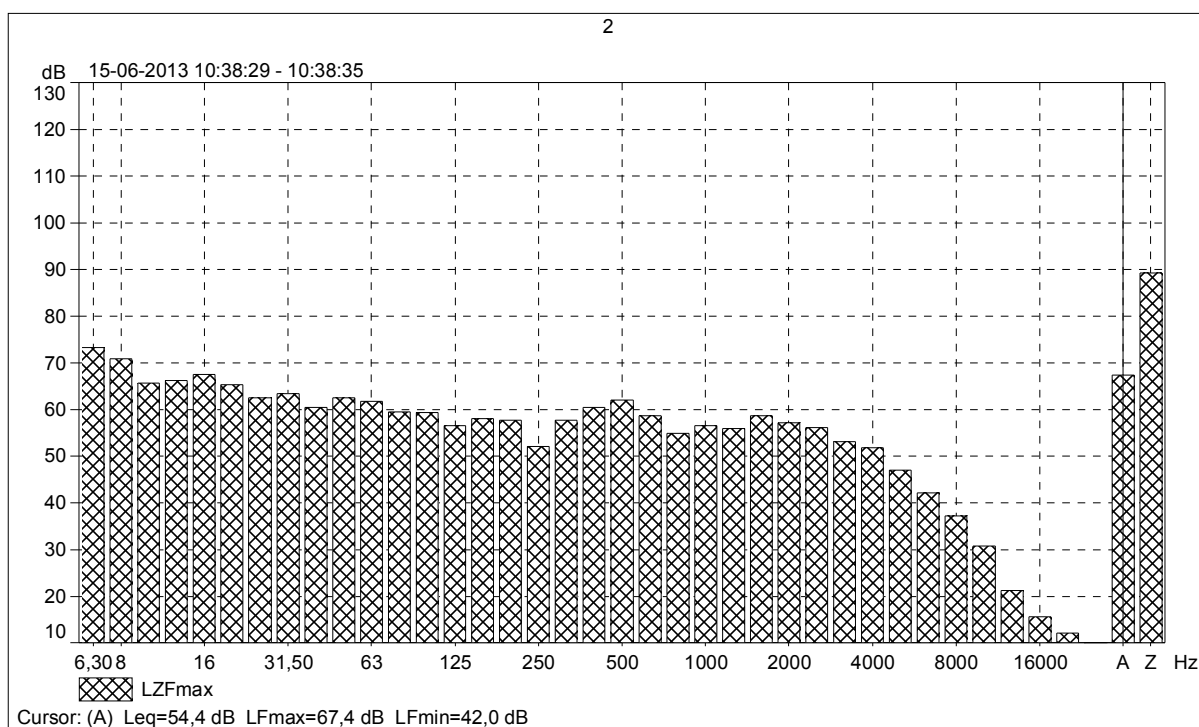


Figura 8 – Medição do nível sonoro para o disparo isolado de uma pistola de pólvora preta.

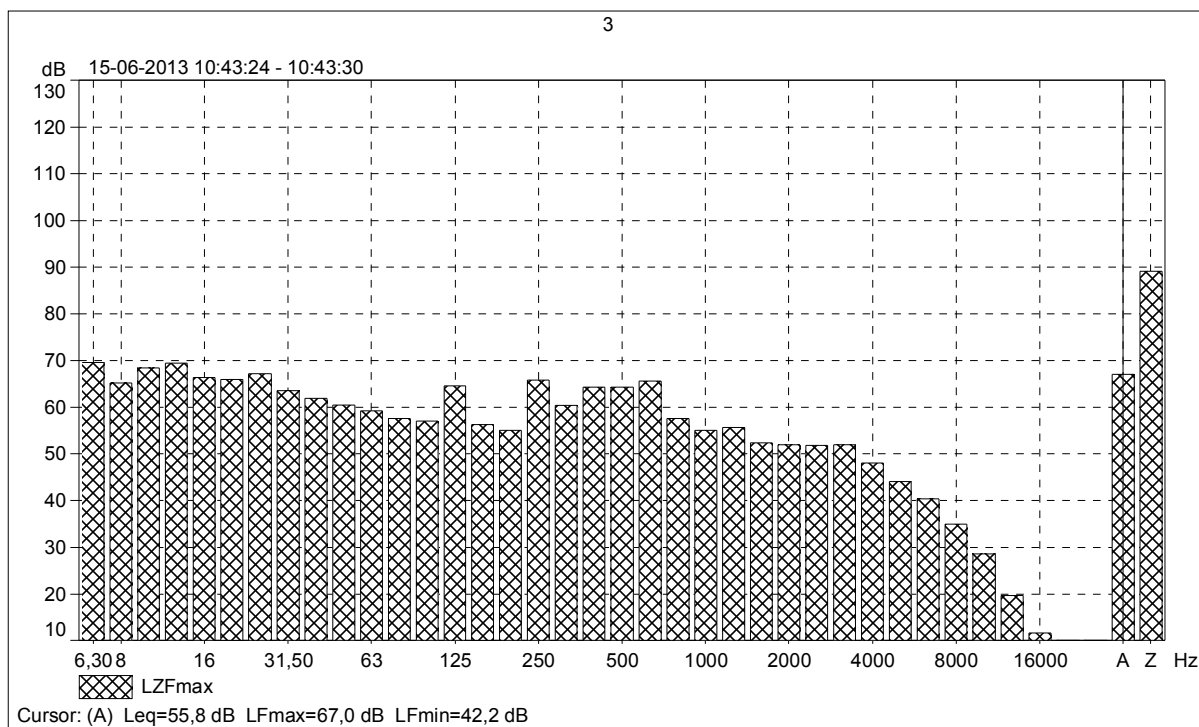


Figura 9 – Medição do nível sonoro para o disparo isolado de uma pistola de pólvora preta.

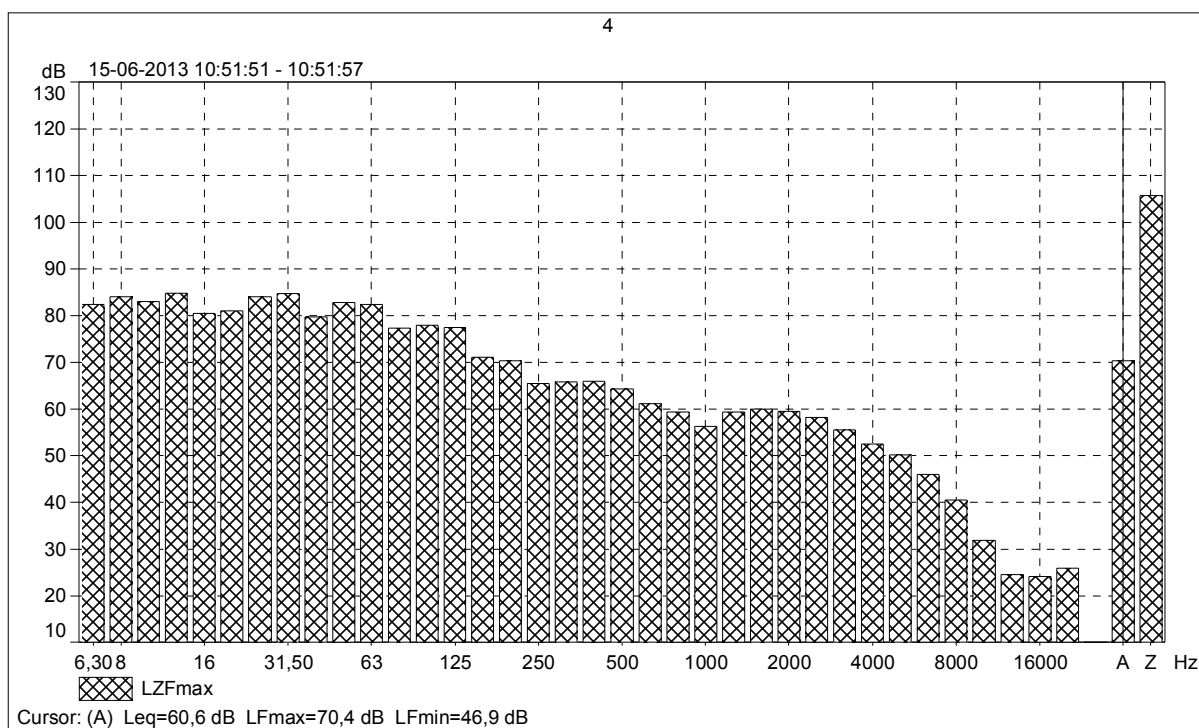


Figura 10 – Medição do nível sonoro para o disparo simultâneo de duas pistolas de pólvora preta.

Na Figura 11 apresenta-se a medição, ao longo de 6 minutos, do nível sonoro para uma sequência de disparos de pistolas de pólvora preta. O tempo de medição excede ligeiramente o tempo de duração de uma prova de competição e é representativo do ruído ambiente na presença desta fonte particular. Obteve-se  $L_{A,eq} = 57,0$  dB(A), ou seja, apenas ligeiramente superior ao ruído residual. Este valor de  $L_{A,eq}$  indica também que a probabilidade de ter disparos em simultâneo com um número reduzido de atiradores é relativamente pequena, podendo, no entanto, aumentar na presença de mais atiradores. O nível  $L_{A,máx}$  foi de 74,3 dB(A), inferior ao observado nas medições de ruído residual.

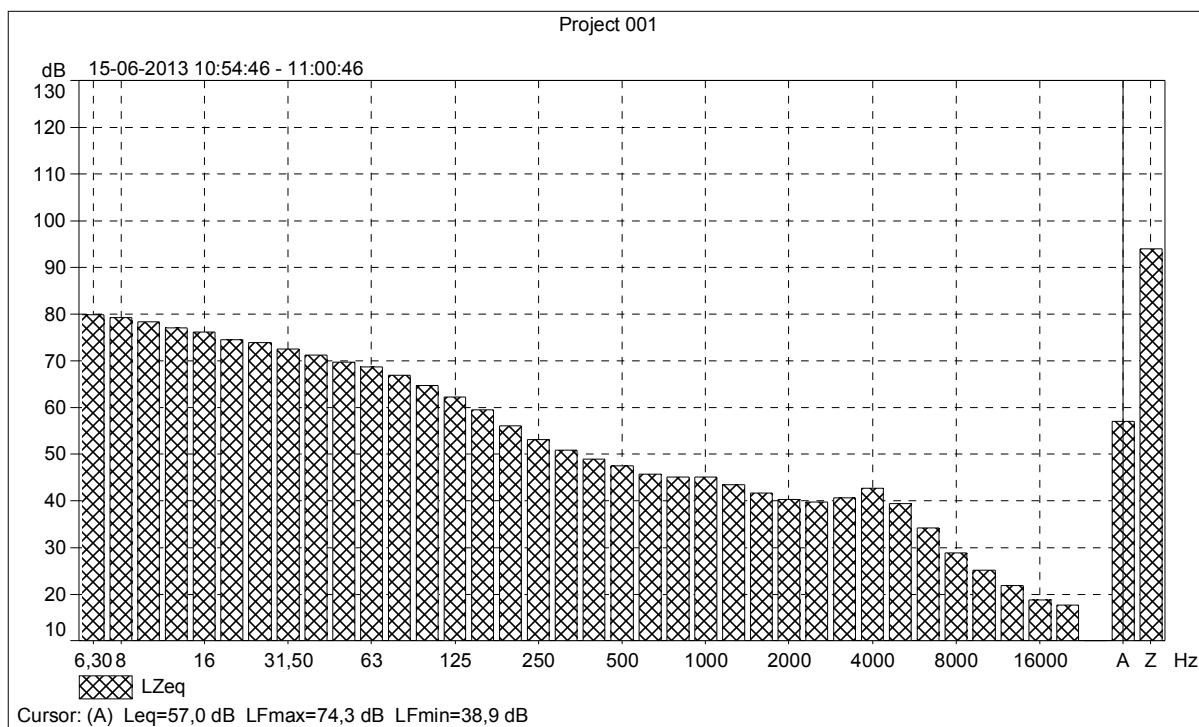


Figura 11 – Medição do nível sonoro para uma sequência de disparos de pistolas de pólvora preta.

A avaliação do nível de ruído ambiente na presença desta fonte sonora depende do tempo de utilização da carreira de tiro por utentes de armas de pólvora preta. Assim, tendo por base o funcionamento da carreira de tiro das 8h00 às 20h00 no período de Verão (Abril a Setembro), apresentam-se estimativas dos níveis sonoros contínuos equivalentes no período diurno (7h00 – 20h00), obtidas por ponderação (Figuras 5 e 6: 50 % do tempo de paragem cada uma; Figuras 7 a 9: 13,33 % do tempo de funcionamento cada uma; Figura 10: 10 % do tempo de funcionamento; Figura 11: 50 % do tempo de funcionamento) com contabilização de uma penalização de 3 dB(A) devida ao carácter impulsivo do ruído particular, para utilizações de:

- 0 horas (0,00 % do período):  $L_d = 55,7$  dB(A);  $D = 4$  dB(A);  $L_d - L_{d,residual} = 0,0$  dB(A)  $\leq 9$  dB(A);
- 1 hora (7,69 % do período):  $L_d = 56,2$  dB(A);  $D = 4$  dB(A);  $L_d - L_{d,residual} = 0,5$  dB(A)  $\leq 9$  dB(A);
- 2 horas (15,38 % do período):  $L_d = 56,6$  dB(A);  $D = 3$  dB(A);  $L_d - L_{d,residual} = 0,9$  dB(A)  $\leq 8$  dB(A);
- 3 horas (23,08 % do período):  $L_d = 57,1$  dB(A);  $D = 3$  dB(A);  $L_d - L_{d,residual} = 1,4$  dB(A)  $\leq 8$  dB(A);
- 4 horas (30,77 % do período):  $L_d = 57,4$  dB(A);  $D = 2$  dB(A);  $L_d - L_{d,residual} = 1,7$  dB(A)  $\leq 7$  dB(A);

- 5 horas (38,46 % do período):  $L_d = 57,8 \text{ dB(A)}$ ;  $D = 2 \text{ dB(A)}$ ;  $L_d - L_{d,\text{residual}} = 2,1 \text{ dB(A)} \leq 7 \text{ dB(A)}$ ;
- 6 horas (46,15 % do período):  $L_d = 58,1 \text{ dB(A)}$ ;  $D = 2 \text{ dB(A)}$ ;  $L_d - L_{d,\text{residual}} = 2,4 \text{ dB(A)} \leq 7 \text{ dB(A)}$ ;
- 7 horas (53,85 % do período):  $L_d = 58,4 \text{ dB(A)}$ ;  $D = 1 \text{ dB(A)}$ ;  $L_d - L_{d,\text{residual}} = 2,7 \text{ dB(A)} \leq 6 \text{ dB(A)}$ ;
- 8 horas (61,54 % do período):  $L_d = 58,7 \text{ dB(A)}$ ;  $D = 1 \text{ dB(A)}$ ;  $L_d - L_{d,\text{residual}} = 3,0 \text{ dB(A)} \leq 6 \text{ dB(A)}$ ;
- 9 horas (69,23 % do período):  $L_d = 59,0 \text{ dB(A)}$ ;  $D = 1 \text{ dB(A)}$ ;  $L_d - L_{d,\text{residual}} = 3,3 \text{ dB(A)} \leq 6 \text{ dB(A)}$ ;
- 10 horas (76,92 % do período):  $L_d = 59,2 \text{ dB(A)}$ ;  $D = 0 \text{ dB(A)}$ ;  $L_d - L_{d,\text{residual}} = 3,5 \text{ dB(A)} \leq 5 \text{ dB(A)}$ ;
- 11 horas (84,62 % do período):  $L_d = 59,5 \text{ dB(A)}$ ;  $D = 0 \text{ dB(A)}$ ;  $L_d - L_{d,\text{residual}} = 3,8 \text{ dB(A)} \leq 5 \text{ dB(A)}$ ;
- 12 horas (92,31 % do período):  $L_d = 59,7 \text{ dB(A)}$ ;  $D = 0 \text{ dB(A)}$ ;  $L_d - L_{d,\text{residual}} = 4,0 \text{ dB(A)} \leq 5 \text{ dB(A)}$ .

Conclui-se que, independentemente do tempo de utilização da carreira de tiro por armas de pólvora preta, os limites regulamentares para a diferença entre o nível sonoro contínuo equivalente ponderado A do ruído ambiente  $L_d$  determinado durante a ocorrência do ruído particular dos disparos, corrigido do parâmetro que considera o carácter impulsivo do ruído, e o nível sonoro contínuo equivalente ponderado A do ruído ambiente na ausência do ruído particular ( $L_{d,\text{residual}}$ ) não são excedidos.

Os níveis sonoros nos períodos de entardecer (20h00 – 23h00) e nocturno (23h00 – 7h00) não são afectados pelo funcionamento da carreira de tiro, assumindo-se que se mantêm constantes nos valores de  $L_e = 57,1 \text{ dB(A)}$  e  $L_n = 53,5 \text{ dB(A)}$ , respectivamente. Desta forma, os valores integrados para as 24 horas do dia através do indicador  $L_{\text{den}}$ , são apresentados abaixo em função do tempo de utilização da carreira de tiro com armas de pólvora preta:

- 0 horas:  $L_{\text{den}} = 60,6 \text{ dB(A)}$ ;
- 1 hora:  $L_{\text{den}} = 60,7 \text{ dB(A)}$ ;
- 2 horas:  $L_{\text{den}} = 60,8 \text{ dB(A)}$ ;
- 3 horas:  $L_{\text{den}} = 60,9 \text{ dB(A)}$ ;
- 4 horas:  $L_{\text{den}} = 61,0 \text{ dB(A)}$ ;
- 5 horas:  $L_{\text{den}} = 61,1 \text{ dB(A)}$ ;
- 6 horas:  $L_{\text{den}} = 61,1 \text{ dB(A)}$ ;
- 7 horas:  $L_{\text{den}} = 61,2 \text{ dB(A)}$ ;
- 8 horas:  $L_{\text{den}} = 61,3 \text{ dB(A)}$ ;
- 9 horas:  $L_{\text{den}} = 61,4 \text{ dB(A)}$ ;
- 10 horas:  $L_{\text{den}} = 61,5 \text{ dB(A)}$ ;
- 11 horas:  $L_{\text{den}} = 61,5 \text{ dB(A)}$ ;
- 12 horas:  $L_{\text{den}} = 61,6 \text{ dB(A)}$ .

Conclui-se que, independentemente do tempo de utilização da carreira de tiro com pistolas de munição de pólvora preta, os níveis sonoros  $L_{\text{den}}$  não excedem os limites para zonas classificadas como mistas ( $L_{\text{den,máx}} = 65 \text{ dB(A)}$ ) e para zonas não classificadas ( $L_{\text{den,máx}} = 63 \text{ dB(A)}$ ). Relativamente ao período nocturno, conclui-se que o nível sonoro  $L_n$  poderá exceder muito ligeiramente o limite admissível para zona não classificada ( $L_{n,\text{máx}} = 53 \text{ dB(A)}$ ) mas não excede o limite para zona não mista ( $L_{n,\text{máx}} = 55 \text{ dB(A)}$ ).



No caso do local em causa poder vir a ser classificado como zona sensível com limites  $L_{den,máx} = 55 \text{ dB(A)}$  e  $L_{n,máx} = 45 \text{ dB(A)}$ , conclui-se que esses limites são excedidos em mais de 5 dB(A) mesmo na ausência de funcionamento da carreira de tiro com as armas em causa, sendo então necessário avaliar que outras fontes contribuem para o ruído ambiente, o que não faz parte do âmbito do presente relatório.

### 3.3. Ruído com revólveres .45 ACP

Nas Figuras 12 a 14 apresentam-se as medições do nível sonoro para o disparo isolado de um revólver .45 ACP.

Observa-se que o sinal sonoro tem características impulsivas e que os espectros obtidos são muito semelhantes, apresentando o maior conteúdo energético abaixo dos 63 Hz. Existem, no entanto, diferenças entre as armas utilizadas, obtendo-se valores máximos de  $L_A$  entre 61,9 e 66,2 dB(A), os quais são ligeiramente inferiores aos obtidos com pólvora preta. Os valores de  $L_{A,eq}$  obtidos para o período de medição (de apenas 6 segundos) situaram-se entre 53,1 e 55,8 dB(A), ou seja, num intervalo semelhante ao obtido com pistolas de pólvora preta.

