

# AVALIAÇÃO DE RUÍDO AMBIENTAL E PREVISÃO DE IMPACTES FUTUROS

**PEDREIRA “CAVADA Nº2”**

Relatório n.º MG088RA/23Ed1



**SOUSA & CATARINO, LDA.**

*Since 1961*

**Sousa e Catarino, Lda**

**Rua Maria Pia - Moleanos**

**2470-615 Aljubarrota**

**janeiro 2023**

## INDICE

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>4</b>
<b>2. DADOS GERAIS</b>	<b>6</b>
2.1. IDENTIFICAÇÃO DO REQUERENTE	6
2.2. REGIME DE LABORAÇÃO	6
2.3. LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE MEDIÇÃO	6
<b>3. LOCAIS E PERÍODOS DE MEDIÇÃO</b>	<b>7</b>
3.1. LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE MEDIÇÃO	7
3.2. DESCRIÇÃO DO LOCAL E PERÍODOS DE MEDIÇÃO	10
3.3. CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS NOS PERÍODOS DE MEDIÇÃO	12
<b>4. EQUIPAMENTO UTILIZADO</b>	<b>12</b>
<b>5. DEFINIÇÕES</b>	<b>12</b>
<b>6. METODOLOGIA</b>	<b>15</b>
<b>7. RESULTADOS</b>	<b>16</b>
7.1. RESULTADOS	16
<b>8. CONCLUSÃO DA AVALIAÇÃO NA SITUAÇÃO DE REFERÊNCIA</b>	<b>20</b>
8.1. ENQUADRAMENTO LEGAL	20
8.2. VALORES LIMITE A CUMPRIR	21
8.3. ANÁLISE DE CONFORMIDADE LEGAL	21
<b>9. ANÁLISE PREVISIONAL DE IMPACTES (*)</b>	<b>24</b>
9.1. DESCRIÇÃO DOS PROCESSOS E OPERAÇÕES DE DESMONTE	24
9.2. METODOLOGIA DA PREVISÃO DE IMPACTES	27
9.3. AREA DE INFLUÊNCIA	31
9.4. ANÁLISE PREVISIONAL	32
<b>10. RESULTADOS</b>	<b>36</b>
10.1. RUIDO DE TRÁFEGO	36
10.2. RUIDO PARTICULAR NA FRENTE DE LAVRA E NOS VÁRIOS RECETORES	37
10.3. CRITÉRIO DE INCOMODIDADE	40
10.4. NÍVEL SONORO MEDIO DE LONGA DURAÇÃO	40
10.5. AVALIAÇÃO DA BARREIRA ACÚSTICA	40
<b>11. CONCLUSÕES</b>	<b>41</b>



---

# Avaliação de ruído ambiental

SOUSA & CATARINO, LDA

---

## 1. Introdução

O presente trabalho refere-se à caracterização dos níveis de ruído ambiente registados na envolvente da pedreira de calcário ornamental com o número de cadastro 5401 designada “**Cavada nº 2**”, localizada em Moleanos, Alcobaça, distrito de Leiria, propriedade da empresa “**Sousa e Catarino, Lda.**”

Pretende-se assim avaliar o cumprimento do “nível sonoro médio de longa duração”, face aos requisitos do DL 9/20 de 17 de janeiro 2007 com as alterações do DL 278/2007 de 1 de Agosto e Declaração de rectificação nº18 /2007, na situação de referência (actual) e efectuar ainda a estimativa dos valores dos indicadores acústicos para o conjunto de fontes quando estas estiverem a operar nas novas áreas ampliadas (licenciada e não licenciadas). Não foram registadas reclamações formais por excesso de ruído decorrentes da atividade actual da empresa em análise.

A exposição prolongada a níveis de ruído elevados pode causar graves efeitos sobre a saúde do homem que se manifestam fundamentalmente ao nível fisiológico, psicológico e social. O grau de afetação resultante depende das características da própria fonte, frequência e intensidade de ruído, da sensibilidade dos recetores e da duração da exposição

Segundo a organização mundial de saúde (OMS) a exposição continua a níveis de ruído superiores a 50dB(A) pode cause efeitos na saúde, verificando-se, no entanto, variação considerável de individuo para individuo relativamente a suscetibilidade ao ruído. No quadro seguinte são apresentados alguns padrões, estabelecidos que indicam a relação entre níveis de ruído a que uma pessoa pode estar exposta em média, e os respetivos efeitos na saúde

