

AVALIAÇÃO DE RUÍDO AMBIENTAL E PREVISÃO DE IMPACTES FUTUROS

– Pedreira “Pegões Velhos” –

Relatório n.º MG.751-2/21 Ed4



SOBRITAS – SOC. DE BRITAS E AREIAS, Lda

Zona Industrial da Pedrulha, Lt.12

3050-183 Casal Comba - Mealhada

outubro de 2021

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	3
2. DADOS GERAIS.....	4
2.1. IDENTIFICAÇÃO DO REQUERENTE	4
2.2. DADOS DO LOCAL AVALIADO	4
2.3. REGIME DE LABORAÇÃO	4
3. DESCRIÇÃO DOS LOCAIS E PERÍODOS DE MEDIÇÃO	5
3.1. LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE MEDIÇÃO.....	5
3.2. DESCRIÇÃO DOS LOCAIS E PERÍODOS DE MEDIÇÃO	7
3.3. CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS NOS PERÍODOS DE MEDIÇÃO	7
4. EQUIPAMENTO UTILIZADO.....	8
5. DEFINIÇÕES.....	8
6. METODOLOGIA	11
7. RESULTADOS.....	11
8. CONCLUSÃO	13
8.1. ENQUADRAMENTO LEGAL	13
8.2. VALORES LIMITE A CUMPRIR	13
8.3. ANÁLISE DE CONFORMIDADE LEGAL	14
9. ANÁLISE PREVISIONAL DE IMPACTES FUTUROS	15
9.1. DESCRIÇÃO DO PROJECTO	15
9.2. DESCRIÇÃO DOS PROCESSOS E OPERAÇÕES DE DESMONTE.....	16
10. BIBLIOGRAFIA.....	31

ANEXO:

- Certificado de Acreditação do Laboratório;

Avaliação de ruído ambiental

Sobritas – Sociedade de Britas e Areias, Lda

1. Introdução

O presente trabalho refere-se à caracterização dos níveis de ruído ambiente registados na envolvente de uma pedreira de areia e argilas denominada “**Pegões Velhos**”, que irá resultar da fusão e ampliação de duas pedreiras já existentes, propriedade da empresa “**Sobritas, Lda**”, avaliando-se do “nível sonoro médio de longa duração”, face aos requisitos do DL 9/2007 de 17 de janeiro, com as alterações do DL 278/2007 de 01 de agosto e da Declaração de Rectificação n.º 18/2007.

A presente avaliação refere-se aos períodos diurno, do entardecer e nocturno.

Medições efectuadas por: Pedro Silva - Eng. do Ambiente

Data das medições de ruído ambiente: 30 de setembro e 08 de outubro de 2021

Data das medições de ruído residual: 30 de setembro e 08 de outubro de 2021

Notas

- Os resultados apresentados neste relatório referem-se exclusivamente aos itens ensaiados.
- Este relatório só pode ser reproduzido na íntegra, excepto quando haja autorização expressa do LMA da Pedamb.

2. Dados gerais

2.1. Identificação do requerente

WORKVIEW, Lda

Zona Industrial de Socorro, Lt. 64
4820-570 Quinchães - Fafe

NIF: 507159683
CAE: 86906 - Outras actividades de saúde humana

2.2. Dados do local avaliado

Pedreira de areia e argila “Pegões Velhos”
SOBRITAS – Sociedade de britas e areias, Lda

Santo Isidro de Pegões

NIF: 502081236
CAE: 8121 - Saibro, areia e pedra britada

2.3. Regime de laboração

No quadro seguinte discriminam-se os tempos de funcionamento da futura fonte de ruído em estudo, relativamente a cada um dos períodos de referência.

	Diurno	Entardecer	Nocturno
Período de referência	07:00 - 20:00	20:00 - 23:00	23:00 - 07:00
Período de laboração	08:00 - 17:00	Sem Laboração	Sem Laboração
Tempo de laboração no período de referência	62%	0%	0%

Tabela 2.1. – Períodos de referência e de funcionamento das fontes sonoras

3. Descrição dos locais e períodos de medição

3.1. Localização do ponto de medição

Na presente avaliação foram efectuadas medições no receptor sensível mais próximo identificado, conforme localização assinalada na Figura 3.1.:

1. Habitação no interior da Quinta agrícola com habitação permanente a cerca de 230 metros a Este.

Coordendas (38°41'18.70"N 8°40'15.03"W);



Figura 1. – Localização da fonte ("Pegões Velhos") e do ponto de medição (Ponto 1)

Na figura seguinte apresentam-se imagens relativas quer à localização da fonte em análise, quer ao receptor avaliado.



Figura 2 – Localização do equipamento de medição - Ponto 1

3.2. Descrição dos locais e períodos de medição

Os resultados indicados neste relatório, referem-se ao local e períodos de medição descritos de seguida.

Ponto 1		Recetor Sensível mais próximo a Este da Exploração					
Descrição do local		Moradia unifamiliar dispersa, sendo a área envolvente ao receptor composta por campos agrícolas e por manchas florestais.					
Descrição dos períodos de medição		Período Diurno	Período Diurno 2	Período do entardecer	Período do entardecer 2	Período noturno	Período noturno 2
Ruído Residual	Data de medição:	30-09-2021	08-10-2021	30-09-2021	8-10-2021	30-09-2021	9-10-2021
	Início das Medições:	10:35	16:02	20:05	20:52	23:03	00:03
	Fim das Medições:	11:20	16:47	20:50	21:37	23:48	00:48
	Descrição das fontes de ruído observadas:	Ruído de trânsito ao longe (invisível) + ruídos da natureza (cães ao longe, aves e brisa na vegetação)		Ruído de trânsito ao longe (invisível) + ruídos da natureza (cães ao longe, brisa na vegetação)		Ruído de trânsito ao longe (invisível) + ruídos da natureza (brisa na vegetação)	
Passagem Ligeiros:		0	0	0	0	0	0
de veículos Pesados:		0	0	0	0	0	0
/ hora Motociclos:		0	0	0	0	0	0

Tabela 3.2.1. – Caracterização do local e dos períodos de medição - Ponto 1

3.3. Condições meteorológicas nos períodos de medição

Apresentam-se na tabela seguinte as informações caracterizadoras dos períodos de medição.