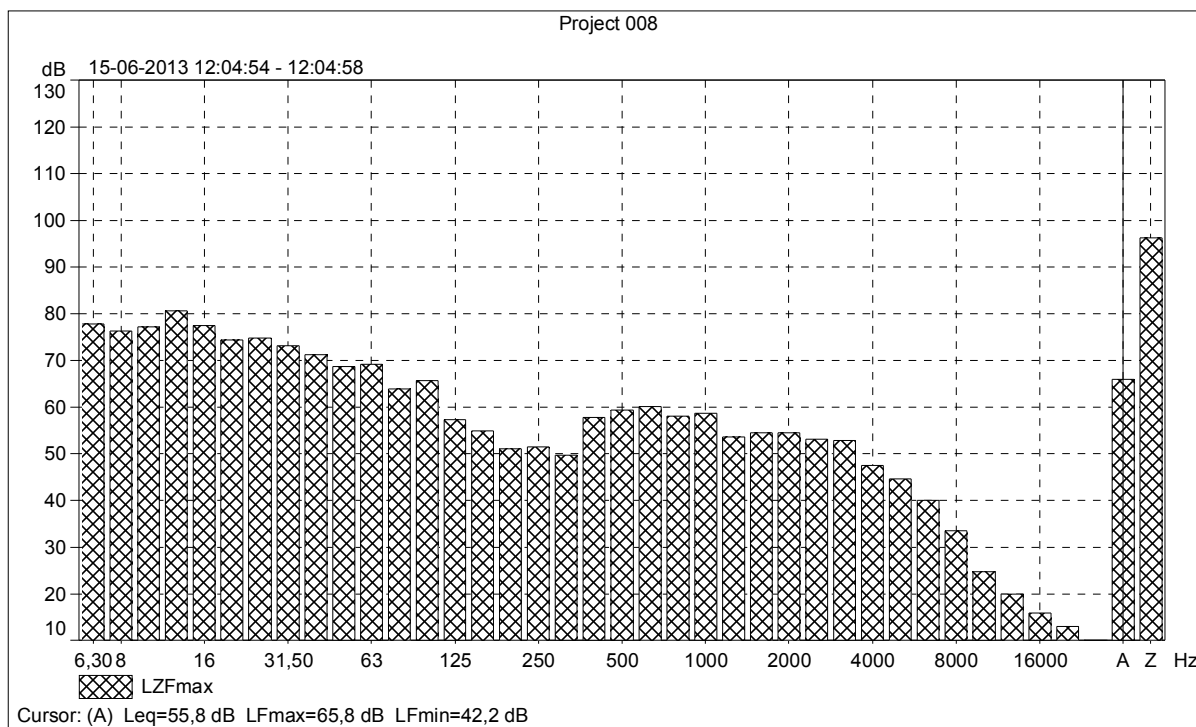


Figura 12 – Medição do nível sonoro para o disparo isolado de um revólver .45 ACP.

Nas Figuras 15 e 16 apresenta-se a medição do nível sonoro para o disparo simultâneo de dois revólveres .45 ACP, observando-se o aumento significativamente superior ao esperado dos níveis sonoros para  $L_{A,máx} = 73,7$  a  $74,4 \text{ dB(A)}$  e  $L_{A,eq} = 63,6$  a  $65,4 \text{ dB(A)}$ , o que indicia a possibilidade de algum contributo de outras fontes sonoras, como por exemplo a circulação pontual de um automóvel ligeiro.

Na Figura 17 apresenta-se a medição, ao longo de 6 minutos, do nível sonoro para uma sequência de disparos de revólveres .45 ACP. O tempo de medição excede ligeiramente o tempo de duração de uma prova de competição e é representativo do ruído ambiente na presença desta fonte particular.

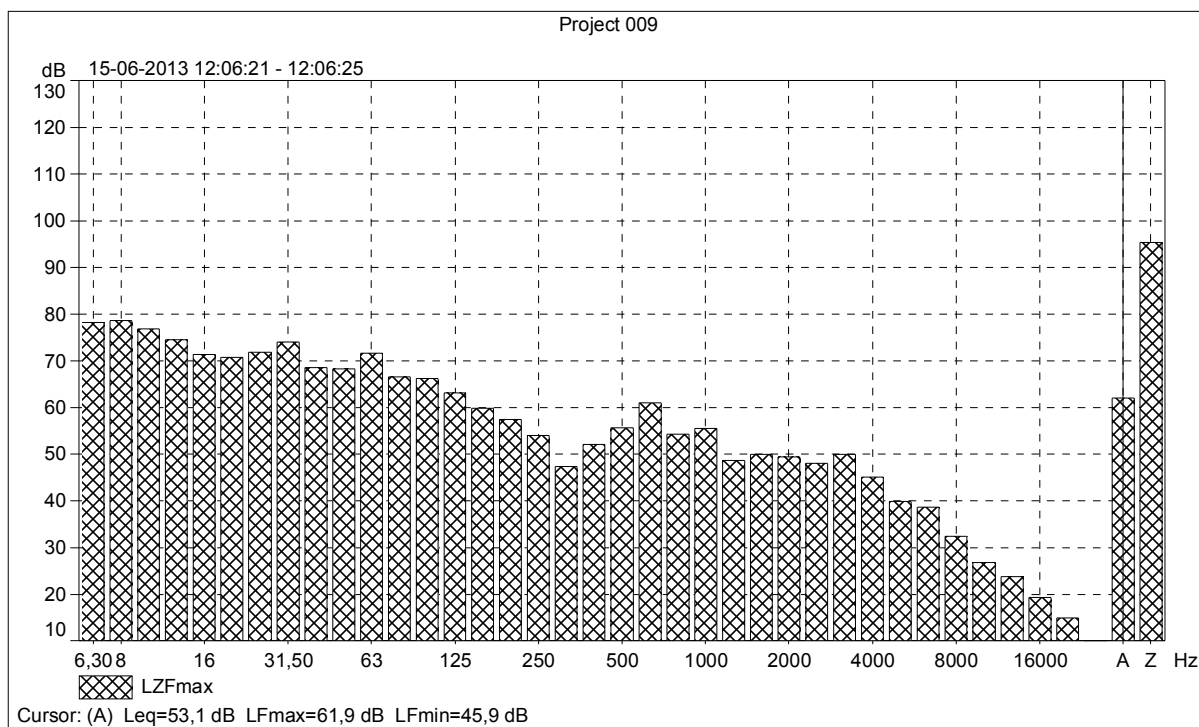


Figura 13 – Medição do nível sonoro para o disparo isolado de um revólver .45 ACP.

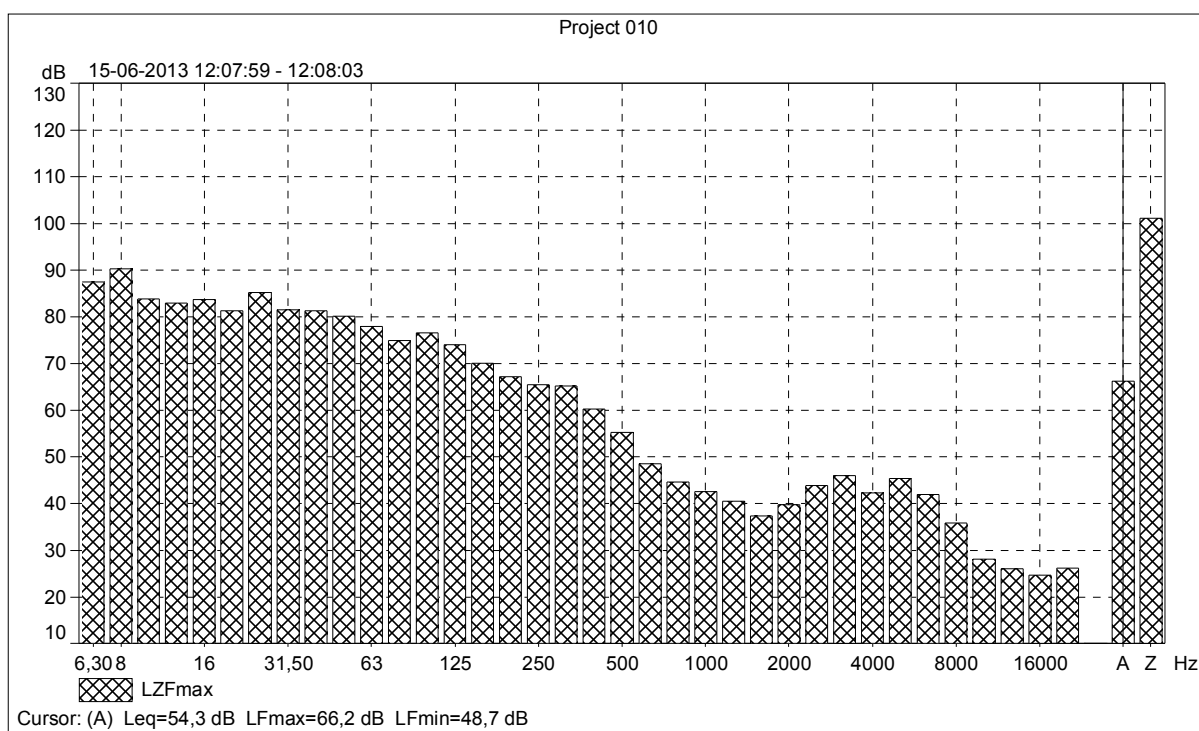


Figura 14 – Medição do nível sonoro para o disparo isolado de um revólver .45 ACP.

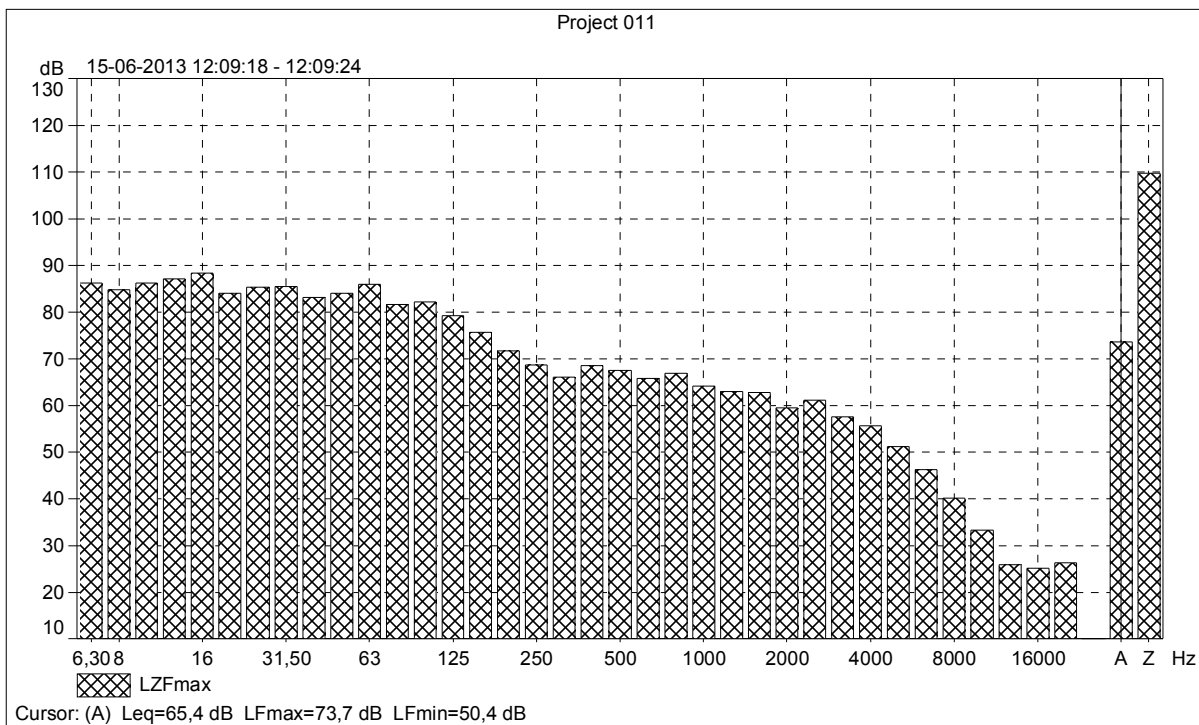


Figura 15 – Medição do nível sonoro para o disparo simultâneo de dois revólveres .45 ACP.

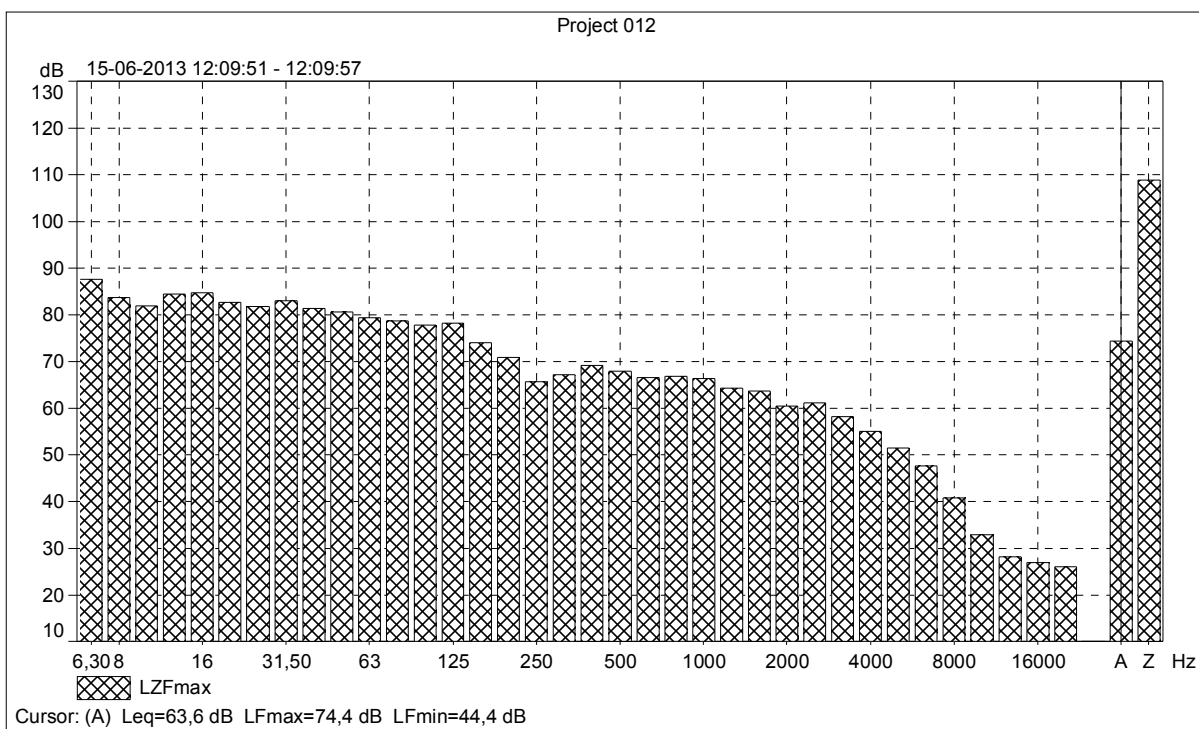


Figura 16 – Medição do nível sonoro para o disparo simultâneo de dois revólveres .45 ACP.

Obteve-se um valor de  $L_{A,eq} = 60,9 \text{ dB(A)}$  superior em cerca de  $5 \text{ dB(A)}$  ao nível de ruído residual. Este valor de  $L_{A,eq}$  é inferior aos valores obtidos com um único disparo, o que indica que a probabilidade de ter disparos em simultâneo com um número reduzido de atiradores é relativamente pequena, podendo, no entanto, aumentar na presença de mais atiradores. O nível  $L_{A,máx}$  foi de  $78,4 \text{ dB(A)}$  e, portanto, praticamente idêntico ao máximo observado nas medições de ruído residual, fortalecendo a indicação de que existem outras fontes de ruído ocasionais. A observação no local permitiu identificar o arranque ocasional de veículos estacionados com a consequente aceleração para início de marcha.

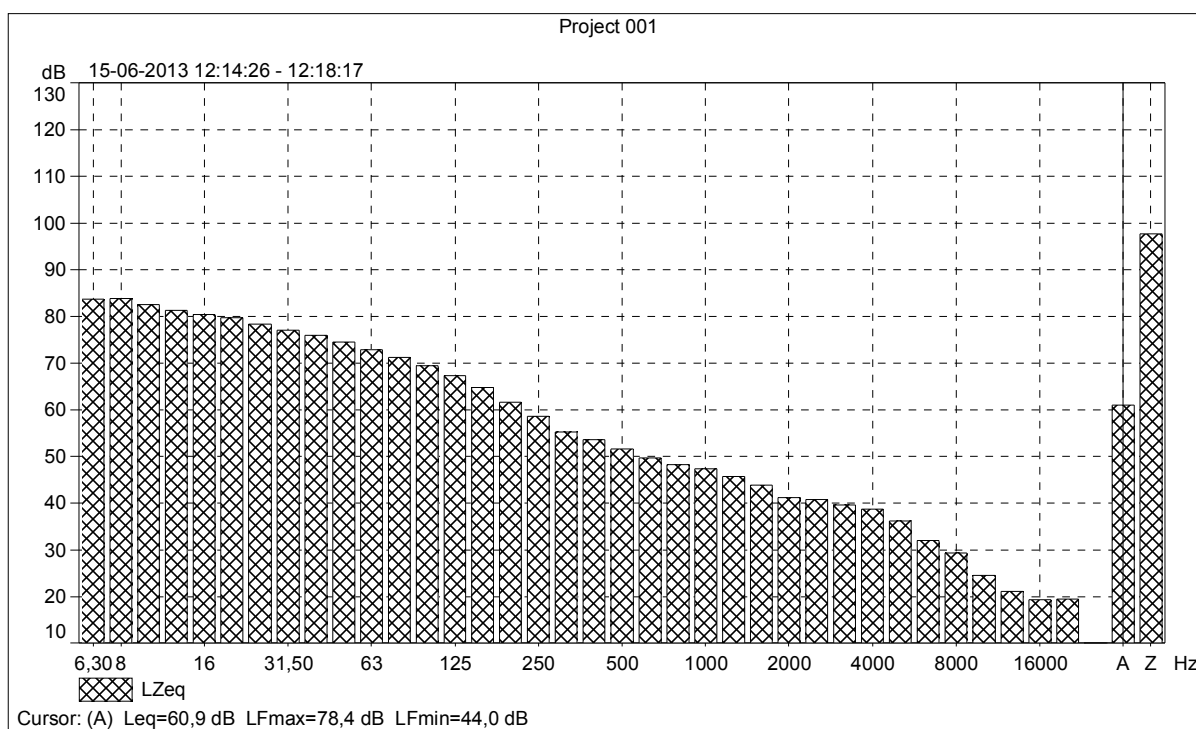


Figura 17 – Medição do nível sonoro para uma sequência de disparos de revólveres .45 ACP.