NÍVEIS DE RUÍDO	REAÇÃO	EFEITOS NEGATIVOS	EXEMPLOS DE LOCAIS
< 50 dB(A) (LIMITE DA OMS)	CONFORTÁVEL	NENHUM	RUA SEM TRÁFEGO
55 dB(A) a 65 dB(A)	ESTADO DE ALERTA/TENSÃO	DIMINUI O PODER DE CONCENTRAÇÃO E PREJUDICA A PRODUTIVIDADE NO TRABALHO INTELECTUAL	SERVIÇOS E ESCRITÓRIOS
65 dB(A) a 70 dB(A)	O ORGANISMO REAGE PARA SE TENTAR ADAPTAR AO AMBIENTE, REDUZINDO AS SUAS DEFESAS	AUMENTA O NÍVEL DE CORTISONA NO SANGUE, DIMINUINDO A RESISTÊNCIA IMUNOLÓGICA; INDUZ A LIBERTAÇÃO DE ENDORFINA, TORNANDO O ORGANISMO DEPENDENTE (CAUSA QUE LEVA MUITAS PESSOAS A SÓ CONSEGUIREM DORMIR COM TELEVISÃO OU RÁDIO LIGADOS, QUANDO O AMBIENTE É SILENCIOSO); AUMENTA A CONCENTRAÇÃO DE COLESTEROL NO SANGUE.	BAR OU RESTAURANTE LOTADO
> 70 dB(A)	O ORGANISMO FICA SUJEITO A TENSÃO DEGENERATIVA ALÉM DE PERTURBAR A SAÚDE MENTAL	AUMENTAM OS RISCOS DE ENFARTE, INFEÇÕES, ENTRE OUTRAS DOENÇAS GRAVES	RUAS DE TRÁFEGO INTENSO

FONTE: <http://www.euro.who.int/Noise>

### Quadro 1.1 – efeitos do ruído para vários níveis de exposição

A presente avaliação refere-se a avaliações efectuadas nos períodos diurno, do entardecer e nocturno, salientando-se que segundo indicação dos responsáveis da empresa, a exploração labora apenas no período diurno.

Medições efectuadas por:

Ricardo Nogueira – Técnico de Ambiente

### Notas

- \* Os resultados apresentados neste relatório referem-se exclusivamente aos parâmetros analisados e ao respetivo período de medição.
- \* Este relatório não pode ser reproduzido, excepto na íntegra, sem autorização por escrito do LMA Pedamb.
- \* Incerteza expandida combinada (amostragem e determinação), com um nível de confiança de aproximadamente 95% (fator de expansão k=2).
- \* Opiniões e interpretações expressas neste Relatório não estão incluídas no âmbito da acreditação e serão apresentados com o símbolo (\*).

## 2. Dados gerais

### 2.1. Identificação do requerente

Sousa e Catarino, Lda  
Rua Maria Pia - Moleanos  
2470-615 Aljubarrota

### 2.2. Regime de laboração

No quadro seguinte discriminam-se os tempos de funcionamento da fonte de ruído em avaliação (pedreira), relativamente a cada um dos períodos de referência. A instalação labora de 2.<sup>a</sup> a 6.<sup>a</sup> feira das 8:30H as 17:30 Horas, com uma paragem de uma hora para almoço das 12:30H as 13:30H.

	Diurno	Entardecer	Nocturno
<b>Período de referência</b>	07:00 - 20:00	20:00 - 23:00	23:00 - 07:00
<b>Período de laboração</b>	08:30 - 17:30	sem laboração	sem laboração
<b>Tempo de laboração no período de referência</b>	62%	0%	0%

Tabela 2.2.1. – Períodos de referência e de funcionamento das fontes sonoras

### 2.3. Localização dos pontos de medição

A pedreira localiza-se num núcleo extrativo de Moleanos, sendo rodeada por malha urbana não muito densa nos seus quadrantes Sul e Este/NE. A figura seguinte identifica os receptores de tipo sensível e dos edificadoss (não ocupados ou não sensíveis) mais próximos da fonte em análise ou acusticamente relevantes.