Item	Condições meteorológicas - Ponto 1					
Data das medições: Período das medições:	30/09/2021			08/10/2021		
	D	E	N	D	E	N
Temperatura °C	23	22	18	27	20	16
Humidade relativa %	48	53	73	46	70	84
Pressão atmosférica mbar	1006	1005	1005	1005	1004	1004
Velocidade média do vento m/s	2,1	1,8	1,9	2,0	2,2	1,8
Direcção do vento Graus	290	298	275	289	281	295
Nebulosidade do céu (0 a 8)	0	0	0	0	0	0
Precipitação (Sim / Não)	Não	Não	Não	Não	Não	Não
Propagação sonora	Favorável	Muito favorável	Muito favorável	Favorável	Muito favorável	Muito favorável
Altura de medição dos dados de vento: 3 m						
Nebulosidade: 0 a 2 Céu limpo 6 a 7 Céu muito nublado 3 a 5 Céu pouco nublado 8 Encoberto						

Tabela 3.3.1. – Condições meteorológicas nos períodos de medição

4. Equipamento utilizado

- Sonómetro "Solo Premium 01dB" (Ponto 2) N.º de série: 60529
- Calibrado RION NC-74 N.º de série: 34773018
- Estação KASTREL 5550 N.º serie: 2597719

5. Definições

Período de referência diurno: das 07:00H às 20:00H

Período de referência do entardecer: das 20:00H às 23:00H

Período de referência noturno: das 23:00H às 07:00H

Indicador de ruído diurno (L_d): nível sonoro médio de longa duração, determinado durante uma série de períodos diurnos, representativos de um ano;

Indicador de ruído do entardecer (L_e): nível sonoro médio de longa duração, determinado durante uma série de períodos do entardecer, representativos de um ano;

Indicador de ruído nocturno (L_n): nível sonoro médio de longa duração, determinado durante uma série de períodos nocturnos, representativos de um ano;

Indicador de ruído diurno-entardecer-nocturno (L_{den}): indicador de ruído, expresso em dB(A), associado ao incómodo global, dado pela expressão:

$$L_{den} = 10 \times \lg \frac{1}{24} \left[13 \times 10^{L_d/10} + 3 \times 10^{(L_e+5)/10} + 8 \times 10^{(L_n+10)/10} \right]$$

Nível ponderado A, em dB(A): Valor do nível de pressão sonora ponderado de acordo com a curva de resposta de filtro normalizado A, expresso em decibel;

Nível sonoro contínuo equivalente, ponderado A, $L_{Aeq,T}$: Valor do nível de pressão sonora ponderado A de um ruído uniforme que, no intervalo de tempo T, tem o mesmo valor eficaz da pressão sonora do ruído cujo nível varia em função do tempo.

- Se o valor de $L_{Aeq,T}$ num determinado ponto resultar de várias medições, é efectuada a sua média logaritmica, segundo a seguinte expressão:

$$L_{Aeq,T} = 10 \lg \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{(L_{Aeq,t})_i/10} \right]$$

Onde, n é o n.º de medições;
 $(L_{Aeq,t})_i$ é o valor do nível sonoro da medição i .

- Quando se identificam “patamares” no ruído que se pretende caracterizar, o respectivo valor de $L_{Aeq,T}$, resulta da aplicação da seguinte expressão:

$$L_{Aeq,T} = 10 \lg \left[\frac{1}{T} \sum_{i=1}^n t_i \times 10^{L_{Aeq,t_i}/10} \right]$$

Onde, n é o n.º de patamares;
 t_i é a duração do patamar i ;
 L_{Aeq,t_i} é o nível sonoro no patamar i .

Ruído ambiente / Som total $L_{Aeq, (Amb)}$: Ruído global observado numa dada circunstância num determinado instante, devido ao conjunto de todas as fontes sonoras que fazem parte da vizinhança próxima ou longinqua do local considerado.

Ruído particular / Som particular $L_{Aeq, (part)}$: Componente do ruído ambiente que pode ser especificamente identificada por meios acústicos e atribuída a determinada fonte sonora.

Ruído residual / Som residual, $L_{Aeq, (residual)}$: Ruído ambiente a que se suprimem um ou mais ruídos particulares, para uma situação determinada.

Correcção tonal: Quando existir pelo menos uma banda de terços de oitava entre os 50Hz e 8kHz, cujo nível ultrapasse em 5dB(A) ou mais, os níveis das duas bandas adjacentes, o nível de ruído ambiente deve ser corrigido através da parcela K1, igual a 3 dB(A).

Correcção impulsiva: Consiste em determinar a diferença entre o nível sonoro contínuo equivalente, LAeq, T, medido em simultâneo com característica impulsiva e Fast. Se esta diferença for superior a 6 dB(A), o ruído deve ser considerado impulsivo, e a correcção será de K2 igual a 3 dB(A).

Nível de avaliação, L_{Ar,T}: Nível sonoro contínuo equivalente, ponderado A, durante o intervalo de tempo T, adicionado das correcções devidas às características tonais e impulsivas do som, de acordo com a seguinte fórmula:

$$L_{Ar,T} = L_{Aeq,T} + K_1 + K_2 \quad , \text{ onde } K_1 \text{ é a correcção tonal e } K_2 \text{ a correcção impulsiva}$$

Zonas sensíveis: áreas definidas em instrumentos de planeamento territorial como vocacionadas para usos habitacionais, ou para escolas, hospitais ou 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 noturno.

Zonas mistas: as zonas existentes ou previstas em instrumentos de planeamento territorial eficazes, cuja ocupação seja afectada a outros usos, existentes ou previstos, para além dos referidos na definição de zona sensível.

Zonas urbana consolidada: a zona mista ou sensível com ocupação estável em termos de edificação.