A avaliação do nível de ruído ambiente na presença desta fonte sonora depende do tempo de utilização da carreira de tiro por utentes de revólveres .45 ACP. Assim, tendo por base o funcionamento da carreira de tiro das 8h00 às 20h00 no período de Verão (Abril a Setembro), apresentam-se estimativas dos níveis sonoros contínuos equivalentes no período diurno (7h00 – 20h00), obtidas por ponderação (Figuras 5 e 6: 50 % do tempo de paragem cada uma; Figuras 12 a 14: 10 % do tempo de funcionamento cada uma; Figuras 15 e 16: 10 % do tempo de funcionamento cada uma; Figura 17: 50 % do tempo de funcionamento) com contabilização de uma penalização de  $3 \text{ dB(A)}$  devida ao carácter impulsivo do ruído particular, para utilizações de:

- 0 horas (0,00 % do período):  $L_d = 55,7 \text{ dB(A)}$ ;  $D = 4 \text{ dB(A)}$ ;  $L_d - L_{d,residual} = 0,0 \text{ dB(A)} \leq 9 \text{ dB(A)}$ ;
- 1 hora (7,69 % do período):  $L_d = 57,3 \text{ dB(A)}$ ;  $D = 4 \text{ dB(A)}$ ;  $L_d - L_{d,residual} = 1,6 \text{ dB(A)} \leq 9 \text{ dB(A)}$ ;
- 2 horas (15,38 % do período):  $L_d = 58,5 \text{ dB(A)}$ ;  $D = 3 \text{ dB(A)}$ ;  $L_d - L_{d,residual} = 2,8 \text{ dB(A)} \leq 8 \text{ dB(A)}$ ;
- 3 horas (23,08 % do período):  $L_d = 59,4 \text{ dB(A)}$ ;  $D = 3 \text{ dB(A)}$ ;  $L_d - L_{d,residual} = 3,7 \text{ dB(A)} \leq 8 \text{ dB(A)}$ ;
- 4 horas (30,77 % do período):  $L_d = 60,2 \text{ dB(A)}$ ;  $D = 2 \text{ dB(A)}$ ;  $L_d - L_{d,residual} = 4,5 \text{ dB(A)} \leq 7 \text{ dB(A)}$ ;



- 5 horas (38,46 % do período):  $L_d = 60,8 \text{ dB(A)}$ ;  $D = 2 \text{ dB(A)}$ ;  $L_d - L_{d,\text{residual}} = 5,1 \text{ dB(A)} \leq 7 \text{ dB(A)}$ ;
- 6 horas (46,15 % do período):  $L_d = 61,4 \text{ dB(A)}$ ;  $D = 2 \text{ dB(A)}$ ;  $L_d - L_{d,\text{residual}} = 5,7 \text{ dB(A)} \leq 7 \text{ dB(A)}$ ;
- 7 horas (53,85 % do período):  $L_d = 61,9 \text{ dB(A)}$ ;  $D = 1 \text{ dB(A)}$ ;  $L_d - L_{d,\text{residual}} = 6,2 \text{ dB(A)} > 6 \text{ dB(A)}$ ;
- 8 horas (61,54 % do período):  $L_d = 62,3 \text{ dB(A)}$ ;  $D = 1 \text{ dB(A)}$ ;  $L_d - L_{d,\text{residual}} = 6,6 \text{ dB(A)} > 6 \text{ dB(A)}$ ;
- 9 horas (69,23 % do período):  $L_d = 62,7 \text{ dB(A)}$ ;  $D = 1 \text{ dB(A)}$ ;  $L_d - L_{d,\text{residual}} = 7,0 \text{ dB(A)} > 6 \text{ dB(A)}$ ;
- 10 horas (76,92 % do período):  $L_d = 63,1 \text{ dB(A)}$ ;  $D = 0 \text{ dB(A)}$ ;  $L_d - L_{d,\text{residual}} = 7,4 \text{ dB(A)} > 5 \text{ dB(A)}$ ;
- 11 horas (84,62 % do período):  $L_d = 63,4 \text{ dB(A)}$ ;  $D = 0 \text{ dB(A)}$ ;  $L_d - L_{d,\text{residual}} = 7,7 \text{ dB(A)} > 5 \text{ dB(A)}$ ;
- 12 horas (92,31 % do período):  $L_d = 63,8 \text{ dB(A)}$ ;  $D = 0 \text{ dB(A)}$ ;  $L_d - L_{d,\text{residual}} = 8,1 \text{ dB(A)} > 5 \text{ dB(A)}$ .

Conclui-se que os limites regulamentares para a diferença entre o nível sonoro contínuo equivalente ponderado A do ruído ambiente  $L_d$  determinado durante a ocorrência do ruído particular dos disparos, corrigido do parâmetro que considera o carácter impulsivo do ruído, e o nível sonoro contínuo equivalente ponderado A do ruído ambiente na ausência do ruído particular ( $L_{d,\text{residual}}$ ) são excedidos para utilizações da carreira de tiro com revólveres .45 ACP superiores a 6 horas.

Tal como considerado anteriormente, os níveis sonoros nos períodos de entardecer (20h00 – 23h00) e nocturno (23h00 – 7h00) não são afectados pelo funcionamento da carreira de tiro, assumindo-se que se mantêm constantes nos valores de  $L_e = 57,1 \text{ dB(A)}$  e  $L_n = 53,5 \text{ dB(A)}$ , respectivamente. Desta forma, os valores integrados para as 24 horas do dia através do indicador  $L_{\text{den}}$ , são apresentados abaixo em função do tempo de utilização da carreira de tiro com armas de calibre .45 ACP:

- 0 horas:  $L_{\text{den}} = 60,6 \text{ dB(A)}$ ;
- 1 hora:  $L_{\text{den}} = 60,9 \text{ dB(A)}$ ;
- 2 horas:  $L_{\text{den}} = 61,2 \text{ dB(A)}$ ;
- 3 horas:  $L_{\text{den}} = 61,5 \text{ dB(A)}$ ;
- 4 horas:  $L_{\text{den}} = 61,8 \text{ dB(A)}$ ;
- 5 horas:  $L_{\text{den}} = 62,0 \text{ dB(A)}$ ;
- 6 horas:  $L_{\text{den}} = 62,3 \text{ dB(A)}$ ;
- 7 horas:  $L_{\text{den}} = 62,5 \text{ dB(A)}$ ;
- 8 horas:  $L_{\text{den}} = 62,7 \text{ dB(A)}$ ;
- 9 horas:  $L_{\text{den}} = 62,9 \text{ dB(A)}$ ;
- 10 horas:  $L_{\text{den}} = 63,1 \text{ dB(A)}$ ;
- 11 horas:  $L_{\text{den}} = 63,3 \text{ dB(A)}$ ;
- 12 horas:  $L_{\text{den}} = 63,5 \text{ dB(A)}$ .

Conclui-se que, independentemente do tempo de utilização da carreira de tiro com revólveres .45 ACP, os níveis sonoros  $L_{\text{den}}$  não excedem o limite para zonas classificadas como mistas ( $L_{\text{den},\text{máx}} = 65 \text{ dB(A)}$ ). Conclui-se também que, para utilizações da carreira de tiro superiores a 9 horas, os indicadores  $L_{\text{den}}$  excedem apenas ligeiramente o limite para zonas não classificadas ( $L_{\text{den},\text{máx}} = 63 \text{ dB(A)}$ ). Tal como anteriormente se concluiu, o nível sonoro  $L_n$  no período nocturno poderá exceder muito ligeiramente o limite admissível para zona não classificada ( $L_{n,\text{máx}} = 53 \text{ dB(A)}$ ) mas não excede o limite para zona não mista ( $L_{n,\text{máx}} = 55 \text{ dB(A)}$ ).

Mais uma vez, no caso do local em causa poder vir a ser classificado como zona sensível com limites  $L_{den,máx} = 55 \text{ dB(A)}$  e  $L_{n,máx} = 45 \text{ dB(A)}$ , conclui-se que esses limites são excedidos em mais de 5 dB(A) mesmo na ausência de funcionamento da carreira de tiro com as armas em causa, sendo então necessário avaliar que outras fontes contribuem para o ruído ambiente, o que não faz parte do âmbito do presente relatório.

### 3.4. Ruído com revólveres de calibre 9 mm

Nas Figuras 18 a 21 apresentam-se as medições do nível sonoro para o disparo isolado de um revólver de 9 mm.

Observa-se, mais uma vez, que o sinal sonoro tem características impulsivas e que os espectros obtidos apresentam forma semelhante, com maior conteúdo energético abaixo dos 63 Hz. Existem, no entanto, diferenças entre as armas utilizadas, obtendo-se valores máximos de  $L_A$  entre 72,2 e 78,2 dB(A), os quais são superiores aos obtidos com as restantes armas testadas. Os valores de  $L_{A,eq}$  obtidos para o período de medição (de apenas 6 segundos) situaram-se entre 59,9 e 68,1 dB(A), ou seja, num intervalo bastante superior ao obtido com as restantes armas.

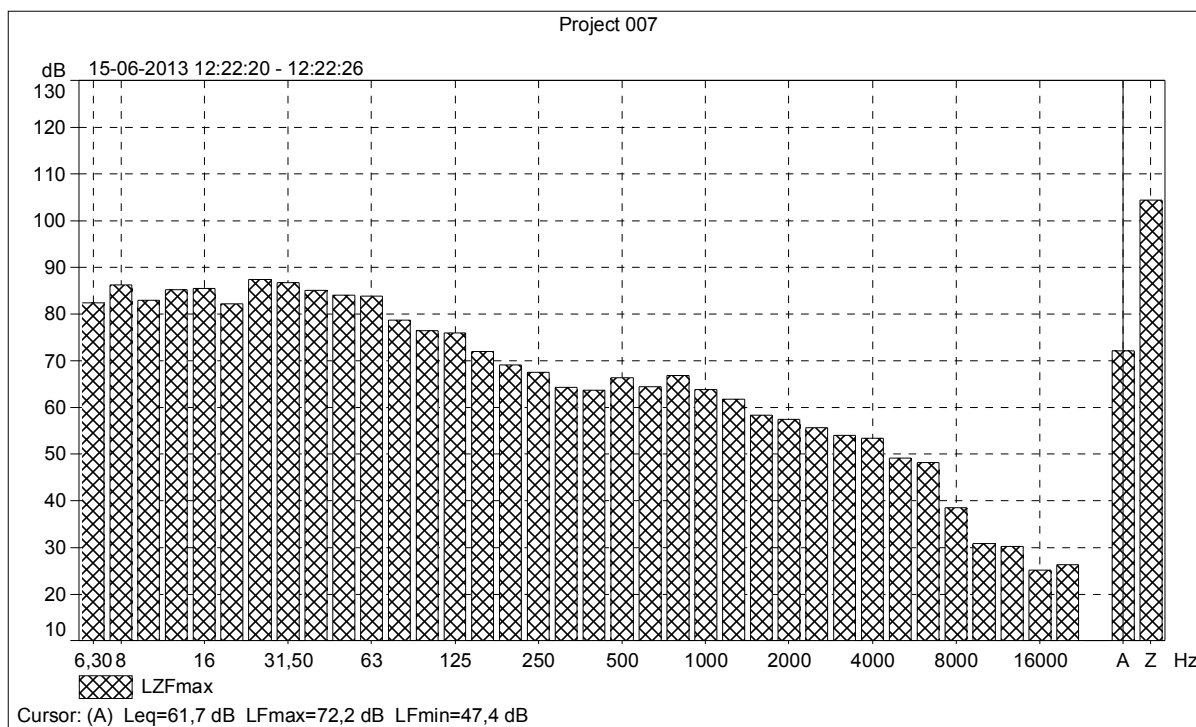


Figura 18 – Medição do nível sonoro para o disparo isolado de um revólver de 9 mm.

Nas Figuras 22 e 23 apresenta-se a medição do nível sonoro para o disparo simultâneo de dois revólveres .45 ACP, observando-se valores de  $L_{A,máx} = 75,4$  a  $76,1 \text{ dB(A)}$  e  $L_{A,eq} = 64,8$  a  $68,7 \text{ dB(A)}$ , o que, retirando a medição apresentada na Figura 19, corresponde a um aumento esperado de cerca de 3 dB(A). Note-se ainda que o valor de  $L_{A,eq} = 68,7 \text{ dB(A)}$  inclui o sobrevoio de um avião.

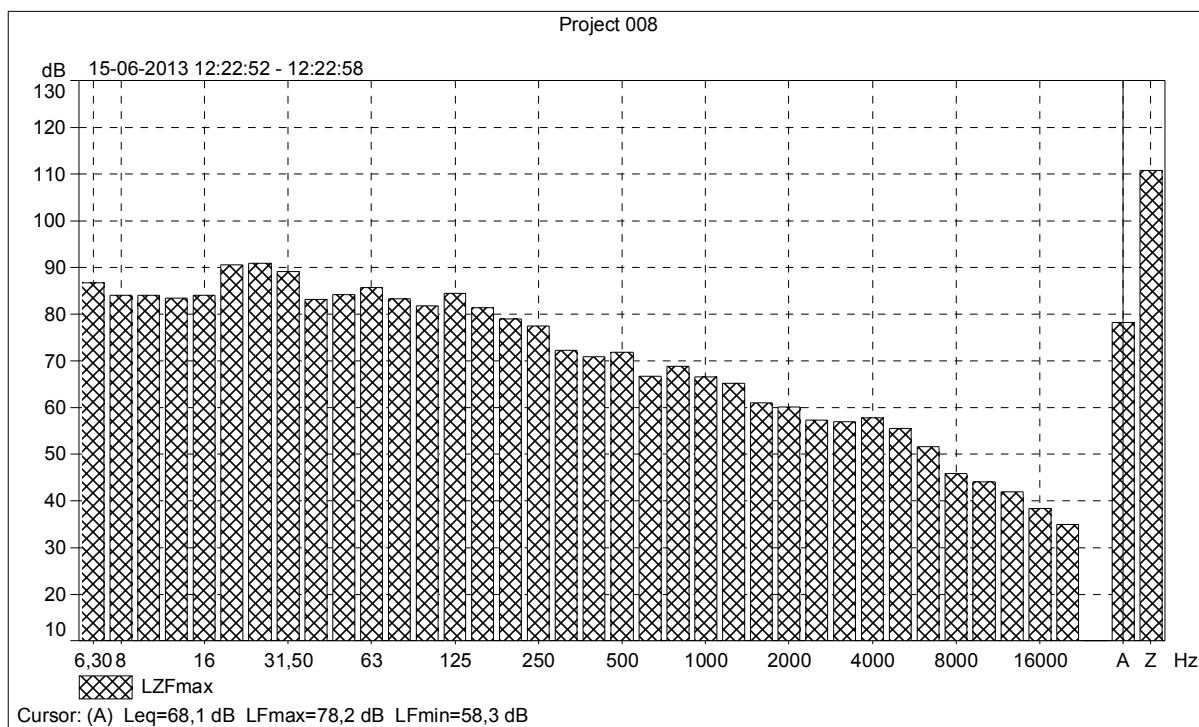


Figura 19 – Medição do nível sonoro para o disparo isolado de um revólver de 9 mm.

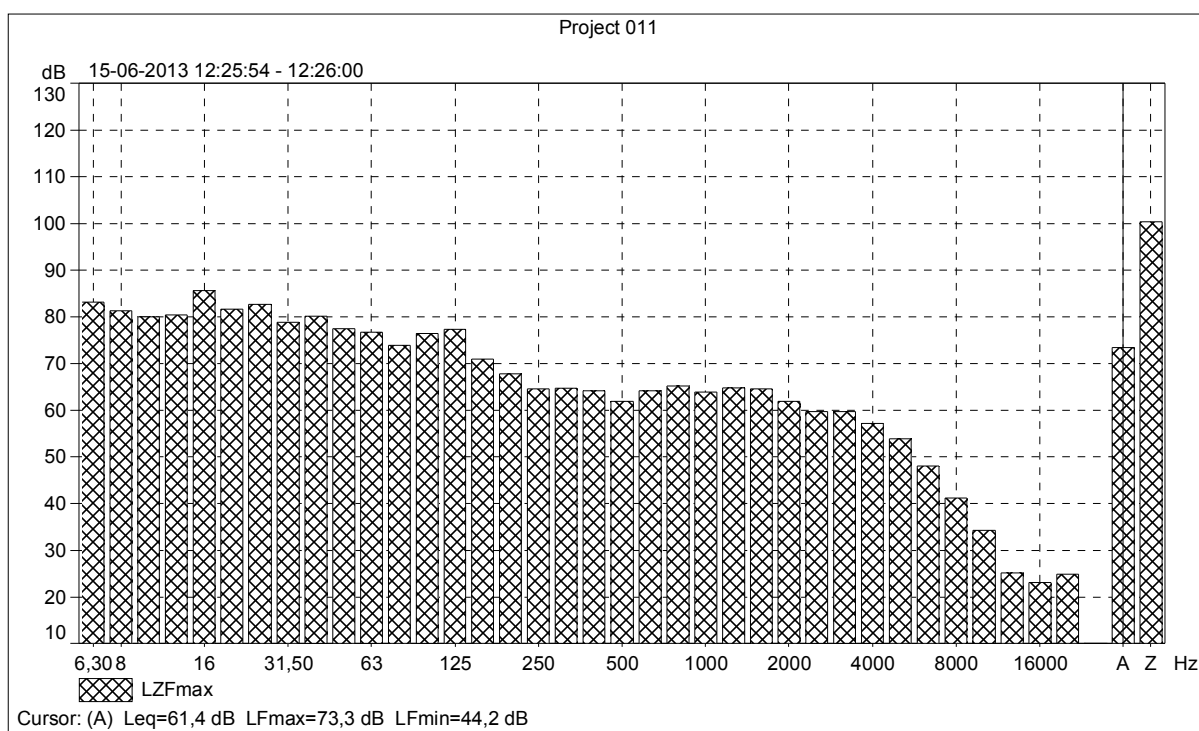


Figura 20 – Medição do nível sonoro para o disparo isolado de um revólver de 9 mm.

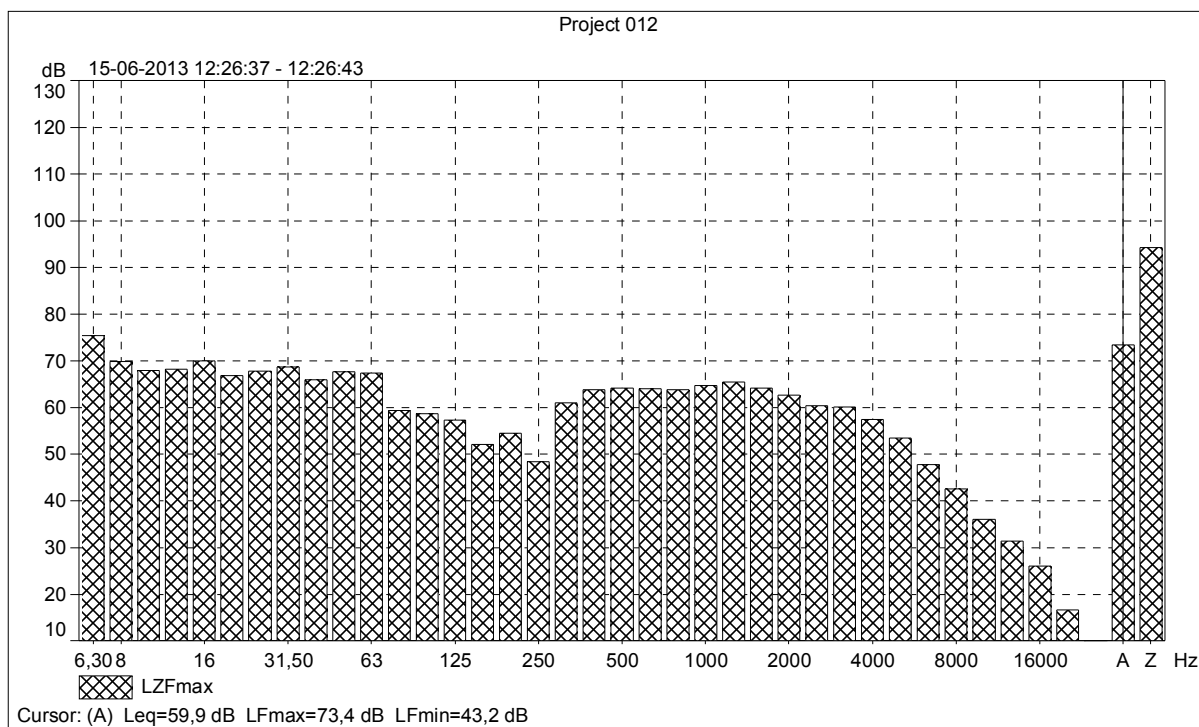


Figura 21 – Medição do nível sonoro para o disparo isolado de um revólver de 9 mm.