**Figura 2.3.1 – Localização dos edificadossensíveis (vermelho) com ocupação mais próximos**

### **3. Locais e períodos de medição**

#### **3.1. Localização dos pontos de medição**

Os resultados indicados neste relatório, referem-se aos três períodos de medição e aos pontos “sensíveis” mais próximos, discriminados na figura seguinte:

**1** - Habitação unifamiliar de 1º andar sita a cerca de 30 metros a Este do limite da exploração (receptor sensível). Coordenadas: 39°31'15.50"N 8°54'20.37"W

**2** - Habitação unifamiliar térrea sita a cerca de 5 metros a suldo limite da exploração (receptor sensível). Coordenadas: 39°31'12.10"N 8°54'30.02"W

**3** - Habitação unifamiliar de 1º andar sita a cerca de 8 metros a Oeste do muro da empresa e da nova lavra (receptor sensível). Coordenadas: 39°31'13.58"N 8°54'32.67"W



Figura 3.1.1 – Localização do polígono da pedra e dos pontos de medição



Figura 3.1.2 – Ponto de medição nº1 a Este



**Figura 3.1.3 – Ponto de medição nº2 a Sul**



**Figura 3.1.4. – Ponto de medição nº3 a Este**

### 3.2. Descrição do local e períodos de medição

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

Ponto 1		Exterior, na casa junto à pedreira a Este					
Descrição do local		Zona de pedreiras e agrícola com aglomerados habitacionais pouco densos					
Descrição dos períodos de medição		Período Diurno	Período Diurno 2	Período do entardecer	Período do entardecer 2	Período nocturno	Período nocturno 2
Ruído Ambiente	Data de medição: Início da medição : Fim da medição:	3/1/2023 11:05 11:50	4/1/2023 15:00 15:45				
	Descrição das fontes de ruído observadas:	Ruído da pedreira CAVADA 2 muito perceptível e de outras. Tráfego local ao longe, passaros e cães					
Ruído Residual	Data de medição: Início da medição : Fim da medição:	3/1/2023 15:10 15:55	4/1/2023 16:00 16:45	3/1/2023 20:00 20:45	4/1/2023 20:10 20:55	3/1/2023 23:00 23:45	4/1/2023 23:05 23:50
	Descrição das fontes de ruído observadas:	Actividade das pedreiras do núcleo extractivo + Ruídos da natureza (cães, aves e brisa na vegetação)		Ruídos da natureza (cães, aves e brisa na vegetação). Tráfego ao longe		Ruídos da natureza (cães, aves e brisa na vegetação). Tráfego ao longe	

Tabela 3.2.1 – Caracterização do local de medição e dos períodos de medição - P1

Ponto 2		Exterior, na casa junto à pedreira a Sul					
Descrição do local		Zona de pedreiras e agrícola com aglomerados habitacionais pouco densos					
Descrição dos períodos de medição		Período Diurno	Período Diurno 2	Período do entardecer	Período do entardecer 2	Período nocturno	Período nocturno 2
Ruído Ambiente	Data de medição: Início da medição : Fim da medição:	3/1/2023 13:30 14:15	4/1/2023 14:00 14:45	Ruído da pedreira CAVADA 2 muito perceptível e de outras. Tráfego local ao longe, passaros e cães			
	Descrição das fontes de ruído observadas:						
Ruído Residual	Data de medição: Início da medição : Fim da medição:	3/1/2023 16:55 15:55	4/1/2023 16:50 17:35	3/1/2023 21:00 21:45	4/1/2023 21:05 21:52	3/1/2023 23:55 00:40	4/1/2023 00:00 00:45
	Descrição das fontes de ruído observadas:	Actividade das pedreiras do núcleo extractivo + Ruídos da natureza (cães, aves e brisa na vegetação)		Ruídos da natureza (cães, aves e brisa na vegetação). Tráfego ao longe		Ruídos da natureza (cães, aves e brisa na vegetação). Tráfego ao longe	

Tabela 3.2.2. – Caracterização do local de medição e dos períodos de medição - P2