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

6. Metodologia

A monitorização do foi efectuada segundo os procedimentos discriminados na tabela seguinte:

Ensaio	Norma / Procedimento	Acreditação
Ruído ambiente Medição de níveis de pressão sonora (Critério de Incomodidade)	- NP ISO 1996-1:2019 - NP ISO 1996-2:2019 - Errata NP ISO 1996-1:2020 - Errata NP ISO 1996-2:2020 - DL 9/2007 (Anexo I) - IT(R)56-11:24-04-2020	A
Ruído ambiente Medição de níveis de pressão sonora (Determinação do nível sonoro médio de longa duração)	- NP ISO 1996-1:2019 - NP ISO 1996-2:2019 - IT(R)56-11:24-04-2020	A

A – Ensaio Acreditado; NA – Ensaio Não Acreditado;

Tabela 6.1 – Ensaio propostos e respectivos métodos utilizados

A avaliação da conformidade legal dos resultados obtidos, é efectuada face aos requisitos do Decreto Lei n.º 9/2007 de 17 de Janeiro (“Regulamento Geral do Ruído”), com as alterações do DL 278/2007 e da Declaração de rectificação n.º 18/2007.

7. Resultados

Apresentam-se de seguida os parâmetros caracterizadores dos ruídos avaliados.

Ponto 1		Exterior, junto à habitação, a Este da pedreira Pegões Velho. (38°41'18.70"N 8°40'15.03"W)						
		Período Diurno (07:00 - 20:00)		Período do entardecer (20:00 - 23:00)		Período noturno (23:00 - 07:00)		
		1	2	1	2	1	2	
Regime de funcionamento	Horário de laboração:		08:00 - 17:00		Sem Laboração		Sem Laboração	
	Frequência mensal (dias/mês)		21		30		30	
	Frequência anual (dias/ano)		251		365		365	
Influência das condições meteorológicas	Altura do receptor - h _r (m)		1,5					
	Altura da fonte sonora em análise - h _s (m)		4,0					
	Distância horizontal entre a fonte e o receptor - r (m)		230					
	(hr + hs)/r		0,02					
	Influência das condições meteorológicas:		Existe, devendo as medições ser efetuadas em condições favoráveis ou muito favoráveis					
R. Residual		Ruído Residual - L _{Aeq} dB(A)	36,5	36,7	34,2	33,9	31,2	30,1
	Tempo de funcionamento do ruído particular no período de referência (Horas)		8		0		0	
	Tempo do período de ref. sem ruído particular (Horas)		5		3		8	
	Duração do período de referencia (Horas)		13		3		8	
	LAeq do ruído ambiente dB(A)		36,5	36,7	34,2	33,9	31,2	30,1
	Nível de Avaliação do ruído ambiente (L _{A,r,T}); com correcções tonais e impulsivas. dB(A)		36,5	36,7	34,2	33,9	31,2	30,1
	LAeq do ruído residual dB(A)		36,5	36,7	34,2	33,9	31,2	30,1
	LAeq do ruído residual (fora do período de laboração do ruído particular) dB(A)		36,5	36,7	34,2	33,9	31,2	30,1
		36,6		34,1		30,7		
RR	Leq residual, LT dB(A)		36,6		34,1		30,7	

Tabela 7.1.1 - Resultados das medições efectuadas

8. Conclusão

8.1. Enquadramento legal

De acordo com o definido pelo “Regulamento Geral do Ruído - RGR” actualmente em vigor (DL n.º 9/2007 de 17 de janeiro), 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 de critérios de conformidade, como se indica:

1. Critério do “nível sonoro médio de longa duração” (Art. 11.º)

- As zonas sensíveis e mistas não devem ficar expostas a ruído ambiente exterior, expresso pelos indicadores L_{den} e L_n , superior ao valor indicado na tabela seguinte:

Classificação da zona	Valores limite de exposição	
	L_{den} dB(A)	L_n dB(A)
Zona mista	65	55
Zona sensível	55	45
Zona não classificada	63	53
Zonas sensíveis nas proximidades de GIT existentes	65	55
Zonas sensíveis nas proximidades de GIT não aéreas em projeto	60	60
Zonas sensíveis nas proximidades de GIT aéreas em projeto	65	55

GIT - Grande Infraestrutura de transporte

8.2. Valores limite a cumprir

- Relativamente ao “nível sonoro de longa duração”, atendendo a que a zona avaliada não se encontra ainda estabelecida no PDM como “zona mista” ou “zona sensível”, devem ser cumpridos os seguintes valores limite: $L_{den} \leq 63 \text{ dB(A)}$ e $L_n \leq 53 \text{ dB(A)}$ - (n.º 3 do Art. 11.º);

8.3. Análise de conformidade legal

Com base nas avaliações efectuadas, apresenta-se nos quadros seguintes a análise comparativa dos resultados com os respectivos valores limite, definidos para as zonas onde ocorre utilização mista ou sensível. Sempre que no ponto em análise se verifique uma utilização diferente destas, não estando abrangida pelo actual RGR, considera-se a análise de conformidade como “não aplicável”.

Na avaliação de conformidade, a incerteza de medição não será considerada no resultado final, conforme determinado no Cap. 2.3.4 do "Guia prático para medições de ruído ambiente"; julho de 2020; APA.

Ponto 1			Exterior, junto à habitação, a Este da pedreira Pegões Velho. (38°41'18.70"N 8°40'15.03"W)							
			Período Diurno (07:00 - 20:00)		Período do entardecer (20:00 - 23:00)		Período nocturno (23:00 - 07:00)			
			1	2	1	2	1	2		
Resultados	Nível sonoro médio de longa duração [Medido - C _{met}] dB(A)		L _d / L _e / L _n		37		34		31	
			L _{den}		39					
DL 9/2007	Valor limite para a Incomodidade dB(A)		não aplicável nesta fase		Sem Laboração -não aplicável		Sem Laboração -não aplicável			
	Valor limite para "L _{den} / L _n " (1) dB(A)		Zona Mista:		65		55			
			Zona não classificada:		63		53			
			Zona sensível:		55		45			
	Classificação da zona / Tipo de utilização observada		Habitações + Rural/Florestal							

(1) Valor dependente da classificação atribuída à zona (mista ou sensível), em âmbito de PDM.