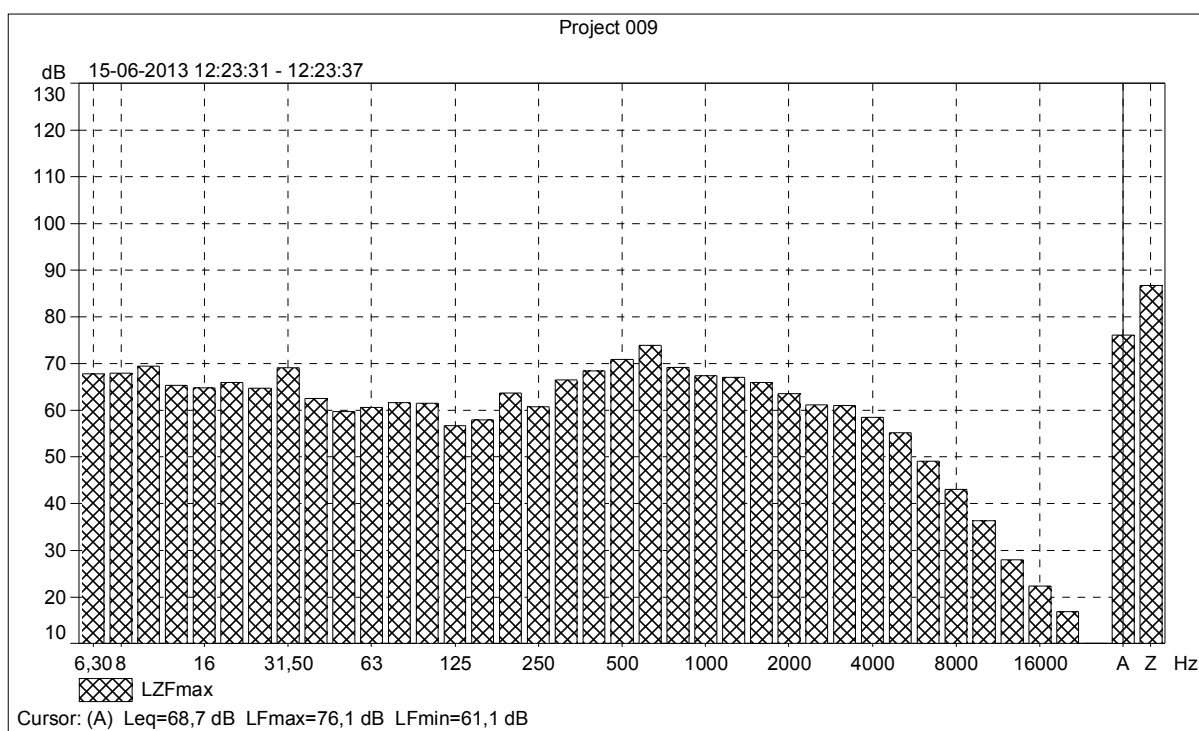


Figura 22 – Medição do nível sonoro para o disparo simultâneo de dois revólveres 9 mm.



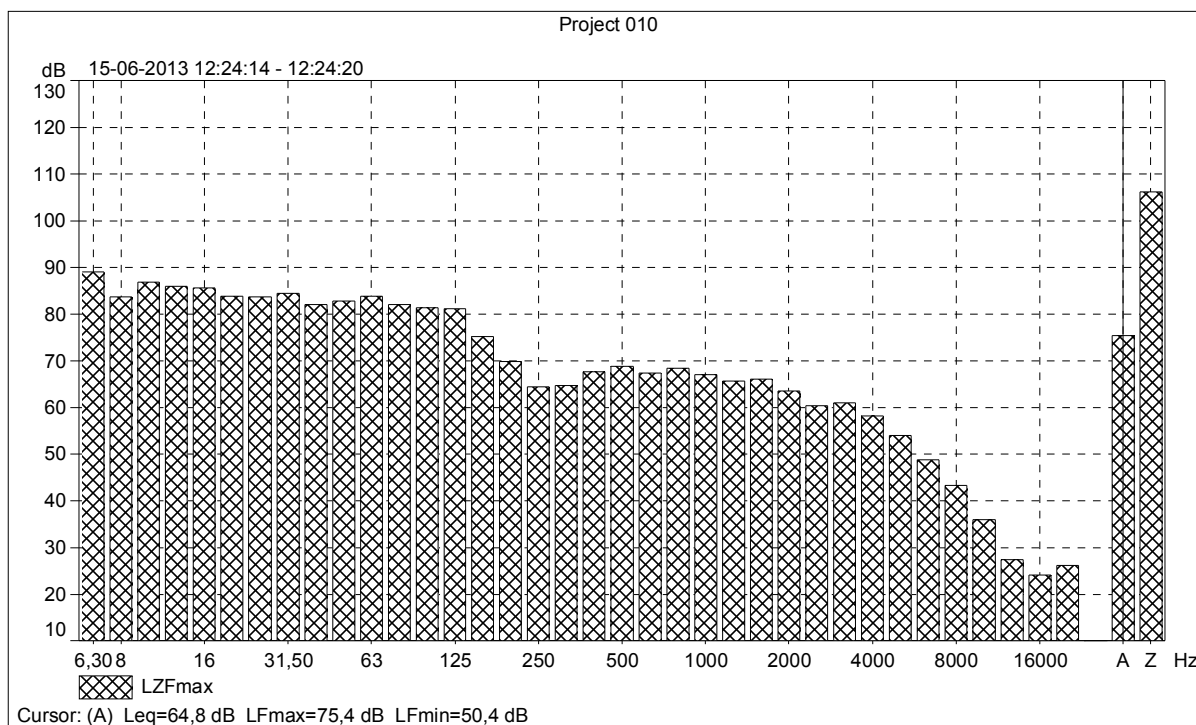


Figura 23 – Medição do nível sonoro para o disparo simultâneo de dois revólveres de 9 mm.

Na Figura 24 apresenta-se a medição, ao longo de 6 minutos, do nível sonoro para uma sequência de disparos de vários revólveres de 9 mm. Mais uma vez, o tempo de medição excede ligeiramente o tempo de duração de uma prova de competição e é representativo do ruído ambiente na presença desta fonte particular.

Obteve-se um valor de  $L_{A,eq} = 58,9$  dB(A) superior em cerca de 3 dB(A) ao nível de ruído residual. Este valor de  $L_{A,eq}$  é inferior aos valores obtidos com um único disparo, o que indica que a probabilidade de ter disparos em simultâneo com um número reduzido de atiradores é relativamente pequena, podendo, no entanto, aumentar na presença de mais atiradores. O nível  $L_{A,máx}$  foi de 75,4 dB(A), semelhante ao obtido com dois disparos simultâneos e ligeiramente inferior ao máximo observado nas medições de ruído residual, fortalecendo as indicações de que a probabilidade de mais do que um disparo em simultâneo é reduzida e de que existem outras fontes de ruído ocasionais.

A avaliação do nível de ruído ambiente na presença desta fonte sonora depende do tempo de utilização da carreira de tiro por utentes de revólveres de 9 mm. Assim, tendo por base o funcionamento da carreira de tiro das 8h00 às 20h00 no período de Verão (Abril a Setembro), apresentam-se estimativas dos níveis sonoros contínuos equivalentes no período diurno (7h00 – 20h00), obtidas por ponderação (Figuras 5 e 6: 50 % do tempo de paragem cada uma; Figuras 18 a 21: 8,33 % do tempo de funcionamento cada uma; Figuras 22 e 23: 8,33 % do tempo de funcionamento cada uma; Figura 24: 50 % do tempo de funcionamento) com contabilização de uma penalização de 3 dB(A) devida ao carácter impulsivo do ruído particular, para utilizações de:

- 0 horas (0,00 % do período):  $L_d = 55,7$  dB(A);  $D = 4$  dB(A);  $L_d - L_{d,residual} = 0,0$  dB(A)  $\leq 9$  dB(A);
- 1 hora (7,69 % do período):  $L_d = 58,2$  dB(A);  $D = 4$  dB(A);  $L_d - L_{d,residual} = 2,5$  dB(A)  $\leq 9$  dB(A);
- 2 horas (15,38 % do período):  $L_d = 59,8$  dB(A);  $D = 3$  dB(A);  $L_d - L_{d,residual} = 4,1$  dB(A)  $\leq 8$  dB(A);

- 3 horas (23,08 % do período):  $L_d = 61,0 \text{ dB(A)}$ ;  $D = 3 \text{ dB(A)}$ ;  $L_d - L_{d,residual} = 5,3 \text{ dB(A)} \leq 8 \text{ dB(A)}$ ;
- 4 horas (30,77 % do período):  $L_d = 61,9 \text{ dB(A)}$ ;  $D = 2 \text{ dB(A)}$ ;  $L_d - L_{d,residual} = 6,2 \text{ dB(A)} \leq 7 \text{ dB(A)}$ ;
- 5 horas (38,46 % do período):  $L_d = 62,7 \text{ dB(A)}$ ;  $D = 2 \text{ dB(A)}$ ;  $L_d - L_{d,residual} = 7,0 \text{ dB(A)} \leq 7 \text{ dB(A)}$ ;
- 6 horas (46,15 % do período):  $L_d = 63,3 \text{ dB(A)}$ ;  $D = 2 \text{ dB(A)}$ ;  $L_d - L_{d,residual} = 7,6 \text{ dB(A)} > 7 \text{ dB(A)}$ ;
- 7 horas (53,85 % do período):  $L_d = 63,9 \text{ dB(A)}$ ;  $D = 1 \text{ dB(A)}$ ;  $L_d - L_{d,residual} = 8,2 \text{ dB(A)} > 6 \text{ dB(A)}$ ;
- 8 horas (61,54 % do período):  $L_d = 64,4 \text{ dB(A)}$ ;  $D = 1 \text{ dB(A)}$ ;  $L_d - L_{d,residual} = 8,7 \text{ dB(A)} > 6 \text{ dB(A)}$ ;
- 9 horas (69,23 % do período):  $L_d = 64,8 \text{ dB(A)}$ ;  $D = 1 \text{ dB(A)}$ ;  $L_d - L_{d,residual} = 9,1 \text{ dB(A)} > 6 \text{ dB(A)}$ ;
- 10 horas (76,92 % do período):  $L_d = 65,2 \text{ dB(A)}$ ;  $D = 0 \text{ dB(A)}$ ;  $L_d - L_{d,residual} = 9,5 \text{ dB(A)} > 5 \text{ dB(A)}$ ;
- 11 horas (84,62 % do período):  $L_d = 65,6 \text{ dB(A)}$ ;  $D = 0 \text{ dB(A)}$ ;  $L_d - L_{d,residual} = 9,9 \text{ dB(A)} > 5 \text{ dB(A)}$ ;
- 12 horas (92,31 % do período):  $L_d = 65,9 \text{ dB(A)}$ ;  $D = 0 \text{ dB(A)}$ ;  $L_d - L_{d,residual} = 10,2 \text{ dB(A)} > 5 \text{ dB(A)}$ .

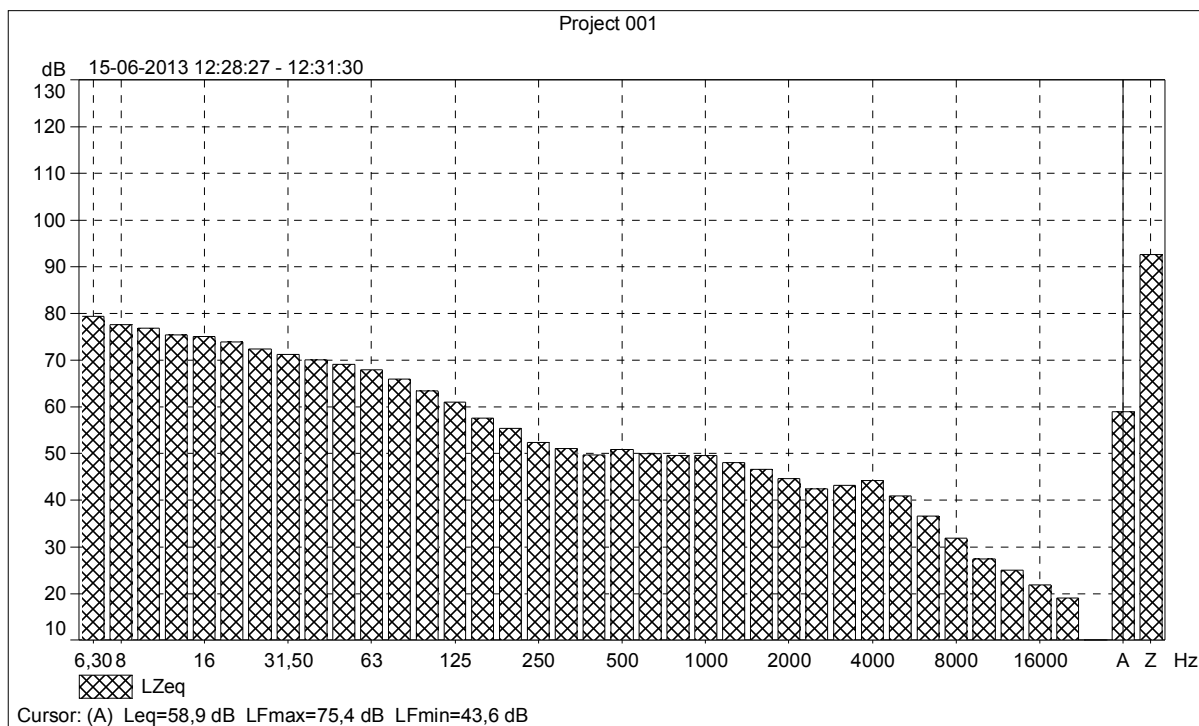


Figura 24 – Medição do nível sonoro para uma sequência de disparos aleatória de vários revólveres de 9 mm.

Conclui-se que os limites regulamentares para a diferença entre o nível sonoro contínuo equivalente ponderado A do ruído ambiente  $L_d$  determinado durante a ocorrência do ruído particular dos disparos, corrigido do parâmetro que considera o carácter impulsivo do ruído, e o nível sonoro contínuo equivalente ponderado A do ruído ambiente na ausência do ruído particular ( $L_{d,residual}$ ) são excedidos para utilizações da carreira de tiro com revólveres de calibre 9 mm superiores a 5 horas. Tal como considerado anteriormente, os níveis sonoros nos períodos de entardecer (20h00 – 23h00) e nocturno (23h00 – 7h00) não são afectados pelo funcionamento da carreira de tiro, assumindo-se que se mantêm constantes nos valores de  $L_e = 57,1 \text{ dB(A)}$  e  $L_n = 53,5 \text{ dB(A)}$ , respectivamente. Desta forma, os valores integrados para as 24 horas do dia através do indicador  $L_{den}$ , são apresentados abaixo em função do tempo de utilização da carreira de tiro com armas de calibre 9 mm:

- 0 horas:  $L_{den} = 60,6 \text{ dB(A)}$ ;
- 1 hora:  $L_{den} = 61,2 \text{ dB(A)}$ ;
- 2 horas:  $L_{den} = 61,7 \text{ dB(A)}$ ;
- 3 horas:  $L_{den} = 62,1 \text{ dB(A)}$ ;
- 4 horas:  $L_{den} = 62,5 \text{ dB(A)}$ ;
- 5 horas:  $L_{den} = 62,9 \text{ dB(A)}$ ;
- 6 horas:  $L_{den} = 63,2 \text{ dB(A)}$ ;
- 7 horas:  $L_{den} = 63,6 \text{ dB(A)}$ ;
- 8 horas:  $L_{den} = 63,9 \text{ dB(A)}$ ;
- 9 horas:  $L_{den} = 64,1 \text{ dB(A)}$ ;
- 10 horas:  $L_{den} = 64,4 \text{ dB(A)}$ ;
- 11 horas:  $L_{den} = 64,6 \text{ dB(A)}$ ;
- 12 horas:  $L_{den} = 64,9 \text{ dB(A)}$ .

Conclui-se que, independentemente do tempo de utilização da carreira de tiro com revólveres de 9 mm, os níveis sonoros  $L_{den}$  não excedem o limite para zonas classificadas como mistas ( $L_{den,m\acute{a}x} = 65 \text{ dB(A)}$ ). Conclui-se também que, para utilizações da carreira de tiro superiores a 5 horas, os indicadores  $L_{den}$  excedem o limite para zonas não classificadas ( $L_{den,m\acute{a}x} = 63 \text{ dB(A)}$ ). Tal como anteriormente se concluiu, o nível sonoro  $L_n$  no período nocturno poderá exceder muito ligeiramente o limite admissível para zona não classificada ( $L_{n,m\acute{a}x} = 53 \text{ dB(A)}$ ) mas não excede o limite para zona não mista ( $L_{n,m\acute{a}x} = 55 \text{ dB(A)}$ ).

Mais uma vez, no caso do local em causa poder vir a ser classificado no futuro como zona sensível com limites  $L_{den,m\acute{a}x} = 55 \text{ dB(A)}$  e  $L_{n,m\acute{a}x} = 45 \text{ dB(A)}$ , conclui-se que esses limites são excedidos em mais de 5 dB(A) mesmo na ausência de funcionamento da carreira de tiro com as armas em causa, sendo então necessário avaliar que outras fontes contribuem para o ruído ambiente, o que não faz parte do âmbito do presente relatório.

### 3.5. Ruído com revólveres de calibre .45 ACP e 9 mm

Na Figura 25 apresenta-se a medição, ao longo de 3 minutos, do nível sonoro para uma sequência de disparos de mais de 6 revólveres de calibre .45 ACP e 9 mm.

Obteve-se um valor de  $L_{A,eq} = 59,5 \text{ dB(A)}$  superior em cerca de 4 dB(A) ao nível de ruído residual. O nível  $L_{A,m\acute{a}x}$  foi de 76,4 dB(A), semelhante ao obtido com dois disparos simultâneos de revólveres .45 ACP e ligeiramente inferior ao máximo observado nas medições de ruído residual, fortalecendo, mais uma vez, as indicações de que a probabilidade de mais do que um disparo em simultâneo é reduzida e de que existem outras fontes de ruído ocasionais.

Na Figura 26 apresenta-se a medição, ao longo de 15 minutos, do nível de ruído ambiente para disparos aleatórios de mais de 6 revólveres de calibre .45 ACP e 9 mm.

Na Figura 27 apresenta-se a medição, efectuada num segundo dia ao longo de 15 minutos, do nível de ruído ambiente para disparos aleatórios de revólveres não especificados.

Utilizando estes dados, é possível estimar o nível de ruído ambiente na presença desta fonte sonora em função do tempo de utilização da carreira de tiro por utentes de revólveres de calibre .45 ACP e 9 mm. Assim, tendo, novamente, por base o

funcionamento da carreira de tiro das 8h00 às 20h00 no período de Verão (Abril a Setembro), apresentam-se estimativas dos níveis sonoros contínuos equivalentes no período diurno (7h00 – 20h00), obtidas por ponderação (Figuras 5 e 6: 50 % do tempo de paragem cada uma; Figuras 12 a 16 e 18 a 23: 4,55 % do tempo de funcionamento cada uma; Figura 26: 50 % do tempo de funcionamento) com contabilização de uma penalização de 3 dB(A) devida ao carácter impulsivo do ruído particular, para utilizações de:

- 0 horas (0,00 % do período):  $L_d = 55,7 \text{ dB(A)}$ ;  $D = 4 \text{ dB(A)}$ ;  $L_d - L_{d,\text{residual}} = 0,0 \text{ dB(A)} \leq 9 \text{ dB(A)}$ ;
- 1 hora (7,69 % do período):  $L_d = 57,8 \text{ dB(A)}$ ;  $D = 4 \text{ dB(A)}$ ;  $L_d - L_{d,\text{residual}} = 2,1 \text{ dB(A)} \leq 9 \text{ dB(A)}$ ;
- 2 horas (15,38 % do período):  $L_d = 59,2 \text{ dB(A)}$ ;  $D = 3 \text{ dB(A)}$ ;  $L_d - L_{d,\text{residual}} = 3,5 \text{ dB(A)} \leq 8 \text{ dB(A)}$ ;
- 3 horas (23,08 % do período):  $L_d = 60,3 \text{ dB(A)}$ ;  $D = 3 \text{ dB(A)}$ ;  $L_d - L_{d,\text{residual}} = 4,6 \text{ dB(A)} \leq 8 \text{ dB(A)}$ ;
- 4 horas (30,77 % do período):  $L_d = 61,2 \text{ dB(A)}$ ;  $D = 2 \text{ dB(A)}$ ;  $L_d - L_{d,\text{residual}} = 5,5 \text{ dB(A)} \leq 7 \text{ dB(A)}$ ;
- 5 horas (38,46 % do período):  $L_d = 61,9 \text{ dB(A)}$ ;  $D = 2 \text{ dB(A)}$ ;  $L_d - L_{d,\text{residual}} = 6,2 \text{ dB(A)} \leq 7 \text{ dB(A)}$ ;
- 6 horas (46,15 % do período):  $L_d = 62,5 \text{ dB(A)}$ ;  $D = 2 \text{ dB(A)}$ ;  $L_d - L_{d,\text{residual}} = 6,8 \text{ dB(A)} \leq 7 \text{ dB(A)}$ ;
- 7 horas (53,85 % do período):  $L_d = 63,0 \text{ dB(A)}$ ;  $D = 1 \text{ dB(A)}$ ;  $L_d - L_{d,\text{residual}} = 7,3 \text{ dB(A)} > 6 \text{ dB(A)}$ ;
- 8 horas (61,54 % do período):  $L_d = 63,5 \text{ dB(A)}$ ;  $D = 1 \text{ dB(A)}$ ;  $L_d - L_{d,\text{residual}} = 7,8 \text{ dB(A)} > 6 \text{ dB(A)}$ ;
- 9 horas (69,23 % do período):  $L_d = 63,9 \text{ dB(A)}$ ;  $D = 1 \text{ dB(A)}$ ;  $L_d - L_{d,\text{residual}} = 8,2 \text{ dB(A)} > 6 \text{ dB(A)}$ ;
- 10 horas (76,92 % do período):  $L_d = 64,3 \text{ dB(A)}$ ;  $D = 0 \text{ dB(A)}$ ;  $L_d - L_{d,\text{residual}} = 8,6 \text{ dB(A)} > 5 \text{ dB(A)}$ ;
- 11 horas (84,62 % do período):  $L_d = 64,7 \text{ dB(A)}$ ;  $D = 0 \text{ dB(A)}$ ;  $L_d - L_{d,\text{residual}} = 9,0 \text{ dB(A)} > 5 \text{ dB(A)}$ ;
- 12 horas (92,31 % do período):  $L_d = 65,0 \text{ dB(A)}$ ;  $D = 0 \text{ dB(A)}$ ;  $L_d - L_{d,\text{residual}} = 9,3 \text{ dB(A)} > 5 \text{ dB(A)}$ .

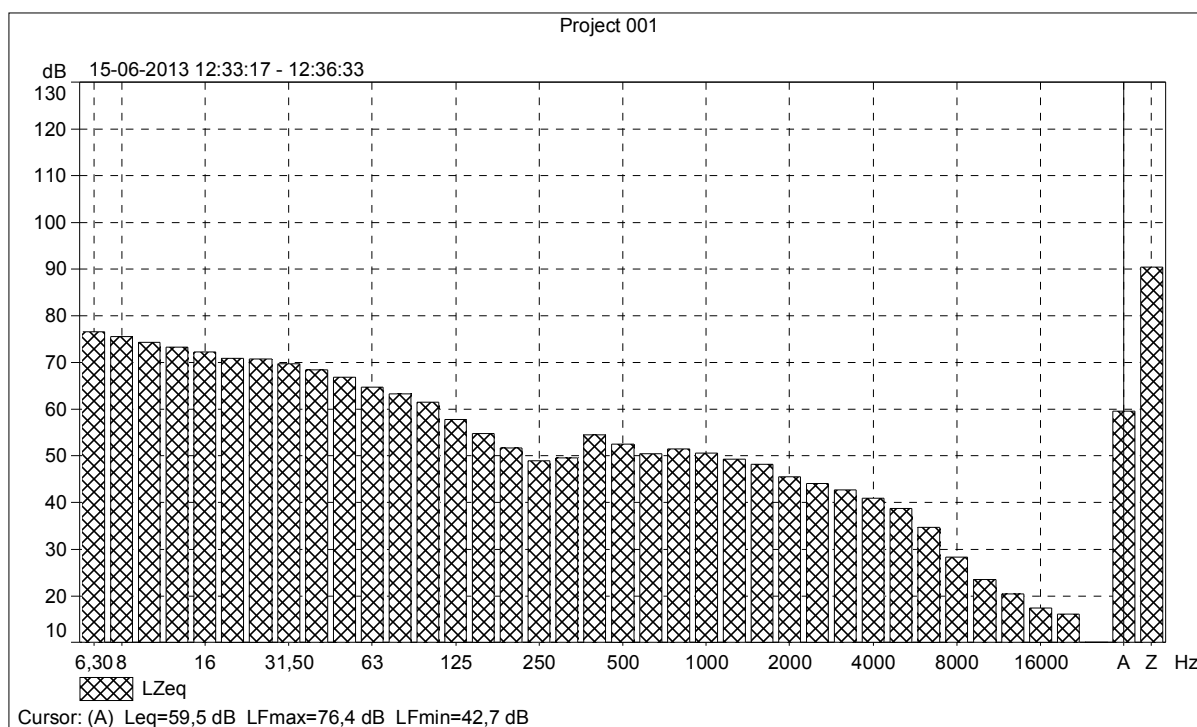


Figura 25 – Medição do nível sonoro para uma sequência de disparos aleatória de revólveres de calibre .45 ACP e 9 mm.

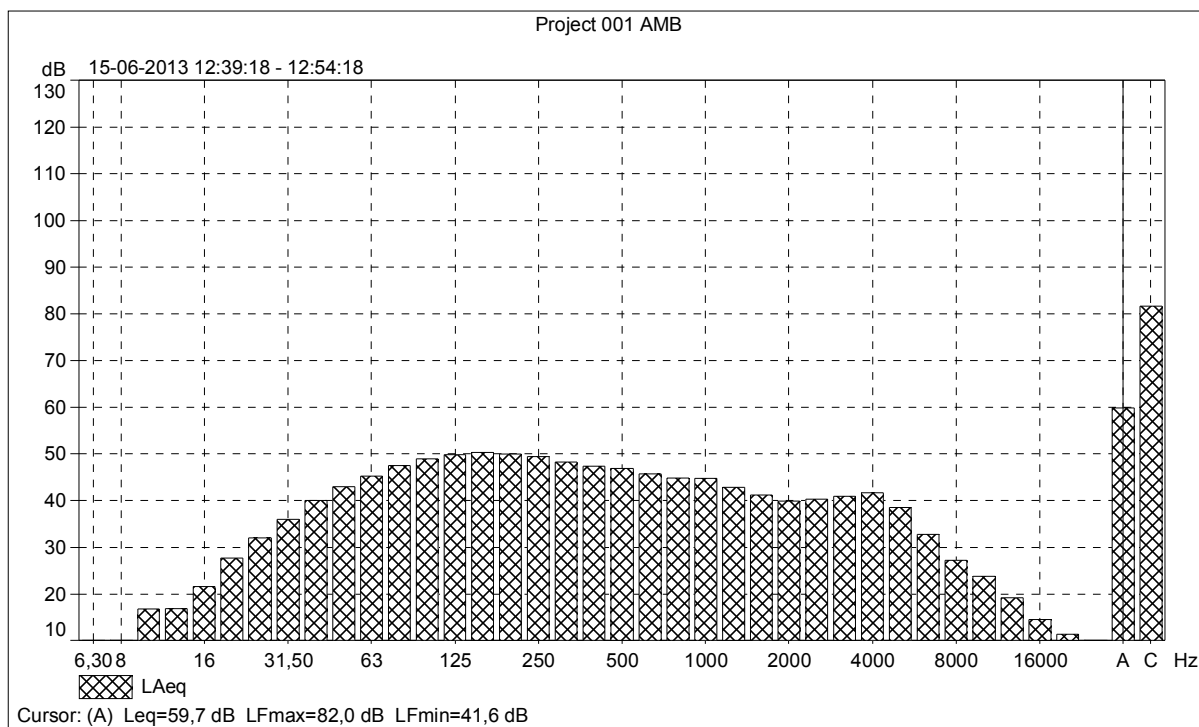


Figura 26 – Medição do nível sonoro para uma sequência de disparos aleatória de revólveres de calibre .45 ACP e 9 mm.

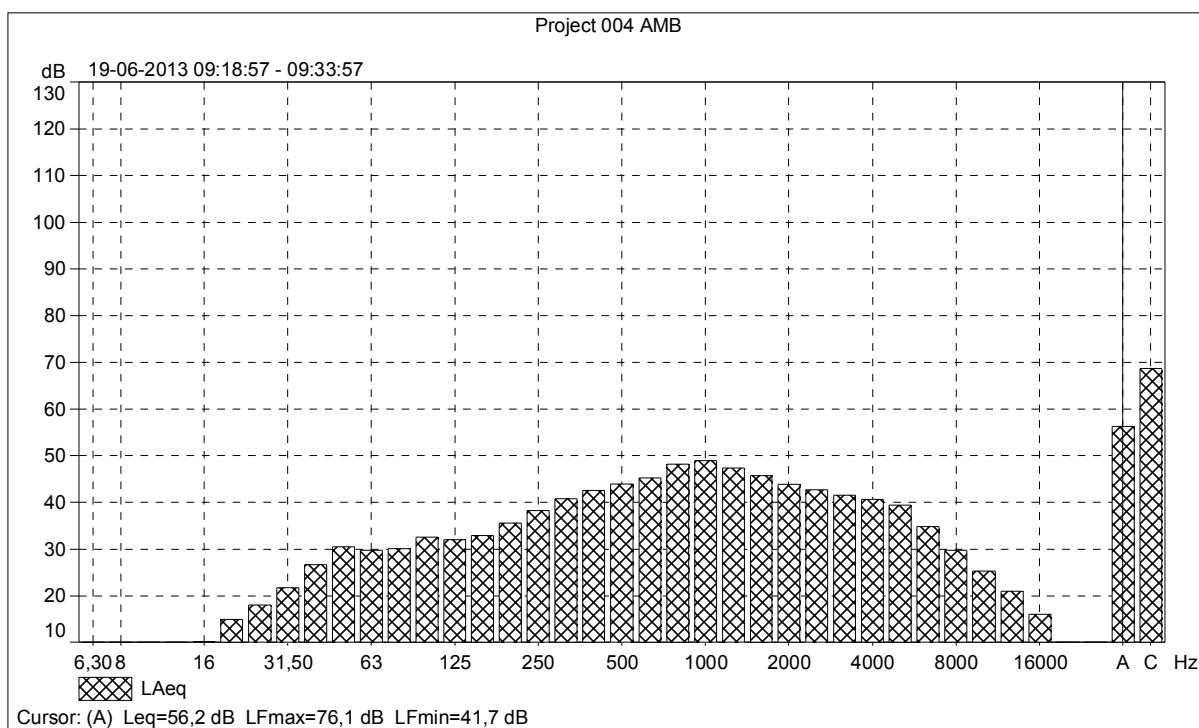


Figura 27 – Medição do nível sonoro para uma sequência de disparos aleatória de revólveres de calibre .45 ACP e 9 mm.

Conclui-se que os limites regulamentares para a diferença entre o nível sonoro contínuo equivalente ponderado A do ruído ambiente  $L_d$  determinado durante a ocorrência do ruído particular dos disparos, corrigido do parâmetro que considera o carácter impulsivo do ruído, e o nível sonoro contínuo equivalente ponderado A do ruído ambiente na ausência do ruído particular ( $L_{d,residual}$ ) são excedidos para utilizações da carreira de tiro com revólveres de calibre .45 ACP e 9 mm superiores a 6 horas.

Tal como considerado anteriormente, os níveis sonoros nos períodos de entardecer (20h00 – 23h00) e nocturno (23h00 – 7h00) não são afectados pelo funcionamento da carreira de tiro, assumindo-se que se mantêm constantes nos valores de  $L_e = 57,1$  dB(A) e  $L_n = 53,5$  dB(A), respectivamente. Desta forma, os valores integrados para as 24 horas do dia através do indicador  $L_{den}$ , são apresentados abaixo em função do tempo de utilização da carreira de tiro com armas de calibres .45 ACP e 9 mm:

- 0 horas:  $L_{den} = 60,6$  dB(A);
- 1 hora:  $L_{den} = 61,1$  dB(A);
- 2 horas:  $L_{den} = 61,5$  dB(A);
- 3 horas:  $L_{den} = 61,8$  dB(A);
- 4 horas:  $L_{den} = 62,2$  dB(A);
- 5 horas:  $L_{den} = 62,5$  dB(A);
- 6 horas:  $L_{den} = 62,8$  dB(A);
- 7 horas:  $L_{den} = 63,1$  dB(A);
- 8 horas:  $L_{den} = 63,3$  dB(A);
- 9 horas:  $L_{den} = 63,6$  dB(A);
- 10 horas:  $L_{den} = 63,8$  dB(A);
- 11 horas:  $L_{den} = 64,1$  dB(A);
- 12 horas:  $L_{den} = 64,3$  dB(A).

Conclui-se que, independentemente do tempo de utilização da carreira de tiro com revólveres de calibre .45 ACP e 9 mm, os níveis sonoros  $L_{den}$  não excedem o limite para zonas classificadas como mistas ( $L_{den,máx} = 65$  dB(A)). Conclui-se também que, para utilizações da carreira de tiro superiores a 6 horas, os indicadores  $L_{den}$  excedem o limite para zonas não classificadas ( $L_{den,máx} = 63$  dB(A)). Tal como anteriormente se concluiu, o nível sonoro  $L_n$  no período nocturno poderá exceder muito ligeiramente o limite admissível para zona não classificada ( $L_{n,máx} = 53$  dB(A)) mas não excede o limite para zona não mista ( $L_{n,máx} = 55$  dB(A)).

Mais uma vez, no caso do local em causa ser classificado futuramente como zona sensível com limites  $L_{den,máx} = 55$  dB(A) e  $L_{n,máx} = 45$  dB(A), conclui-se que esses limites são excedidos em mais de 5 dB(A) mesmo na ausência de funcionamento da carreira de tiro com as armas em causa, sendo então necessário avaliar que outras fontes contribuem para o ruído ambiente, o que não faz parte do âmbito do presente relatório.

### 3.6. Conclusão

As medições e projecções efectuadas permitem concluir que a utilização das carreiras de tiro de 25 m por pistolas de pólvora seca não conduz à geração de níveis de ruído excessivos de acordo com a regulamentação em vigor.



A utilização de revólveres de calibre .45 ACP e 9 mm é mais crítica, recomendando-se utilizações máximas diárias de 5 horas com 10 linhas em funcionamento. Para mais de 10 linhas o período de utilização deve ser menor, uma vez que aumenta a probabilidade de disparos simultâneos de vários atiradores. Para respeitar os limites de zona mista ( $L_{den} \leq 65 \text{ dB(A)}$ ), recomenda-se uma utilização máxima de 4 horas no caso do funcionamento simultâneo de 20 linhas e de apenas 3 horas no caso do funcionamento pleno das 30 linhas. Para respeitar os limites de zona não classificada ( $L_{den} \leq 63 \text{ dB(A)}$ ), a utilização máxima deverá passar para 3 e 2 horas, respectivamente para 20 e 30 linhas em funcionamento simultâneo.

Para aumentar os períodos de funcionamento será necessário proceder a medidas correctivas, as quais se discutem na secção seguinte.

#### 4. MEDIDAS CORRECTIVAS

Para o desenvolvimento das medidas correctivas foi criado um modelo numérico de previsão, o qual foi calibrado com dados de medições.

##### 4.1. Potência sonora da fonte

Foram efectuadas medições do nível sonoro na carreira de tiro, tão próximo quanto possível da zona do disparo, de forma a avaliar a potência sonora da fonte.

No caso das pistolas de pólvora seca, obteve-se o espectro médio potência sonora apresentado na Figura 28.

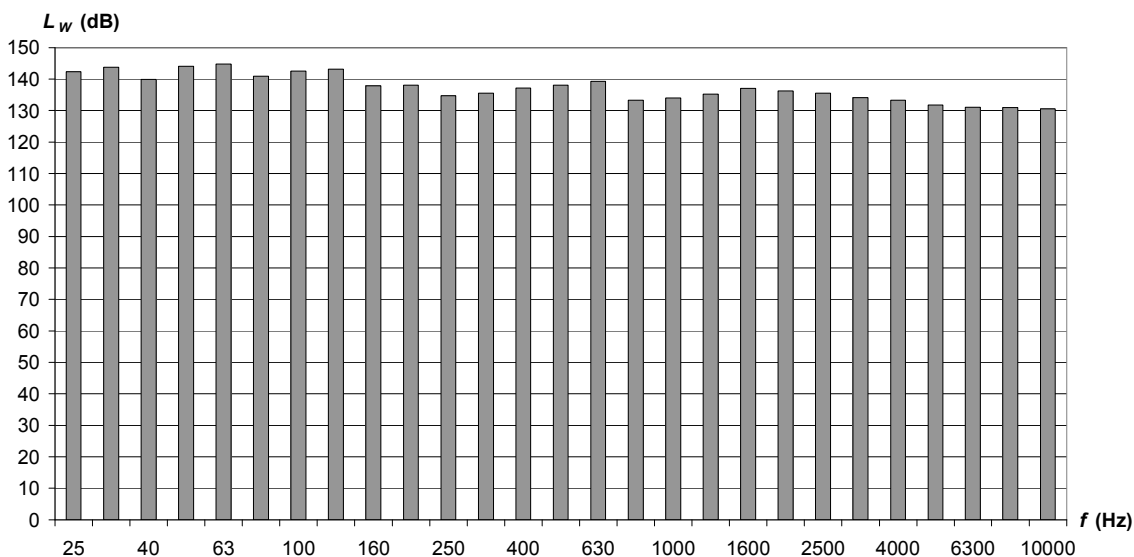


Figura 28 – Espectro de potência sonora de pistolas de pólvora seca (calibrado para  $L_{máx} = 87,9 \text{ dB}$  no receptor sensível, em 6 segundos).

Foram realizadas medições semelhantes para avaliação da potência sonora dos revólveres de calibre .45 ACP e 9 mm, no entanto, devido aos elevados valores de potência registados, o sonómetro entrou frequentemente em sobrecarga, sendo, portanto, necessário realizar as medições a uma distância significativa do local dos disparos. Assim, optou-se por realizar o estudo de intervenção correctiva com base em modelos desenvolvidos para o disparo de pistolas de pólvora seca, os quais são facilmente extrapoláveis para as armas mais ruidosas.

#### 4.2. Calibração do modelo numérico

Com base no espectro de potência sonora de um disparo de pistola com pólvora seca e com base nos dados topográficos e construtivos disponíveis, efectuou-se uma previsão numérica do nível sonoro máximo,  $L_{\max}$ , no receptor sensível (Figura 29), a qual foi calibrada através das medições efectuadas.

Na Figura 29 observa-se que a barreira de madeira existente, apesar de rudimentar, introduz alguma atenuação sonora. As barreiras constituídas pelas vigas de betão armado também introduzem atenuação sonora visível na Figura 29, no entanto, como já foi referido anteriormente, a sua eficiência é muito reduzida em virtude da difracção que ocorre à esquerda, à direita, sobre e sob a viga.

A Figura 29 mostra que, tal como se observa na Figura 3, seria mais eficiente a colocação de uma barreira acústica no limite do campo de tiro (linha negra de traço mais fino na Figura 29) do que a consideração única de uma barreira na zona da vedação de madeira, a qual se localiza a uma distância significativa da fonte, permitindo a propagação sonora praticamente sem obstáculos até uma altura bastante elevada.~

A Figura 29 mostra também que, apesar da directividade acentuada da fonte sonora, há propagação do som para o interior do edifício, cujas paredes são apenas rebocadas e, portanto, essencialmente reflectoras. Conclui-se assim que o revestimento interior do edifício da carreira de tiro com material absorvente contribuiria para reduzir o nível sonoro no receptor sensível.

Os resultados do modelo também mostram que a distribuição sonora é pouco homogénea devido à presença de superfícies reflectoras.

Na Figura 30 apresenta-se o mapa de distribuição de níveis sonoros  $L_{eq}$  obtidos com o modelo numérico. O valor de  $L_{A,eq}$  no receptor sensível é de 58,2 dB(A), que compara com um valor médio medido de 55,8 dB(A), com mínimo de 54,4 dB(A) e máximo de 57,6 dB(A), constituindo, portanto, um bom indicador do limite superior de  $L_{eq}$ .