Tabela 8.1 – Análise de conformidade legal – Ponto 1.

Através da análise dos resultados obtidos face aos respectivos valores limite definidos pelo RGR (DL n.º 9/2007), conclui-se o seguinte:

▪ **Nível sonoro médio de longa duração**

- ❖ no local monitorizado, o valor quantificado para os indicadores L_{den} e L_n, **cumprem os respectivos valores limite** definidos legalmente.

9. Análise previsional de impactes futuros

9.1. Descrição do projecto

A pedreira Pegões Velhos localiza-se na freguesia de Santo Isidro de Pegões, concelho do Montijo, distrito de Setúbal. O acesso faz-se pela EN4 ao km 38. Na figura 1, mostra-se a localização da pedreira de Pegões Velhos no território nacional e o enquadramento local. O projecto em análise consiste no licenciamento de uma concessão de areias, perspetivando-se um horizonte de vida útil da exploração com reservas exploráveis de 25 anos.



Figura 3 – Área a licenciar

A área concessionar deve-se à exploração e à lavagem e classificação de areias, por produtos vendáveis (areia para a construção civil, areia quartzítica e caulino para várias indústrias, designadamente, do vidro, cerâmica e outras indústrias).

Tabela 1 – Áreas de concessão

N.º	Designação	Área
1	Área total da concessão	33.5 hectares

9.2. Descrição dos processos e operações de desmonte

A exploração da matéria-prima na Pedreira de Pegões Velhos será feita por escavação mecânica a céu-aberto. A matéria-prima explorada *in situ* será transportada para a unidade de lavagem e classificação de areias situada a sul da exploração, para após processamento ser expedida. No que se refere a argila a mesma será armazenada em locais específicos da pedreira para posterior expedição.

A extração de areia é realizada mediante uma determinada forma (método de desmonte) em patamares.

Neste caso o desmonte é realizado a céu aberto em cava, recorrendo a uma máquina designada de giratória. A carga de areia é realizada por uma máquina designada de pá carregadora e o transporte é realizado por camiões, designados por *dumpers*.

Antes de se iniciar a extração de areia e argila, realiza-se a desmatagem (remoção de pequenos matos) e recolha das terras de cobertura (zona superficial do terreno), sendo estas armazenadas para posteriormente serem utilizadas na revegetação da área, conforme previsto pelo Plano Ambiental de Recuperação Paisagística (PARP).

O desmonte será realizado no sentido Este-Oeste numa primeira fase, e nas fases seguintes de Sul para Norte.

A lavra terá uma profundidade média de 25 metros, e desenvolvida em vários pisos em simultâneo.

9.1.1. Metodologia da previsão de impactes

Por forma a avaliar o impacte sobre os receptores sensíveis localizados na envolvente da exploração, decorrente do ruído gerado pela lavra da pedreira para todo o seu polígono a céu-aberto, apresenta-se seguidamente estudo previsional considerando as várias fontes de ruído particular mais relevantes (fontes de tipo “fixas” e/ou “móveis”) e a forma de propagação da sua pressão sonora no espaço exterior envolvente para o ponto mais próximo, neste caso para o ponto P1.

9.1.1. Metodologia

A análise previsional consiste em estimar o acréscimo de ruído resultante nos locais sensíveis mais próximos (os “receptores” avaliados na situação de referência), decorrente do ruído gerado pelos trabalhos associados às operações de exploração em questão (“emissor”) e também ao tráfego a ela associado.

Partindo do conhecimento dos níveis de ruído espectáveis para as diversas fontes particulares em análise, do actual ruído ambiente junto dos receptores sensíveis envolventes (medido na situação de referência), bem como a sua distância ao local emissor, é possível estimar o ruído ambiente resultante no receptor utilizando as expressões matemáticas que traduzem a atenuação geométrica do som em consequência do aumento da distância à fonte.

Para o ruído de tráfego e expressão usada é a seguinte:

$L2i = L1i + 10 \log (Ni/(SiT)) + 10 \log (15/r2)^{1+\alpha} + \Delta i - 13$ - para obtenção de níveis de ruído de fontes lineares (fonte: FHWA RD-77-108 da Federal Highway Administration, USA e Environmental Impact Analysis Handbook, John G. Rau)) que foi ainda posteriormente validado com o software “IMMI Premium”, versão 6.3.1. (Wölfel Meßsysteme GmbH) segundo o modelo francês NMPB-Routes-96 que segue a normalização Europeia recomendada.

Onde,

- L1 Nível de ruído à distância r1 da fonte;
- L2 Nível de ruído à distância r2 da fonte;
- Ni N.º de passagens de veículos do tipo “i”, ocorridas no tempo T;
- Si Velocidade média dos veículos do tipo “i”, em km/h;
- T Período (h) para o qual se pretende determinar L2, correspondente a Ni;
- α factor relacionado com as características de absorção sonora do piso (0 para pisos reflectores; 0,5 para pisos rugosos e com coberto vegetal)
- Δi Factor de atenuação se existente (ex: barreira acústica)

Para introduzir a contribuição individual por *tipo de viatura* e em função da sua *velocidade* de circulação média na via, serão ainda usadas as seguintes expressões (fonte: “Environmental Impact Analysis Handbook” – Larry W. Canter):

$$L_0 = 38.1 \log (v) - 2.4 \text{ dB(A)} \text{ medido a 15 m da estrada}$$

sendo “v” a velocidade de circulação (Km/h) para viaturas ligeiras.

$$L_0 = 33.9 \log (v) + 16.4 \text{ dB(A)} \text{ medido a 15 m da estrada}$$

sendo “v” a velocidade de circulação (Km/h) para **camiões médios**.

$$L_0 = 24.6 \log (v) + 38.5 \text{ dB(A)} \text{ medido a 15 m da estrada}$$

sendo “v” a velocidade de circulação (Km/h) para **camiões pesados**.

Assim, como exemplo, um veículo ligeiro que circule a 50Km/h irá gerar, a 15.2 metros, um nível de ruído de 62.0dB(A) enquanto um veículo pesado irá gerar 80.3dB(A) à mesma distância.