#### 4.3. Desempenho global requerido para as medidas de correcção

No Quadro 1 apresentam-se os valores médios do nível sonoro contínuo equivalente ponderado A no período diurno obtidos para a pior situação identificada (revólveres de 9 mm) com diferentes desempenhos das medidas correctivas. Para garantir o critério de incomodidade,  $L_d - L_{\text{residual}} \leq 5 + D$  (correção da duração da actividade ruidosa), com a utilização de 10 linhas de tiro durante 8 horas, basta uma diminuição do nível sonoro no receptor sensível de 3,1 dB(A), ou de 5,3 dB(A) caso se pretenda cumprir o critério de incomodidade com a utilização de 10 linhas da carreira de tiro durante a totalidade das 12 horas do dia. Para 20 e 30 linhas de tiro em funcionamento consegue-se, com uma redução do nível sonoro no receptor sensível de 3,1 dB(A), cumprir o critério de incomodidade durante 7 e 6 horas, respectivamente. Para uma redução de 5,3 dB(A), o critério de incomodidade é cumprido durante 11 e 10 horas, respectivamente.

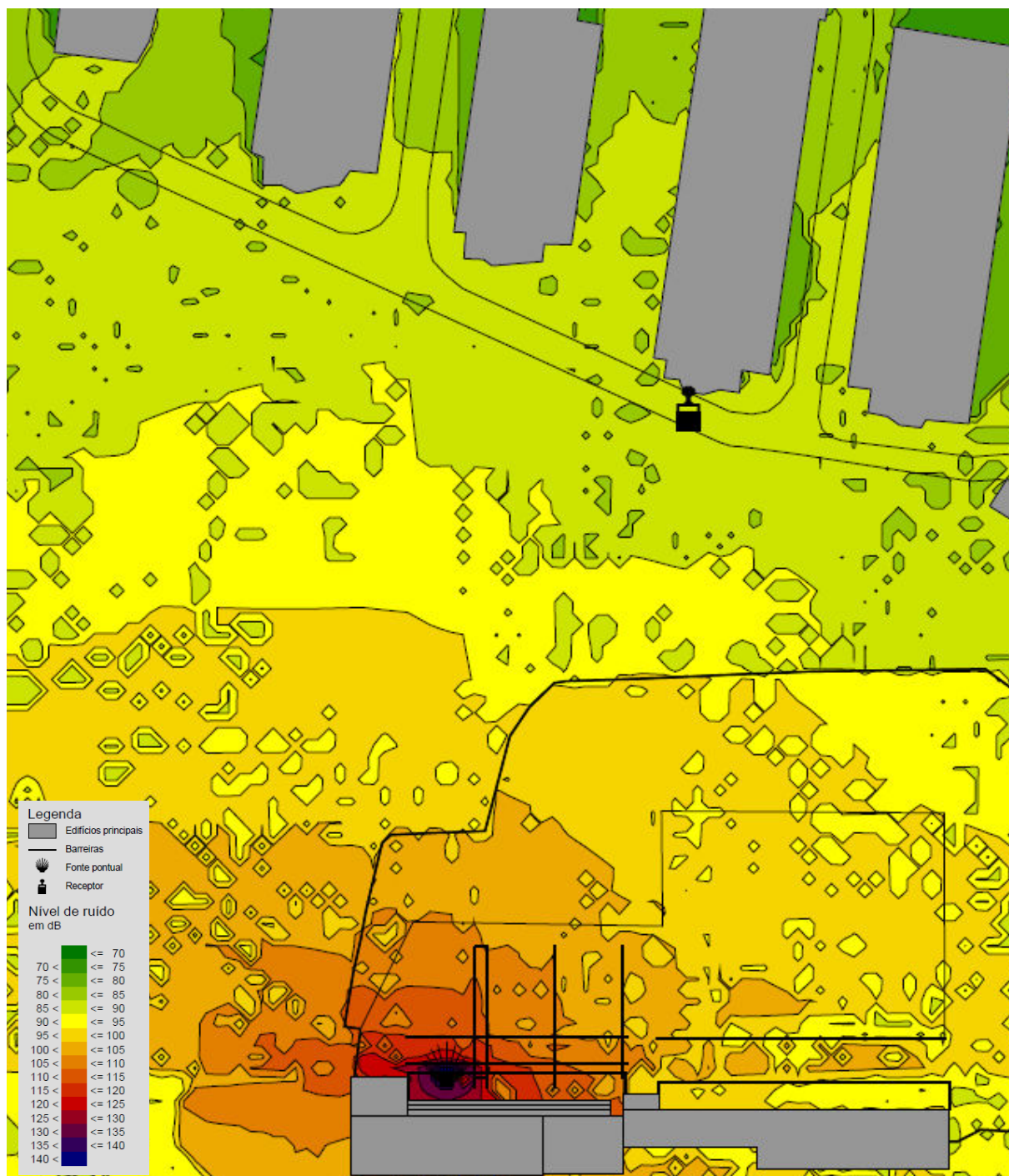


Figura 29 – Previsão para o disparo de uma pistola de pólvora preta (calibrado para  $L_{máx} = 87,9$  dB no receptor sensível, em 6 segundos).

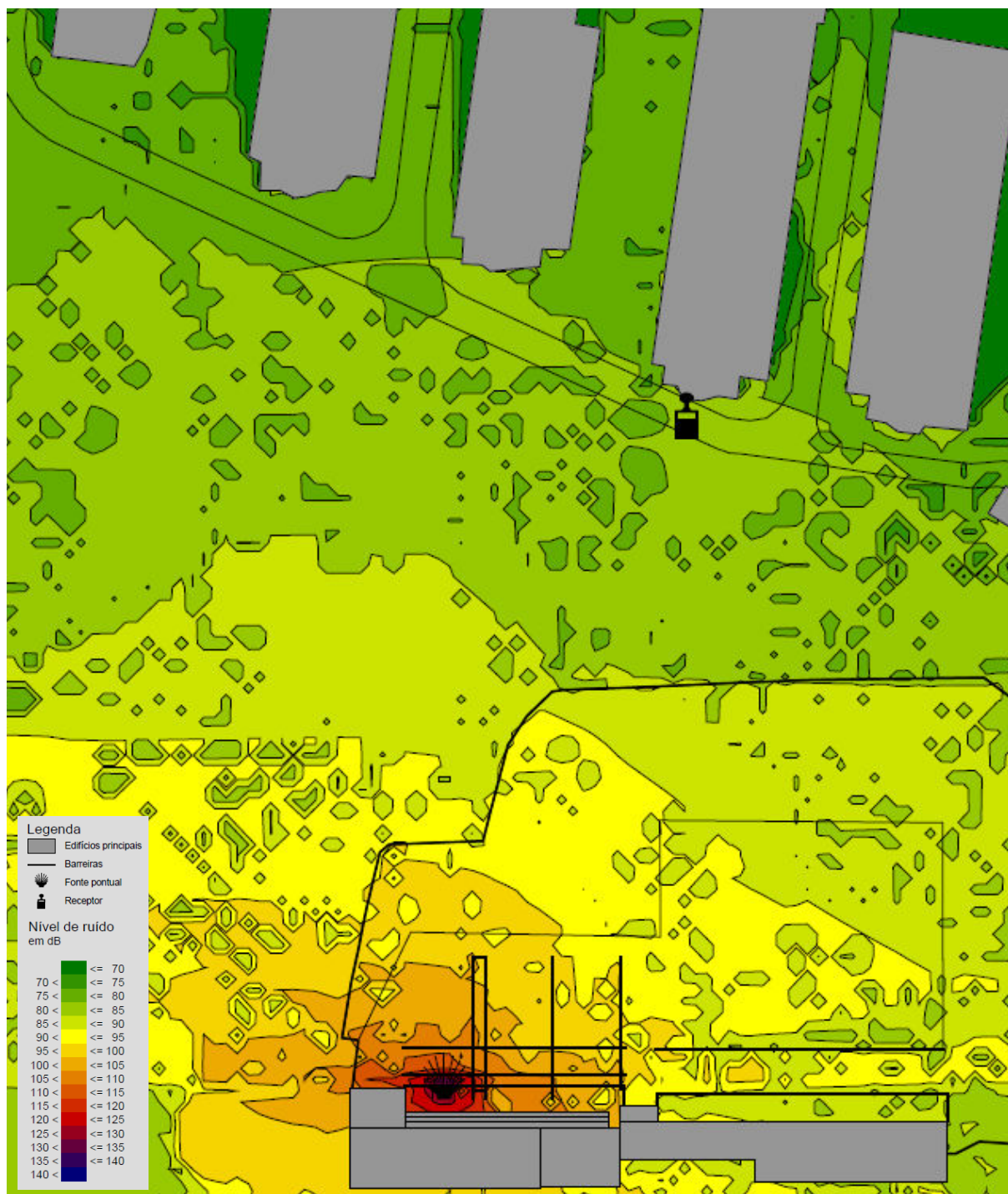


Figura 30 – Previsão para o disparo de uma pistola de pólvora preta (calibrado para  $L_{eq} = 80,6$  dB no receptor sensível, em 6 segundos).



Quadro 1 –  $L_d$  (dB(A)) para 10 linhas de tiro de revólveres de 9 mm com diferentes desempenhos das medidas correctivas.

Período de funcionamento (horas)	Correcção conseguida com a intervenção (dB(A))				
	3,1	3,3	4,7	5,0	5,3
0	55,7	55,7	55,7	55,7	55,7
1	57,0	56,9	56,5	56,5	56,4
2	58,0	57,9	57,3	57,1	57,0
3	58,8	58,7	57,9	57,7	57,6
4	59,5	59,4	58,4	58,2	58,1
5	60,1	59,9	58,9	58,7	58,5
6	60,6	60,5	59,3	59,1	58,9
7	61,1	60,9	59,7	59,5	59,2
8	61,5	61,3	60,1	59,8	59,6
9	<b>61,9</b>	61,7	60,4	60,2	59,9
10	<b>62,2</b>	<b>62,1</b>	60,7	60,5	60,2
11	<b>62,6</b>	<b>62,4</b>	<b>61,0</b>	60,7	60,5
12	<b>62,9</b>	<b>62,7</b>	<b>61,3</b>	<b>61,0</b>	60,7

No Quadro 2 apresentam-se os valores médios de  $L_{den}$  obtidos para 10 linhas de tiro de revólveres de 9 mm em funcionamento simultâneo considerando diferentes desempenhos das medidas de mitigação do nível sonoro no receptor sensível.

Quadro 2 –  $L_{den}$  (dB(A)) para 10 linhas de tiro de revólveres de 9 mm com diferentes desempenhos das medidas correctivas.

Período de funcionamento (horas)	Correcção conseguida com a intervenção (dB(A))				
	3,1	3,3	4,7	5,0	5,3
0	60,6	60,6	60,6	60,6	60,6
1	60,9	60,8	60,8	60,8	60,7
2	61,1	61,1	60,9	60,9	60,9
3	61,3	61,3	61,1	61,0	61,0
4	61,6	61,5	61,2	61,2	61,1
5	61,8	61,7	61,4	61,3	61,2
6	62,0	61,9	61,5	61,4	61,4
7	62,2	62,1	61,6	61,6	61,5
8	62,3	62,3	61,8	61,7	61,6
9	62,5	62,4	61,9	61,8	61,7
10	62,7	62,6	62,0	61,9	61,8
11	62,8	62,8	62,1	62,0	61,9
12	63,0	62,9	62,3	62,1	62,0

O Quadro 2 mostra que uma redução do nível sonoro contínuo equivalente ponderado A de 3,1 dB(A) no receptor sensível permite cumprir o limite  $L_{den} = 63$  dB(A) para zonas não classificadas se apenas 10 linhas de tiro estiverem em utilização simultânea durante 12 horas. Para uma redução de 5,3 dB(A), é possível reduzir  $L_{den}$  para 62 dB(A) durante as mesmas 12 horas. Com 20 e 30 linhas de tiro em funcionamento simultâneo, o limite de 63 dB(A) é satisfeito durante 9 e 6 horas, respectivamente, para uma redução do nível sonoro no receptor sensível de 3,1 dB(A). Para uma redução de 5,3 dB(A), é possível aumentar o tempo de utilização carreira de tiro para 12 e 9 horas, respectivamente, para 20 e 30 linhas.

Conclui-se que será necessário uma redução sonora mínima de 3,1 dB(A) no receptor sensível, sendo no entanto desejável chegar a uma redução de 5,3 dB(A). No entanto, em virtude da geometria do problema e das limitações associadas ao funcionamento da carreira de tiro, torna-se difícil obter este tipo de melhoria.

#### 4.3. Desempenho global requerido para as medidas de correcção

As intervenções a efectuar para reduzir o nível sonoro no receptor sensível têm limitações diversas. De facto, tratando-se de carreiras de tiro ao ar livre, a introdução de coberturas absorventes não constitui uma opção válida. Assim, restam a melhoria das barreiras acústicas existentes, bem como a alteração dos materiais constituintes, e a introdução de novas barreiras acústicas.

Na Figura 31 apresenta-se o mapa da distribuição do nível sonoro contínuo equivalente associado a um único disparo de uma pistola de pólvora seca (durante 6 segundos) obtido após a introdução das seguintes medidas correctivas:

- Aumento da altura da viga B (conforme designação usada na Figura 3) para 3 m. Este aumento pode ser feito através da adaptação de um material mais leve sobre a viga de betão armado existente. A borracha de revestimento actualmente utilizada na carreira de tiro apresenta coeficientes de absorção reduzidos nas baixas frequências, no entanto, para o caso deste tipo de revestimento ser exigido na carreira de tiro devido a outras condicionantes, como a segurança, por exemplo, optou-se, no modelo da Figura 31, por não alterar o revestimento. O aumento de altura pode ser efectuado na vertical ou, se for possível, do ponto de vista das condições de iluminação natural, poderá ser adoptada uma configuração inclinada, formando uma pala inclinada para o lado do edifício. Desta forma, consegue-se minimizar a difracção sobre a viga. Infelizmente, não é possível intervir na viga B para reduzir a difracção sob a viga.
- Aumento do comprimento da viga B até aos muros laterais de modo a reduzir a difracção lateral.
- Substituição da vedação de madeira por uma barreira acústica contínua e homogénea, em painéis de madeira, alvenaria ou betão, com a máxima altura permitida pelas árvores existentes, até 6 m, o que permite, corrigir alguma da difracção inferior da viga B e reduzir o nível sonoro contínuo equivalente ponderado A junto dos pisos mais baixos dos edifícios que constituem o receptor sensível.
- Introdução no fundo do campo de tiro, após o arranque do talude, de nova barreira acústica absorvente, em chapa metálica perfurada com lã mineral, com altura até 8 m de modo a ter o topo da barreira à cota 64 m. Esta barreira está mais próxima da fonte sonora e corrige com muito maior eficiência a difracção sob a viga B.
- Aumento da altura dos corredores de separação e dos muros laterais até à cota 64 m de modo a evitar a difracção lateral. Tal como na viga, optou-se por manter o revestimento de borracha. No entanto, a substituição deste revestimento por outro com espectro de absorção sonora mais uniforme seria vantajosa.

Com a combinação destas medidas, consegue-se uma redução sonora no receptor sensível de 3,2 dB(A), o que é suficiente para satisfazer o critério de incomodidade com 10 linhas de tiro em funcionamento simultâneo.

Com o revestimento interior do edifício (paredes e cobertura da zona de tiro e bancadas) e das zonas envolventes da carreira de tiro (vigas, muros laterais e corredores de separação) com material absorvente adequado, ou seja, com espectro de absorção sonora uniforme e elevado (absorções acima dos 50 a 60 %), tal como o correspondente a chapas perfuradas com lã mineral na caixa de ar, será possível ganhar 1 a 2 dB(A) de atenuação sonora, melhorando as condições de utilização de 20 e 30 linhas de tiro em simultâneo.



A pormenorização e orçamentação das medidas correctivas não faz parte do âmbito do presente relatório.

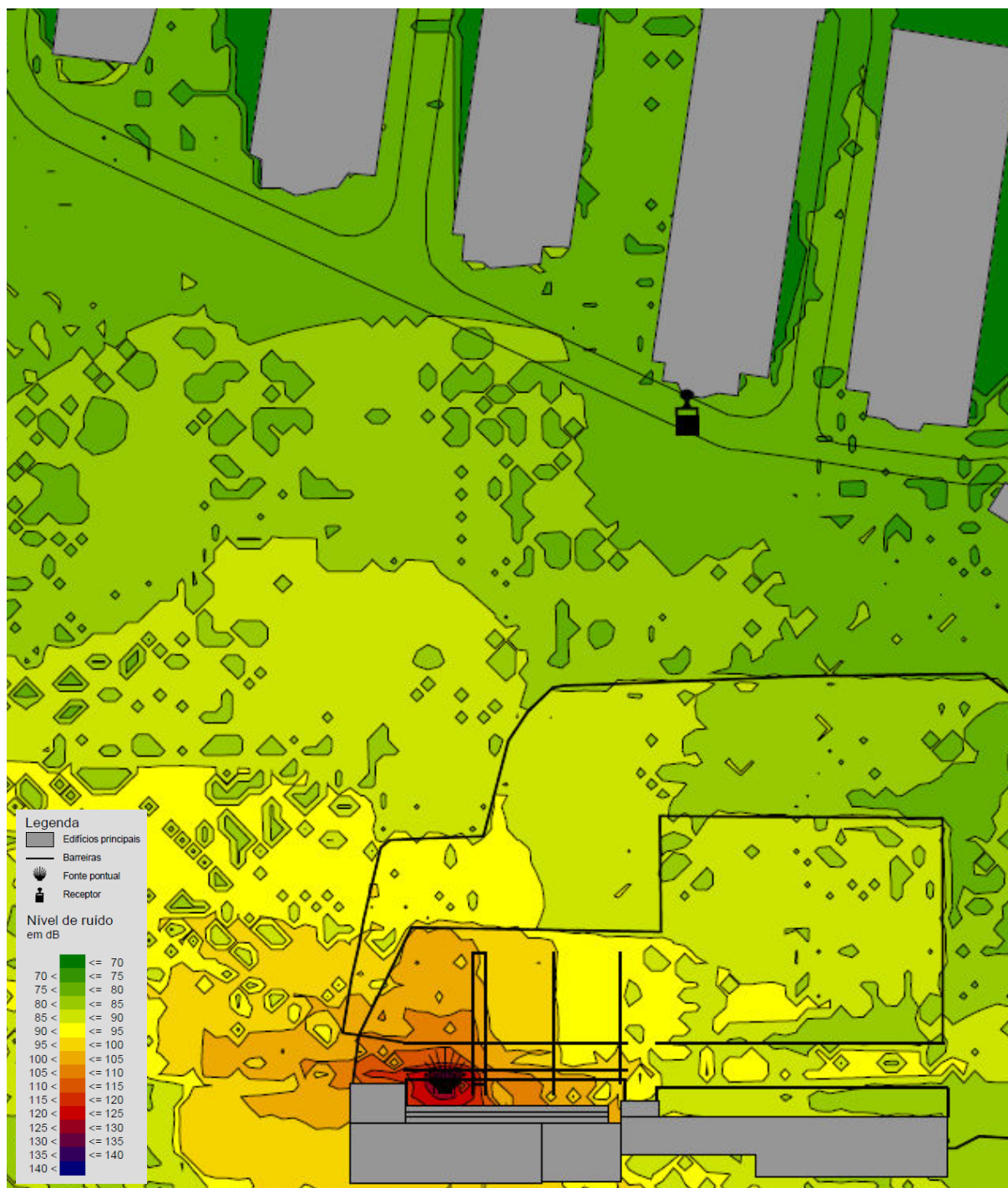


Figura 31 – Previsão para o disparo de uma pistola de pólvora preta após intervenção ( $L_{eq} = 77,4$  dB no receptor sensível, em 6 segundos).

## 5. CONCLUSÕES

No presente relatório foram avaliadas as condições actuais de incomodidade gerada pelo funcionamento da carreira de tiro do CDNJ, concluindo-se que os revólveres de calibre .45 ACP e 9 mm são os mais críticos, como aliás era esperado pela Federação Portuguesa de Tiro. Se não forem adoptadas medidas correctivas, a utilização diária da carreira de tiro por atiradores com este tipo de armas não deve exceder 5, 4 e 3 horas, respectivamente para 10, 20 e 30 linhas de tiro em funcionamento simultâneo.

Caso a Federação Portuguesa de Tiro pretenda maior segurança relativamente à probabilidade de ocorrência de queixas por ruído, recomenda-se que o indicador  $L_{den}$  não exceda 63 dB(A), que corresponde ao limite de zona não classificada e que, portanto, se situa 2 dB(A) abaixo do limite de zonas mistas, aplicável no caso em questão. Para tal, os tempos de utilização da carreira de tiro devem ser reduzidos em 1 hora para 4, 3 e 2 horas, respectivamente para 10, 20 e 30 linhas de tiro em funcionamento simultâneo.

Caso se opte pela introdução de medidas correctivas, estas deverão incluir, no mínimo:

- A substituição da vedação de madeira existente (posição C na Figura 32);
- A introdução de uma nova barreira acústica absorvente no fundo do campo de tiro no arranque do talude existente (posição D na Figura 32);
- O aumento superior e lateral da viga B, de acordo com a configuração indicada na Figura 32, caso não existam restrições de iluminação natural;
- O aumento dos muros laterais e corredores de separação (posição E na Figura 32).

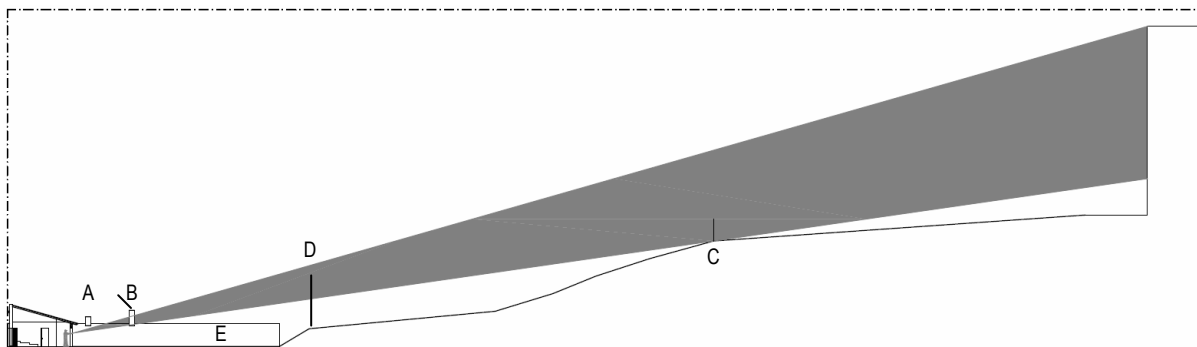


Figura 32 – Corte da zona de tiro da carreira de 25 m, com perfil do terreno e marcação de obstáculos, e ilustração da propagação sonora (na ausência de obstáculos e sem reflexões) até ao receptor sensível (edifício na Rua Bernardo Santareno).

Estas intervenções permitiram aumentar em cerca de 3 horas os tempos de utilização da carreira de tiro nas diferentes modalidades consideradas (10, 20 ou 30 linhas em funcionamento simultâneo).

O revestimento do edifício e dos muros e vigas que envolvem a zona de tiro (carreira) com chapas perfuradas com caixa de ar preenchida parcialmente com lã mineral, dimensionadas de forma a apresentarem coeficientes de absorção sonora superiores a cerca de 0,50 a 0,60 na generalidade das frequências, permite voltar a aumentar os tempos de utilização da carreira de tiro, desta vez em cerca de 2 horas para 9, 8 e 7 horas para 10, 20 e 30 linhas em utilização simultânea.

O aumento de atenuação sonora conseguido é relativamente baixo em virtude das condicionantes topográficas e geométricas do local.

## 6. ASSINATURAS

IST, Lisboa, 2 de Setembro de 2013

**Autor**

Albano Neves e Sousa  
Professor Auxiliar

**Vistos**

Jorge de Brito  
Professor Catedrático  
Coordenador de Núcleo (Núcleo 3)

Eduardo Júlio  
Professor Catedrático  
Presidente do ICIST<sup>1</sup>

## 7. REFERÊNCIAS

- [1] Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional (2007): Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de Janeiro - Regulamento Geral do Ruído (RGR), Diário da República, 1ª série, n.º 12.

---

<sup>1</sup> A assinatura do Presidente do ICIST enquadra-se na obrigação dos Estatutos do ICIST, cap. III, art.º 9º-n.º 3, apenas significando que foi tomado conhecimento da apresentação do presente relatório uma vez que a responsabilidade pela qualidade científica e ética profissional é da única responsabilidade dos autores.

- [2] Agência Portuguesa do Ambiente - Ministério da Agricultura, do Mar, do Ambiente e do Ordenamento do Território (2011) – Guia prático para medições de ruído ambiente, no contexto do Regulamento Geral do Ruído tendo em conta a NP ISO 1996.
- [3] Câmara Municipal de Oeiras: Carta de classificação acústica de zonas sensíveis e mistas do concelho de Oeiras (web: [pdm.cm-oeiras.pt](http://pdm.cm-oeiras.pt));
- [4] Câmara Municipal de Oeiras: Plano Director Municipal – Município de Oeiras (web: [pdm.cm-oeiras.pt](http://pdm.cm-oeiras.pt));
- [5] MATÉRIA, Lda. (2013): Relatório 09222AA413 – “Carreira de tiro – Centro Desportivo Nacional do Jamor – Cruz Quebrada – Oeiras - Relatório de ensaio – Medição dos níveis de pressão sonora – Critério de incomodidade”.

## **ANEXO I**

### **Relatório de ensaio – Medição dos níveis de pressão sonora – Critério de incomodidade**



## Relatório de Ensaio

Medição dos Níveis de Pressão Sonora  
Critério de Incomodidade

Norma NP ISO 1996:2011 - partes 1 e 2

Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de Janeiro

### Carreira de Tiro

CENTRO DESPORTIVO NACIONAL DO JAMOR

CRUZ QUEBRADA - OEIRAS

#### RELATÓRIO

09222AA413

Os resultados apresentados referem-se unicamente  
aos itens ensaiados

É proibida a reprodução do presente relatório, sem  
autorização expressa da matéria acústica

Matéria Acústica - Departamento da empresa: Matéria – Atelier de Arquitectura e Engenharia, Lda.

telf./fax: 243001828 – tlm: 918548170 – 918765241

Laboratório: Av. D. Afonso Henriques n.º 1 - 1.º dtº, 2000 – 179 Santarém

[www.materia.pt](http://www.materia.pt) – [materia@materia.pt](mailto:materia@materia.pt)



## **Índice**

<b>A. Identificação e Descriminação do Ensaio</b>	3
A. 1 - Objectivo	3
A. 2 - Dados Identificadores do Ensaio	3
A. 3 - Metodologia	3
A. 4 - Condições Meteorológicas	3
A. 5 - Equipamento e Software Utilizado	4
A. 6 – Identificação das Medições e Condições de Medida	5
A. 7 - Pontos de Medida	5
<b>B. Resumo da Metodologia e Contexto Legislativo</b>	6
B. 1 - Definições	6
B. 2 - Procedimentos de medida e cálculo	7
B.2.1 - Verificação prévia e final	7
B.2.2 - Medições	7
B.2.3 - Cálculo do Critério de Incomodidade	7
B.2.4 - Contexto	8
<b>C. Resultados do Ensaio</b>	8
C. 1 – Resultados das Medições	8
C. 2 – Critério de Incomodidade	9
C. 2.1 – Verificação das Características Tonais	9
C. 2.2 – Verificação das Características Impulsivas	10
<b>D. Análise dos Resultados e Conclusões</b>	11
<b>Anexo 1 - Listagem de Medições</b>	12
<b>Anexo 2 - Planta de Localização dos Pontos de Medição</b>	14
<b>Anexo 3 - Certificado de Acreditação</b>	15

## **A. Identificação e Descriminação do Ensaio**

### **A. 1 - Objectivo**

Ensaio para Medição dos Níveis de Pressão Sonora, com o objectivo de avaliar o Critério de Incomodidade (art.º 13 do Regulamento Geral do Ruído), em conformidade com a Norma NP ISO 1996:2011, partes 1 e 2 e no Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de Janeiro, no Guia Prático para Medições de Ruído Ambiente - no contexto do Regulamento Geral do Ruído tendo em conta a NP ISO 1996, da Agência Portuguesa do Ambiente.

### **A. 2 - Dados Identificadores do Ensaio**

requerente	CENTRO DESPORTIVO NACIONAL DO JAMOR
cliente	FACTORIAL, LDA.
morada do cliente	LISBOA
local de realização dos ensaios	CENTRO DESPORTIVO NACIONAL DO JAMOR - CARREIRA DE TIPO - CRUZ QUEBRADA - OEIRAS
fonte de ruído particular	ACTIVIDADE DO CAMPO DE TIRO
data dos ensaios	15 E 19 DE JUNHO DE 2013

### **A. 3 - Metodologia**

A metodologia do ensaio é descrita no Procedimento Técnico de Ensaio do Laboratório, PE001\_RA.

### **A. 4 - Condições Meteorológicas**

Verificadas as condições meteorológicas, constatou-se uma velocidade do vento inferior a 5m/s no(s) dia(s) de ensaio.

O céu encontrava-se pouco nublado, havendo condições favoráveis de propagação.

dia	temp. (°C)	velocidade vento (m/s)	direcção dominante vento	humidade (%)	precip. (mm)	período referência
15-06-2013	16,4	2,1	NW	75,3	0	Diurno
19-06-2013	17,0	1,9	NW	74,1	0	Diurno

Matéria Acústica - Departamento da empresa: Matéria – Atelier de Arquitectura e Engenharia, Lda.

telf./fax: 243001828 – tlm: 964809069 – 918548170 – 918765241

Laboratório: Av. D. Afonso Henriques, 1, 1.º dtº, 2000 – 179 Santarém

www.materia.pt – materia@materia.pt

**A. 5 - Equipamento e Software Utilizado**

Analizador de Ruído Bruel & Kjaer 2250 (n.º de série 2619933) – Modelo aprovado pelo Instituto Português da Qualidade com o n.º 245.70.05.3.16, Marcação CE, Classe de precisão 1 (CEI 651/CEI804/CEI61672). Verificado pelo I.S.Q. em Fevereiro de 2013 (certificado de VACV121/13 - Boletim n.º 245.70 / 13.109).

Microfone Bruel & Kjaer 4189 (n.º de série 2620961)

Calibrador Sonoro Bruel & Kjaer 4231 (n.º de série 2610305) – Marcação CE, Classe de precisão 1 e LS. Verificado pelo I.S.Q. em Fevereiro de 2013 (certificado de calibração CACV181/13).

Software 7815 Noise Explorer™ Bruel & Kjaer

Software BZ-5503 Utility para Analisador de Ruído Bruel & Kjaer 2250



#### A. 6 – Identificação das Medições e Condições de Medida

tipo de ruído	data(s)	hora(s) de início da medição	hora(s) do fim da medição	período de referência	T (min)	Medição / ponto
Ambiente	15-06-2013	23:01	23:18	Diurno	15	1 – E1
Residual	15-06-2013	23:20	23:36	Diurno	15	2 – E1
Residual	19-06-2013	00:12	00:27	Diurno	15	3 – E1
Ambiente	19-06-2013	00:40	00:55	Diurno	15	4 – E1
<b>variabilidade do ruído particular:</b> ruído particular com audibilidade, havendo alguma variabilidade.			<b>variabilidade do ruído residual:</b> com alguma variabilidade dependendo do número de passagem de veículos ligeiros			
<b>descrição da(s) fonte(s) de ruído:</b> fonte de ruído do funcionamento da actividade da carreira de tiro e ruído de tráfego rodoviário de via próxima e mais distante.			<b>descrição do(s) receptor(es):</b> fachada habitacional mais próxima da fonte de ruído			
<b>caracterização do ruído originado:</b> sinal com audibilidade de tiros de armas, veículos automóveis e vegetação.			<b>duração acumulada do funcionamento durante o período:</b> 12 horas			

#### passagem de veículos e descrição da via:

estrada a Sul - dia1 - ligeiros = PD 7 - ruído ambiente  
estrada a Sul - dia2 - ligeiros = PD 6 - ruído ambiente  
estrada a Sul - dia1 - ligeiros = PD 4 - ruído residual  
estrada a Sul - dia2 - ligeiros = PD 3 - ruído residual

#### A. 7 - Pontos de Medida

Assinalados em planta(s) no anexo 2.

local	descrição
E1	Próximo de fachada habitacional na rua Bernardo Santareno



## **B. Resumo da Metodologia e Contexto Legislativo**

### **B. 1 - Definições**

**Ruído Ambiente / Som Total** – Ruído global, observado numa dada circunstância, num determinado instante, devido ao conjunto de fontes sonoras que fazem parte da vizinhança do local.

**Ruído Particular / Som Específico** – componente do ruído ambiente que pode ser especificamente identificada por meios acústicos e atribuída a uma determinada fonte sonora

**Ruído residual:** Ruído ambiente a que se suprimem um ou mais ruídos particulares, para uma situação determinada.

**Som residual:** Som remanescente numa dada posição e numa dada situação quando são suprimido(s) o(s) son(s) específico(s) em consideração.

**Som inicial** – Som total existente numa situação inicial antes da ocorrência de qualquer modificação.

**Nível Sonoro Contínuo Equivalente ( $L_{Aeq,T}$ )** - valor do nível de pressão sonora ponderado em A de um ruído uniforme que, no intervalo de tempo T, tem o mesmo valor eficaz da pressão sonora do ruído considerado cujo o nível varia em função do tempo.

**Som Tonal** – Som caracterizado por uma única componente de frequência ou por componentes de banda estreita que emergem de modo audível do som total.

**$L_{Aim}$**  – Nível médio da pressão sonora, ponderado A, determinado com a característica impulsiva de ponderação no tempo, num dado intervalo de tempo.

**Nível de Avaliação ( $L_{A,r,T}$ )** – Nível sonoro contínuo equivalente, durante um intervalo de tempo especificado adicionado das correcções devidas às características tonais e impulsivas do som.

**Intervalo de tempo de medição** – Intervalo de tempo durante o qual é efectuada uma única medição.

**Intervalo de tempo de observação** – Intervalo de tempo durante o qual é efectuada uma série de medições.

**Períodos de Referência** – o intervalo de tempo a que se refere um indicador de ruído, de modo a abranger as actividades humanas típicas, delimitado nos seguintes termos:

- Período diurno, das 7 às 20 horas
- Período entardecer, das 20 às 23 horas
- Período nocturno, das 23 às 7 horas

**Zonas Sensíveis** – área definida em plano municipal de ordenamento do território, como vocacionada para uso habitacional, ou para escolas, hospitais e similares, ou espaços de lazer, existentes ou previstos, podendo conter pequenas unidades de comércio e de serviços destinadas a servir a população local, tais como cafés e outros estabelecimentos de restauração, papelarias e outros estabelecimentos de comércio tradicional, sem funcionamento no período nocturno.

**Zonas Mistas** – área definida em plano municipal de ordenamento do território, cuja ocupação seja afectada a outros usos, existentes ou previstos, para além dos referidos na definição de zona sensível.

**Zona Urbana Consolidada** – a zona sensível ou mista com ocupação estável em termos de edificação.

**Receptor sensível:** edifício habitacional, escolar, hospitalar ou similar ou espaço de lazer, com utilização humana.

**Intervalo de tempo de Longa duração:** Intervalo de tempo especificado no qual o som associado a uma série de intervalos de tempo de referência é determinado ou avaliado.

## **B. 2 - Procedimentos de medida e cálculo**

### **B.2.1 - Verificação prévia e final**

Previamente ao início das medições, foi verificado o bom funcionamento do analisador de ruído, bem como os respectivos parâmetros de configuração.

Antes de Depois de cada amostragem o sonómetro deverá ser calibrado, com o calibrador sonoro Brüel & Kjær, modelo 4231. O técnico deverá registar os valores inicial e final da regulação, no impresso Imp002\_RA/2. Se a divergência entre o valor inicial e o valor final da regulação se afastarem de 0,5 dB as medições devem ser repetidas.

### **B.2.2 - Medições**

Para medições no exterior, a localização do ponto de medição deve ser a mais próxima possível do edifício considerado como receptor sensível e da sua fachada mais exposta à fonte em avaliação, garantindo o afastamento de, pelo menos, 3,5 m dessa superfície.

### **B.2.3 - Cálculo do Critério de Incomodidade**

O critério de incomodidade é a tomada em consideração da diferença entre o valor do indicador LAeq do ruído ambiente determinado durante a ocorrência do ruído particular da actividade em avaliação e o valor do indicador LAeq do ruído residual, diferença essa que não pode exceder 5 dB(A) no período diurno, 4 dB(A) no período do entardecer e 3 dB(A) no período nocturno. Contudo o valor LAeq do ruído ambiente deve ser corrigido de acordo com as características tonais ou impulsivas do ruído particular, passando a designar-se por nível de avaliação, LAr, aplicando a seguinte fórmula:

$$L_{Ar} = L_{Aeq} + K1 + K2$$

em que K1 é a correcção tonal e K2 é a correcção impulsiva.

Dado que, geralmente, a medição do ruído ambiente é realizado por amostragens em intervalos de tempo, pode ainda ser necessário, quando o ruído particular não ocorre durante todo o período de referência, efectuar uma correcção em função da duração acumulada de ocorrência do ruído particular de acordo com a tabela do anexo I do Regulamento Geral do Ruído.

Matéria Acústica - Departamento da empresa: Matéria – Atelier de Arquitectura e Engenharia, Lda.

telf./fax: 243001828 – tlm: 964809069 – 918548170 – 918765241

Laboratório: Av. D. Afonso Henriques, 1, 1º dtº, 2000 – 179 Santarém

www.materia.pt – materia@materia.pt



## B.2.4 - Contexto

Regulamento Geral do Ruído (Dec. Lei n.º 9/2007 de 17 de Janeiro)

### CAPÍTULO III -Regulação da produção de ruído

#### Artigo 13º - Actividades ruidosas permanentes

1 - A instalação e o exercício de actividades ruidosas permanentes em zonas mistas, nas envolventes das zonas sensíveis ou mistas ou na proximidade dos receptores sensíveis isolados estão sujeitos:

- Ao cumprimento dos valores limite fixados no artigo 11º; e
- Ao cumprimento do critério de incomodidade, considerado como a diferença entre o valor do indicador LAeq do ruído ambiente determinado durante a ocorrência do ruído particular da actividade ou actividades em avaliação e o valor do indicador LAeq do ruído residual, diferença que não pode exceder 5 dB(A) no período diurno, 4 dB(A) no período do entardecer e 3 dB(A) no período nocturno, nos termos do anexo I ao presente Regulamento, do qual faz parte integrante.

## C. Resultados do Ensaio

### C. 1 – Resultados das Medições

Medição / Ponto	LAeq	Ficheiro
1 – E1	59,7	Project 001
2 – E1	57,1	Project 002
3 – E1	53,5	Project 003
4 – E1	56,2	Project 004

LAeq - Níveis Sonoros Contínuos Equivalentes (Leq)

## C. 2 – Critério de Incomodidade

		Ruído Ambiente	K1	K2	LAr	
Período Diurno		58,3	0	3	60,6	
	LAr	Ruído Residual	Valor <i>D</i>	Diferença Regulamentar com valor <i>D</i>	Diferença Calculada	Situação Legal
Período Diurno	60,6	55,6	0	5dB	5dB	CONFORME

nota: foi detectada componente impulsiva na amostra 1

### C. 2.1 – Verificação das Características Tonais

#### ANÁLISE DE BANDAS DE UM TERÇO DE OITAVA [dB(A)]

PERÍODO DIURNO

Frequência (Hz)	Amostra 1	Amostra 2
50	42,89	30,44
63	45,17	29,67
80	47,41	30,11
100	48,9	32,46
125	49,8	31,95
160	50,27	32,9
200	49,92	35,47
250	49,34	38,14
315	48,18	40,71
400	47,35	42,45
500	46,82	43,96
630	45,62	45,12
800	44,85	48,05
1000	44,64	48,82
1250	42,81	47,34

Matéria Acústica - Departamento da empresa: Matéria – Atelier de Arquitectura e Engenharia, Lda.

telf./fax: 243001828 – tlm: 964809069 – 918548170 – 918765241

Laboratório: Av. D. Afonso Henriques, 1, 1.º dtº, 2000 – 179 Santarém

www.materia.pt – materia@materia.pt

1600	41,06	45,71
2000	39,84	43,84
2500	40,28	42,6
3150	40,87	41,5
4000	41,56	40,58
5000	38,39	39,27
6300	32,68	34,71
8000	27,19	29,68

Nota: A análise por bandas de frequência foi efectuada utilizando a malha de ponderação A

### C. 2.2 – Verificação das Características Impulsivas

Medição / Ponto	LAeq	LAeq - LAeq
1 – E1	59,7	6,7
4 – E1	56,2	5,5

Actividade desenvolvida durante um período de 12 horas, considerando-se o período de funcionamento. O ensaio realizou-se com actividade da carreira de tiro em “on” e “off”, ou seja durante a ocorrência do ruído particular, (ruído ambiente) e durante a ausência do mesmo (ruído residual). Os ensaios foram realizados por simulação com todo os tipo de armas usualmente utilizadas na carreira de tiro e durante a realização de treinos de tiro pelo exército.