No caso presente a modelização das **fontes pontuais** (*assumidas como fixas num ponto – a frente da lavra mais próxima de cada receptor*) será efectuada segundo o disposto na NP 4361-2 (ISO 9613) com recurso ao software específico produzido pela empresa MAS Environmental (e validado com o software da DataKustik, Cadna) que permite observar a **propagação de som da fonte particular** na situação meteorológica mais favorável de propagação, tendo ainda sido considerado o trabalho em simultâneo do conjunto de equipamentos mais ruidosos a operarem em simultâneo à cota-base, situação que embora de curta duração, irá existir durante algum tempo no referido ponto. Refira-se neste caso, que a contribuição de um equipamento com potência sonora inferior em 10dB face a um outro adjacente com maior potência, é irrelevante ao nível da adição de som.

A propagação do som de fontes pontuais fixas faz-se em *geometria esférica*. Nesta situação a intensidade sonora diminui quatro vezes com a duplicação da distância à fonte e consequentemente a pressão decresce para metade. Este decréscimo corresponde um abaixamento de 6dB no nível de pressão sonora. Portanto cada vez que a distância à fonte duplica, verifica-se um abaixamento de 6dB no valor da pressão em campo aberto.

O nível sonoro a uma distância X qualquer L (x0) é obtido pela expressão:

$$L(X) = L(X_0) + D(\theta) - A$$

sendo

L(X₀) - nível sonoro obtido a uma distância X₀ determinada

D(θ) - a correcção da directividade da fonte sonora (para o caso de a fonte não emitir igualmente em todas as direcções);

A - factor de atenuação que ocorre desde a fonte até ao receptor

O factor de atenuação **A** descrito na ISO 9613-2 é obtido ainda pela expressão:

$$A = A_{div} + A_{atm} + A_{ground} + A_{screen} + A_{misc}$$

sendo

A_{div} - atenuação devida a divergência geométrica

A_{atm} - atenuação de energia devida a absorção na atmosfera

A_{ground} – atenuação devida ao tipo de terreno

A_{screen} – atenuação por barreiras

A_{misc} – outros efeitos como a variação da temperatura, turbulência da atmosfera, vegetação

O modelo de previsão usado considera estas componentes de atenuação com uma precisão de $\pm 3\text{dB(A)}$ para $d_p < 1000$ metros e receptores localizados em alturas inferiores a 5 metros e uma precisão de $\pm 1\text{dB(A)}$ para $d_p < 100$ metros e receptores localizados em alturas superiores a 5 metros e inferiores a 30 metros. No quadro seguinte apresentam-se as especificações do modelo de previsão indicadas pelo produtor do software usado neste estudo.

Método de cálculo usado	ISO 9613 parte 1 e 2
Nº máximo e fontes possíveis	sem limite
Tipo de fontes	pontuais
Directividade da fonte sonora usada	Vertical e Horizontal
Pressão sonora de entrada	1/1 oitavas de 16Hz a 8000Hz
Nº max de barreiras possíveis	sem limite
Reflexões	Possível para uma única barreira acústica
Correcção meteorológica (ventos dominantes com $v > 3$ m/s)	Introduzida para cada caso para os indicadores de longa duração
Absorção na atmosfera	Considerada com base na temperatura e humidade média assumidas (20°C/ 70%)
Divergência	Calculada com base na d_p emissor-receptor
Atenuação do terreno	Considerada (0 terreno duro e 1 para macio, intermédio dos casos anteriores)
Atenuação de outros efeitos	Sim
Apresentação dos resultados	em malha A, valores discretos ou graficamente

Quadro 9.2.3.1. – Componentes do software de previsão usado no estudo

9.1.2. Área de influência

De acordo com o estudo “Desenvolvimentos sobre métodos de Previsão, Medição, Limitação e Avaliação em Ruído e Vibração Ambiente” (Rosão, 2011), considerando um valor de referência de 45dB(A) para limitar a Área de Influência Acústica, uma potência sonora global de $L_{Aw} = 111$ dB(A) (soma das “piores” fontes sonoras), $h = 100$ m, solo duro (Alfa = 0) e admitindo uma Probabilidade de Ocorrência (PO) = 100%, (para espectro com prevalência de graves -“ruído castanho”) verifica-se, no gráfico seguinte, que apenas a uma distância de 1000 metros à fonte, se terá uma correção de -66dB.

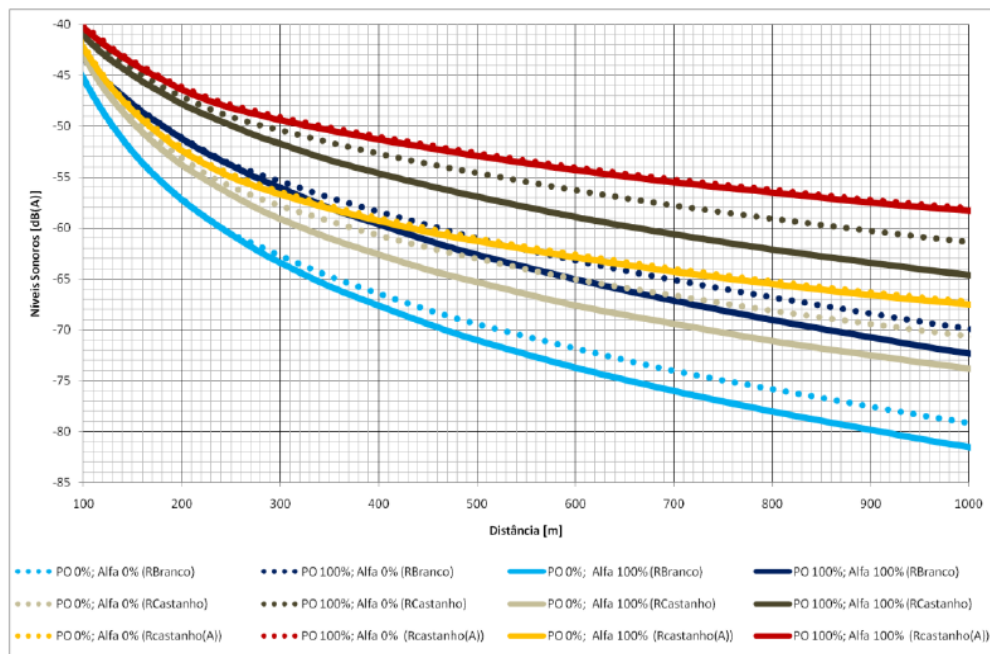


Figura 4. – Variação dos níveis sonoros com a distância (100 a 1000m) à fonte.

Aplicando as correções aos valores de referência ($111-66=45$) e considerando a referida distância de 1000 metros obtém-se um valor de 45dB(A), onde se pode afirmar que a **Área de Influência Acústica** corresponde a um raio aproximado de 1000 metros à volta da fonte. No caso presente, no interior da referida área apenas foi identificado um receptor de tipo sensível.



Figura 5. – Área de influência da pedreira com raio de 1000 metros

9.1.3. Análise previewional

Na presente análise, será determinado o impacte da implementação do projecto em questão, considerando a existência de várias fontes de potencial incomodidade, nomeadamente:

- Equipamento fixos da exploração (a serem tratados acusticamente como sendo **fonte pontual**) neste caso a unidade de lavagem e classificação de areias;
- Equipamentos móveis da exploração mineral (a serem tratados igualmente como **fonte pontual fixos num ponto – na frente da lavra mais próxima do receptor mais próximo**);
- Tráfego de pesados e ligeiros associados à exploração (fonte linear);
- Solo de tipo “duro” (atenuação zero);
- O modelo de previsão requer o conhecimento da potência sonora (L_w) dos equipamentos (fixos e móveis) e o espectro de frequência entre os 31.5Hz e 8000Hz, e o seu

posicionamento real no terreno (as móveis a operarem no vértice mais próximo do receptor – pior caso).

- As fontes consideradas são assumidas serem fontes pontuais e o modelo assume a propagação em campo distante onde a directividade inerente é mínima.
- O modelo assume e considera na previsão o efeito da topografia da área em estudo (altimetria) mas apenas para os receptores (cota de elevação relativa entre emissor e receptor), uma vez que assume o terreno plano e contínuo (pior caso). Existe um desnível de apenas 1 metro entre o vértice SE mais próximo e o ponto receptor em análise.



Figura 6. – Altimetria relativa existente entre o ponto em análise e vértice SE da pedreira

- O modelo assume condições moderadas de propagação favorável de ventos. Com ventos fortes ou inversões térmicas que possam afectar a direcção da propagação, a difracção junto de quaisquer barreiras existentes não são consideradas (nota: para efeitos legais as medições só podem ser feitas com ventos até 5 m/s= 18 Km/h).

A análise de impacto é efectuada segundo um “cenário pessimista”, considerando as seguintes situações de referência:

- **Operação na cota zero no Vértice/limite SE da unidade de lavagem e de frente da lavra** com o receptor sensível localizado à distância mínima de 322 metros da fonte e sito no “Ponto 1”, correspondente ao local habitado mais próximo da pedreira e que foi alvo da avaliação de ruído ambiental.
- Todo o material extraído da pedreira e toda a circulação de veículos é e será sempre feita pela estrada existente para Sul até fazer a ligação a EN4 conforme indicado na figura seguinte.



Figura 7. – Via de circulação de acesso à pedreira (azul) e receptores de tipo sensível mais próximos (amarelo)

- Ruído ambiental e residual no receptor, medido na fase de caracterização da “situação de referência” (ver Cap. 8).
- Não foi considerado no modelo a existência de quaisquer meios reflectores na envolvente de lavra (muros de blocos) nem de cortinas arbóreas e outras medidas mitigadoras como insonorizadores, painéis acústicos, etc...



Figura 8. – Posicionamento de “pior caso” das fontes consideradas para o ponto mais próximo P1

O quadro seguinte indica os valores de potência sonora considerados para cada equipamento afecto exclusivamente à exploração com base nas especificações dos fabricantes e de bibliografia disponível.

Pressão sonora das fontes da "exploração" consideradas no estudo		
Fonte particular de Ruído	Nº de Fontes	Potência sonora L _w dB(A)
Dumper	3	108
Pá giratória (móvel)	1	108
Trator com jopper	1	100

Tabela 9.2.5.1– Equipamentos e valores de referência utilizados na exploração

Os pressupostos usados para o cálculo das emissões de ruído das *fontes lineares (tráfego)* são os seguidamente apresentados:

Dados de referência: circulação de viaturas para Sul	
Ítem	Quantidades
Período (T) considerado na contagem de veículos (Ni)	8 horas
Fluxo de motociclos ($N_{\text{motociclos}}$)	0 passagens/T
Fluxo de veículos ligeiros (N_{ligeiros})	4 passagens/T
Fluxo de veículos pesados (N_{pesados})	74 passagens/T
Velocidade média de circulação dos veículos	20 km/h
Distância do eixo da estrada a um receptor adjacente a via	15 m
Características do piso entre a estrada e o receptor	Irregular e com coberto vegetal

Tabela 9.2.5.2 – Dados de base de fontes de tráfego da pedreira

As contribuições do tráfego de pesados e ligeiros foram obtidas pela expressão da FHWA ajustada à norma NMPB-Routes-96. O valor final obtido que traduz a contribuição do conjunto de fontes móveis junto do receptor P1 sito a 640 metros a Este da via de acesso à pedreira é então o apresentado seguidamente:

Nível sonoro contínuo equivalente no receptor (LAeq), do ruído particular resultante do movimento de veículos	
Ítem	dB(A)
<i>Veículos ligeiros</i>	8,6
<i>Veículos pesados</i>	39,6
Global do tráfego em P1	40,0

Tabela 9.2.5.3 – Impactes de ruído de tráfego no receptor mais próximo avaliado P1

E possível ainda estimar os impactes acústicos gerados pelo tráfego exclusivo da unidade junto duma habitação-tipo sita em frente à via principal de acesso à exploração (EN4).