## **D. Análise dos Resultados e Conclusões**

As medições foram efectuadas no período de referência diurno.

As amostras foram realizadas com tempo de integração de 15 minutos e janela de emissão de 15+15 minutos, em dois dias distintos. As medições revelaram-se suficientes para garantir a estacionaridade temporal dos sinais sonoros e a representatividade dos mesmos. A fonte de ruído principal é o ruído de tráfego rodoviário local, com alguma audibilidade de tráfego rodoviário da Auto-Estrada A5, sendo a fonte de ruído em estudo a fonte secundária com emissão de ruído em picos de pressão sonora, com forte mascaramento de sinal por via do tempo de integração das medições e do ruído residual. O critério de incomodidade é CUMPRIDO visto que a diferença obtida entre o nível de avaliação, ponderado (A), (Lar) e o nível sonoro contínuo equivalente do ruído residual detectado foi IGUAL ao limite definido no Regulamento Geral do Ruído.

Oeiras, 5 de Setembro de 2013

**o critério de incomodidade É CUMPRIDO**

---

Director Técnico/Director Qualidade  
(OA n.º 15994)  
(pós-graduado em engenharia acústica pelo IST)

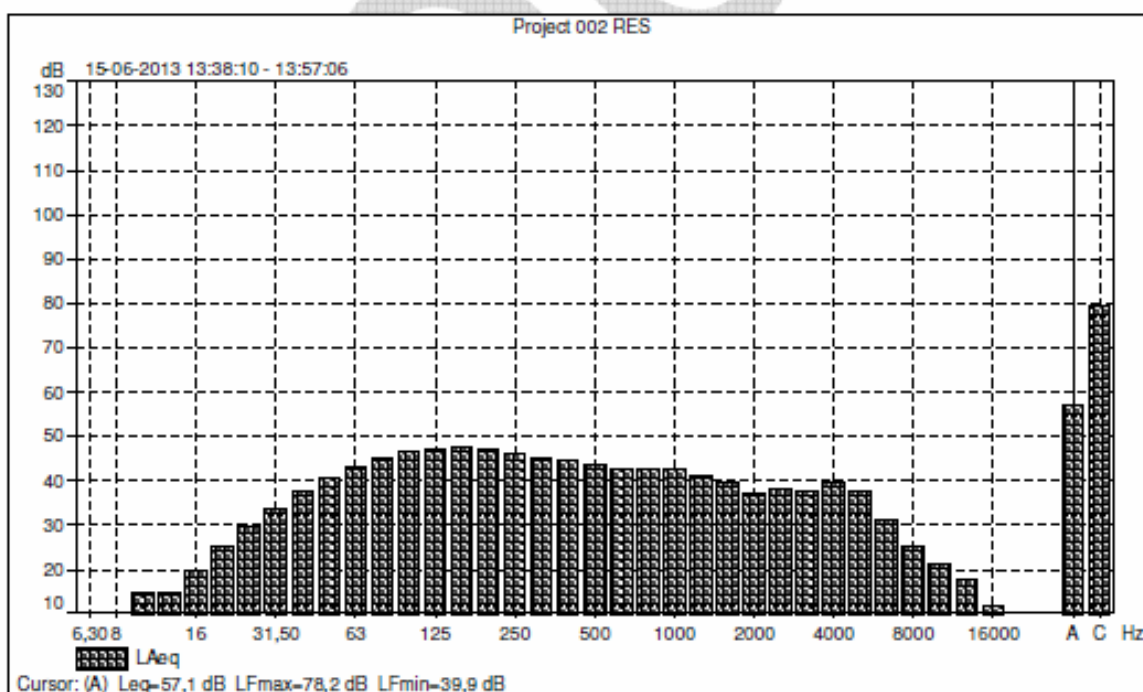
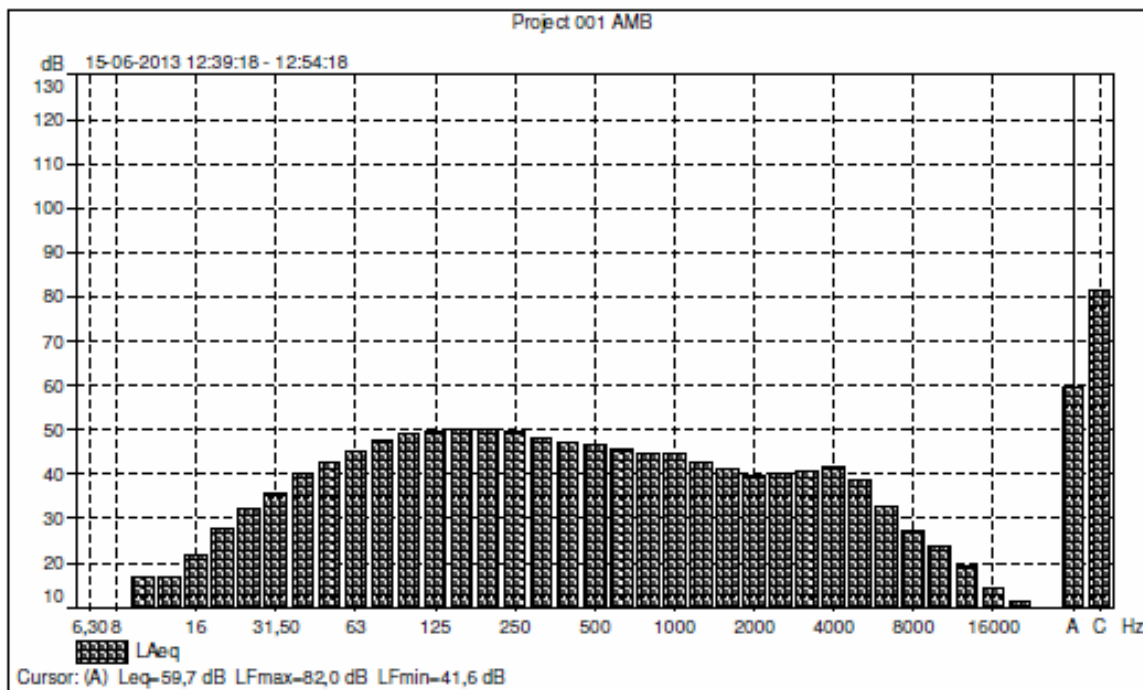
Matéria Acústica - Departamento da empresa: Matéria – Atelier de Arquitectura e Engenharia, Lda.

telf./fax: 243001828 – tlm: 964809069 – 918548170 – 918765241

Laboratório: Av. D. Afonso Henriques, 1, 1º dtº, 2000 – 179 Santarém

www.materia.pt – materia@materia.pt

## Anexo 1 - Listagem de Medições



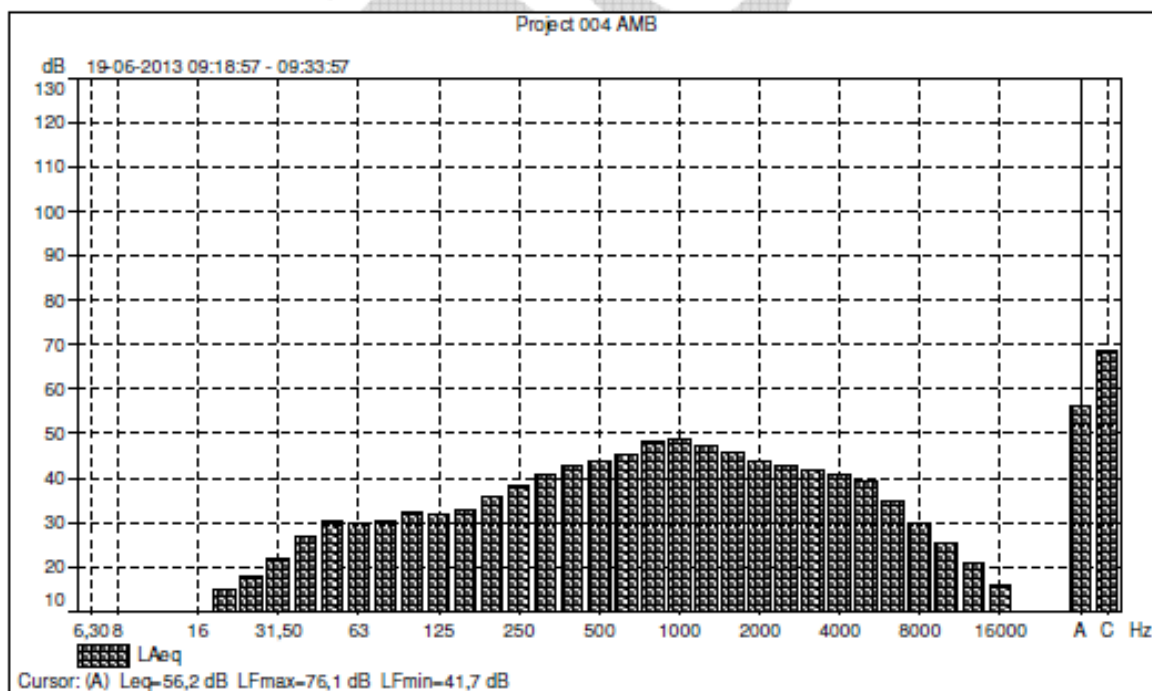
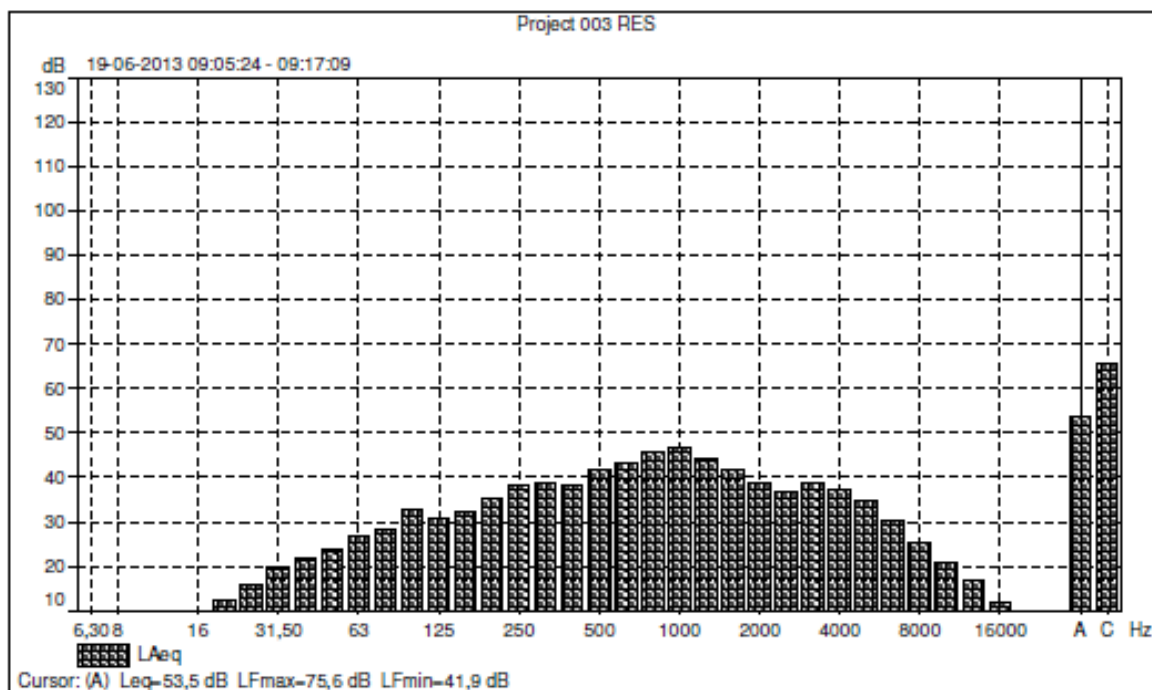
Matéria Acústica - Departamento da empresa: Matéria – Atelier de Arquitectura e Engenharia, Lda.

telf./fax: 243001828 – tlm: 964809069 – 918548170 – 918765241

Laboratório: Av. D. Afonso Henriques, 1, 1º dtº, 2000 – 179 Santarém

www.materia.pt – materia@materia.pt





Matéria Acústica - Departamento da empresa: Matéria – Atelier de Arquitectura e Engenharia, Lda.

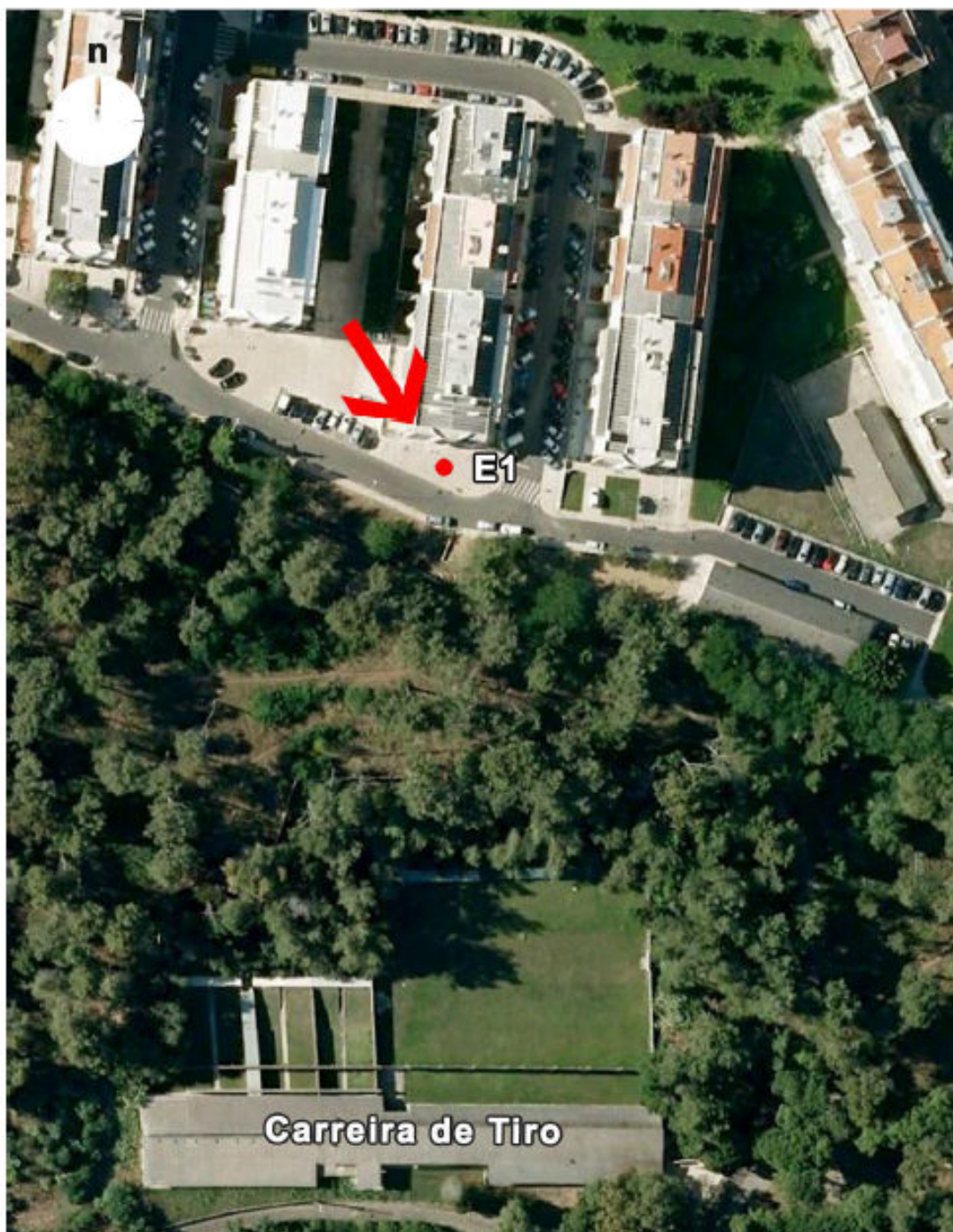
telf./fax: 243001828 – tlm: 964809069 – 918548170 – 918765241

Laboratório: Av. D. Afonso Henriques, 1, 1º dtº, 2000 – 179 Santarém

www.materia.pt – materia@materia.pt



## Anexo 2 - Planta de Localização dos Pontos de Medição



Matéria Acústica - Departamento da empresa: Matéria – Atelier de Arquitectura e Engenharia, Lda.

telf./fax: 243001828 – tlm: 964809069 – 918548170 – 918765241

Laboratório: Av. D. Afonso Henriques, 1, 1º dtº, 2000 – 179 Santarém

[www.materia.pt](http://www.materia.pt) – [materia@materia.pt](mailto:materia@materia.pt)

## Anexo 3 - Certificado de Acreditação



### Anexo Técnico de Acreditação N° L0542-1 *Accreditation Annex nr.*

A entidade a seguir indicada está acreditada como **Laboratório de Ensaios**,  
segundo a norma **NP EN ISO/IEC 17025:2005**

#### Matéria - Atelier de Arquitectura e Engenharia, Lda Matéria Acústica

Endereço Av. D. Afonso Henriques, 1, 1ºD  
Address 2000-179 Santarém  
Contacto Nuno Piedade Alexandre  
Contact  
Telefone 243001828  
Fax 243001828  
E-mail materia@materia.pt  
Internet http://www.materia.pt

#### Resumo do Âmbito Acreditado

Acústica e Vibrações

#### Accreditation Scope Summary

Acoustics and Vibrations

Nota: ver na(s) página(s) seguinte(s) a descrição completa do âmbito de acreditação.

A validade deste Anexo Técnico pode ser comprovada em  
<http://www.ipac.pt/docsig/10191-5M2N-5QW2-1JEA>

Os ensaios podem ser realizados segundo as seguintes categorias:

- 0 Ensaios realizados nas instalações permanentes do laboratório
- 1 Ensaios realizados fora das instalações do laboratório ou em laboratórios móveis
- 2 Ensaios realizados nas instalações permanentes do laboratório e fora destas

Note: see in the next page(s) the detailed description of the accredited scope.

The validity of this Technical Annex can be checked in the website on the left.

Testing may be performed according to the following categories:

- 0 Testing performed at permanent laboratory premises
- 1 Testing performed outside the permanent laboratory premises or at a mobile laboratory
- 2 Testing performed at the permanent laboratory premises and outside

O IPAC é signatário dos Acordos de Reconhecimento Mútuo da EA e do ILAC

O presente Anexo Técnico está sujeito a modificações, suspensões temporárias e eventual anulação, podendo a sua actualização ser consultada em [www.ipac.pt](http://www.ipac.pt).

Edição n.º 4 - Emitido em 2012-08-14 - Página 1 de 2

IPAC is a signatory to the EA MLA and ILAC MRA

This Annex can be modified, temporarily suspended and eventually withdrawn, and its status can be checked at [www.ipac.pt](http://www.ipac.pt).

ANEXO TÉCNICO DISPONÍVEL EM: <http://www.ipac.pt/docsig/?U908-TZ32-59CC-1LL0>

Matéria Acústica - Departamento da empresa: Matéria – Atelier de Arquitectura e Engenharia, Lda.

telf./fax: 243001828 – tlm: 964809069 – 918548170 – 918765241

Laboratório: Av. D. Afonso Henriques, 1, 1º dtº, 2000 – 179 Santarém

[www.materia.pt](http://www.materia.pt) – [materia@materia.pt](mailto:materia@materia.pt)