Nível sonoro contínuo equivalente no receptor (LAeq), do ruído particular resultante do movimento de veículos	
Ítem	dB(A)
Veículos ligeiros	33,1
Veículos pesados	64,0
Global do tráfego em frente a um receptor a 15 m do eixo da via	64,4

Tabela 9.2.5.4 – Valores de ruído particular gerados pelo tráfego da exploração junto duma habitação qualquer situada adjacente à via

O modelo de previsão usado para as fontes pontuais fixas, permite obter valores de ruído particular em pontos específicos de receção com base nas suas coordenadas cartesianas (x,y,z), pelo que foi obtido o valor discreto de *ruído particular* “propagado” da futura fonte pontual esférica em condições favoráveis, para o ponto mais próximo sito a SE da frente de lavra quando esta estiver a ocorrer nesse mesmo quadrante.

O valor obtido nesse ponto nas condições de operação dos dois equipamentos mais ruidosos existentes na situação de lavra na área máxima, é estimado neste caso, ser o seguinte:

Local	Regime de funcionamento da fonte assumido	Valor de ruído particular previsto pelo modelo com as piores fontes em laboração a <u>operarem todos em simultâneo no vértice mais próximo do receptor P1, com operação à cota zero</u>
Casa a 230 metros do perímetro Este da pedreira (P1)	8 h/dia	44.4 dB(A)

Tabela 9.2.5.4 – Valores obtidos pelo modelo de previsão para P1

As figuras seguintes traduzem a dispersão no terreno real produzida pelo modelo em classes de 5dB(A) aquando de operações simultânea dos 2 equipamentos moveis mais ruidosos da empresa e da unidade de lavagem e classificação de areias.

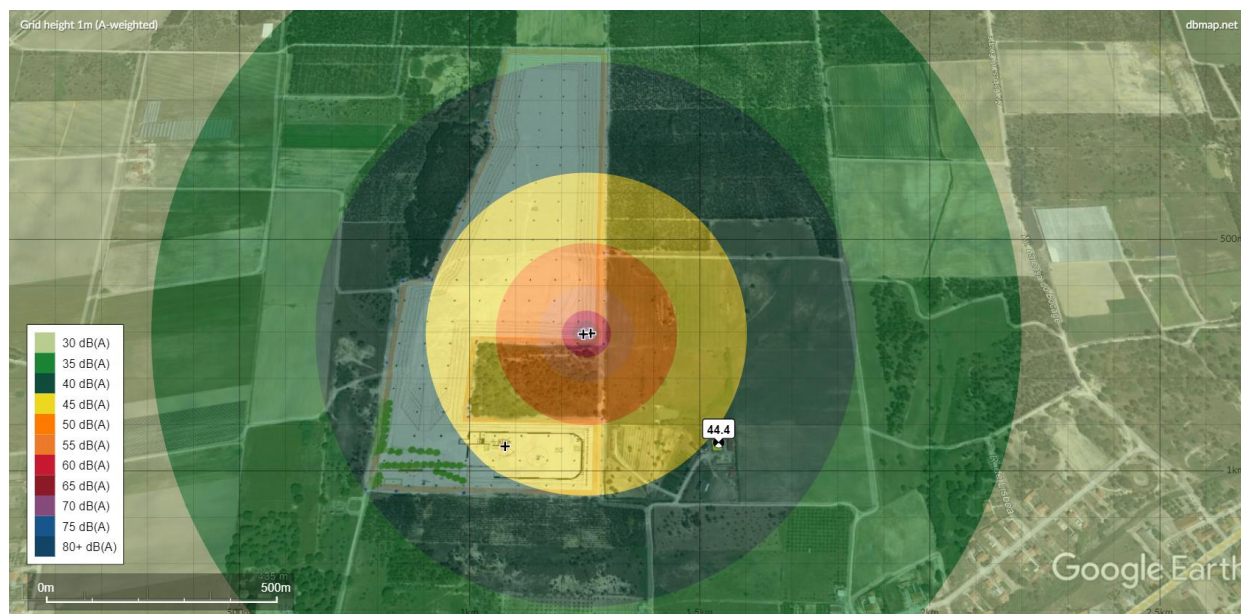


Figura 9– Perfis das linhas isófonas do ruído particular geradas pelas fontes mais ruidosas a operarem à cota zero no ponto mais próximo possível (P1) do receptor e na situação mais desfavorável de operação



Figura 10. – Perfil da linha isófona Ld de 63dB(A) de ruído particular gerado na situação mais desfavorável de operação, junto de P1. Todos os receptores sensíveis encontram-se bem distantes do limite de 63dB(A) do ruído particular (Ld ± LAeq)



Figura 11. – Perfil da linha isófona de 45dB(A) do ruído particular gerado que define, apenas com essa contribuição a zona de aplicabilidade do “critério de incomodidade” do ruído da fonte no período de operação da mesma. Os receptores de tipo sensível encontram-se todos fora dessa zona.

Considerando os valores de referência indicados bem como o horário de laboração da exploração, que decorrerá apenas em período diurno, obtiveram-se os resultados indicados na tabela seguinte:

Análise do impacto das fontes particulares, sobre o ruído ambiente no receptor mais próximo P1				
item		Duração (horas)	LAeq, no receptor (dBA)	Observações
Componentes do ruído ambiente no receptor	Pedreira	8	44,4	Modelizado como "fonte pontual" na pior situação possível (ruído particular)
	Tráfego da pedreira	8	44,0	Obtido pelas expressões de ruído particular de "tráfego"
	Residual (para incomodidade)	5	36,6	Unidade avaliada parada mas as demais fontes da zona em laboração (RR das 8H as 17:00)
	Residual para Lden	5	36,6	Todas as unidades paradas apos (RR das 17:00 as 20:00 e das 7:00 as 8:00H)
Ruído ambiente no período de laboração das fontes		8	45,1	Valor a utilizar para determinação da "Incomodidade" na fase de exploração *
Ruído ambiente na totalidade do período diurno		13	46,7	Indicador "L _d " para a fase de exploração + tráfego **

* soma logarítmica dos dois componentes acima indicados e que compõem o ruído ambiental global (nota: o tráfego não verifica a incomodidade)

** media ponderada no periodo com 8 horas com ruído particular e 5 horas com ruído residual adicionado o tráfego

Tabela 9.2.5.5 – Níveis de ruído máximos previstos no ponto P1

9.1.4. Conclusão – “Fase de exploração”

Considerando os valores de referência indicados bem como o horário de laboração da exploração, que decorrerá sempre em período diurno, obtiveram-se os resultados indicados na tabela seguinte para o ponto P1, na situação de operação futura.

Previsão de níveis máximos de ruído (dBA) no ponto mais próximo da exploração				
PONTO P1		Período Diurno	Período do Entardecer	Período Nocturno
Resultados das medições e modelizações	Ruído ambiente		45	
	Ruído residual		37	50,0
	"Incomodidade"		não aplicável	0
	"Nível sonoro médio de longa duração"	L _d	47	
		L _e		50
		L _n		44
		L _{den}	52	
DL 9/2007	Valor limite para a Incomodidade		6	não labora
	Valor limite para "L _{den} / L _n "		63 / 53	

(1) Valor dependente da classificação a ser dada à zona (mista ou sensível), em âmbito de PDM.

Tabela 9.2.6.1. – Níveis de ruído previstos máximos da exploração junto do ponto receptor P1 em estudo

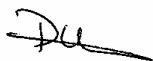
Face aos resultados obtidos e indicados nas tabelas anteriores, conclui-se o seguinte relativamente ao impacte expectável sobre o receptor sensível mais próximo analisado resultante da lavra a ocorrer na área global disponível:

- Por modelação, estimou-se que no ponto mais próximo **P1** o critério da “incomodidade” **será sempre cumprido**, mesmo aquando da operação e equipamentos moveis e da instalação fixa de lavagem e classificação de areias no vértice SE mais próximo da habitação. O cumprimento deste critério no ponto mais próximo da fonte, garante o cumprimento em pontos sensíveis mais afastados;

- No ponto **P1** o critério do “nível sonoro médio de longa duração” cumpriu sempre os valores limite determinados no DL 9/2007 para “zona não classificada “. A isófona de 63dB(A) do ruído particular (L_{dpart}) revela que a sua soma ao $L_{dresidual}$ de base (37 dB(A)) permite manter o receptor mais próximo avaliado sempre inserido em “zona não classificada”, mesmo aquando da ocorrência das condições mais ruidosas de operação.
- Pela análise empírica realizada foi possível determinar que a área de influência do ruído da fonte (no “pior caso”) se estimou empiricamente estar dentro dum raio de 1000 metros. A isófona de 45dB(A) do ruído particular obtida pelo modelo indica, no entanto que essa área será bem menor, com um raio na ordem dos 336 metros, mantendo-se sempre o ponto P1 como o receptor de tipo sensível mais próximo;
- O acréscimo de tráfego na via EN4 gerados pela actividade da exploração terá uma contribuição de 64.4dB(A) junto das habitações circundantes (assumindo que todo o tráfego se desloca, alguma vez, no mesmo sentido) sendo que estes níveis de ruído particular de tráfego deverão ser adicionados aos níveis diurnos actualmente existentes de 72dB(A) junto dos mesmos receptores, pelo que a sua contribuição será negligenciável (menor que 1 dB(A)).
- Sendo os resultados obtidos por um modelo matemático de previsão e cálculos com uma incerteza conhecida associada e com alguns pressupostos assumidos, estes necessitam de ser confirmados com base em *medições reais* que irão ocorrer no âmbito do respetivo plano de monitorização de ruído ambiental da pedreira.

Marinha Grande, 31 de março de 2022

Aprovado por:



Eng. Pedro Silva

10. BIBLIOGRAFIA

Decreto-Lei nº 9/2007 d e17 de janeiro

NP ISO 1996-1 (2019) "Acústica. Descrição, medição e avaliação do ruído ambiente. Parte 1: Grandezas fundamentais e métodos de avaliação."

NP ISO 1996-2 (2019) "Acústica. Descrição, medição e avaliação do ruído ambiente. Parte 2: Determinação dos níveis de pressão sonora."

Guia Prático para Medições de Ruído Ambiente (APA, julho 2020)

Orientações para a Avaliação do Factor Ambiente Sonoro em Procedimentos de Avaliação de Impacte Ambiental (Projetos de Ampliação de Pedreiras, CCDR-LVT, 2019)

ANEXOS

Certificado de Acreditação**Accreditation Certificate**

O Instituto Português de Acreditação (IPAC) declara, como organismo nacional de acreditação, que

The Portuguese Accreditation Institute (IPAC) hereby declares, as national accreditation body, that

PEDAMB - Engenharia Ambiental, Lda.
Laboratório de Monitorização Ambiental

Rua Aníbal H. Abrantes n.º 13
2430-069 Marinha Grande

cumprir com os critérios de acreditação para Laboratórios de Ensaio estabelecidos na

complies with the accreditation criteria for Testing Laboratories laid down in ISO/IEC 17025 - General requirements for the competence of testing and calibration laboratories.

NP EN ISO/IEC 17025:2005

Requisitos gerais de competência para laboratórios de ensaio e calibração.

A acreditação reconhece a competência técnica para o âmbito descrito no(s) Anexo(s) Técnico(s) com o mesmo número de acreditação, e o funcionamento de um sistema de gestão.

The accreditation recognizes the technical competence for the scope described in the Annex(es) bearing the same accreditation number, and the operation of a management system. The accreditation is valid provided that the laboratory continues to meet the accreditation criteria established.

A acreditação é válida enquanto o laboratório continuar a cumprir com todos os critérios de acreditação estabelecidos.

A acreditação foi concedida em 2001-08-21.
O presente Certificado tem o número de acreditação

The accreditation was granted for the first time on 2001-08-21. This Certificate has the accreditation number L0280 and was issued on 2012-03-15 replacing the one issued on 2006-12-20.

L0280

e foi emitido em 2012-03-15 substituindo o anteriormente emitido em 2006-12-20.



Leopoldo Cortez
Diretor