Ponto 3		Exterior, na casa junto à pedreira a Este					
Descrição do local		Zona de pedreiras e agrícola com aglomerados habitacionais pouco densos					
Descrição dos períodos de medição		Período Diurno	Período Diurno 2	Período do entardecer	Período do entardecer 2	Período nocturno	Período nocturno 2
Ruído Ambiente	Data de medição: Início da medição : Fim da medição:	3/1/2023 14:20 15:15	4/1/2023 15:50 16:35	Ruído da pedreira CAVADA 2 e MARFILPE muito perceptível . Tráfego local ao longe, passaros e cães			
	Descrição das fontes de ruído observadas:						
Ruído Residual	Data de medição: Início da medição : Fim da medição:	3/1/2023 16:45 17:30	4/1/2023 17:40 18:25	3/1/2023 22:05 22:50	4/1/2023 22:10 22:55	3/1/2023 00:50 01:35	4/1/2023 00:50 01:35
	Descrição das fontes de ruído observadas:	Actividade das pedreiras do núcleo extractivo + Ruídos da natureza (cães, aves e brisa na vegetação)		Ruídos da natureza (cães, aves e brisa na vegetação). Tráfego ao longe		Ruídos da natureza (cães, aves e brisa na vegetação). Tráfego ao longe	

Tabela 3.2.3. – Caracterização do local de medição e dos períodos de medição – P3



**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  $i$ .

**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 longínqua do local considerado.

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

**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).

**Correcção meteorológica, C<sub>met</sub>:** Correcção efectuada ao parâmetro “nível sonoro médio de longa duração”, medido em condições de propagação sonora favorável, por forma a reflectir a variabilidade das condições meteorológicas que ocorre ao longo do ano.

**Nível de avaliação, L<sub>Ar,T</sub>:** 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 nocturno.

**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.

**Zona de conflito** – zona contida numa zona sensível, mista ou com receptor sensível, onde os valores limite de exposição ao ruído são ultrapassados;

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

**Carta de Classificação de Zonas** - Compete aos municípios estabelecer nos planos municipais de ordenamento do território a classificação, a delimitação e a disciplina das zonas sensíveis e das zonas mistas. Deve constar no PDM como um desdobramento da carta de ordenamento.

**Efeito prejudicial** – o efeito nocivo para a saúde e bem-estar humano ou incomodativo para quem habite ou permaneça em locais onde se faça sentir o seu efeito;

**Espaço tampão** – área existente entre a fonte de ruído e um recetor cujo único objetivo consiste na atenuação do ruído;

**Fonte de ruído** - a ação, atividade permanente ou temporária, equipamento, estrutura ou infraestrutura que produza ruído nocivo ou incomodativo para quem habite ou permaneça em locais onde se faça sentir o seu efeito;

**Grande infraestrutura de transporte aéreo** - o aeroporto civil identificado como tal pelo Instituto Nacional de Aviação Civil cujo tráfego seja superior a 50 000 movimentos por ano de aviões civis subsónicos de propulsão por reação, tendo em conta a média dos três últimos anos que tenham precedido a aplicação das disposições deste diploma ao aeroporto em questão, considerando-se um movimento uma aterragem ou uma descolagem;

**Grande infraestrutura de transporte ferroviário** - o troço ou conjunto de troços de uma via-férrea regional, nacional ou internacional identificada como tal pelo Instituto Nacional do Transporte Ferroviário, onde se verifique mais de 30 000 passagens de comboios por ano;

**Grande infraestrutura de transporte rodoviário** - o troço ou conjunto de troços de uma estrada municipal, regional, nacional ou internacional identificada como tal por um município ou pela EP Estradas de Portugal, SA, onde se verifique mais de três milhões de passagens de veículos por ano;

**Tráfego Medio Diário Anual (TMDA)** – média dos volumes de tráfego medidos num determinado local nas 24 horas do dia e ao longo de 365 dias por ano;

## 6. Metodologia

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

Ensaio	Norma / Procedimento	Acreditação
<ul style="list-style-type: none"> <li>Ruído ambiente Medição de níveis de pressão sonora (Critério de Incomodidade)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>NP ISO 1996-1:2019</li> <li>NP ISO 1996-2:2019</li> <li>Errata NP ISO 1996-1:2020</li> <li>Errata NP ISO 1996-2:2020</li> <li>DL 9/2007 (Anexo I)</li> <li>IT(R)56-12:01-03-2021</li> </ul>	A
<ul style="list-style-type: none"> <li>Ruído ambiente Medição de níveis de pressão sonora (Determinação do nível sonoro médio de longa duração)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>NP ISO 1996-1:2019</li> <li>NP ISO 1996-2:2019</li> <li>IT(R)56-12:01-03-2021</li> </ul>	A

Tabela 6.1 – Ensaíolos realizados e respectivos métodos utilizados

A correcção meteorológica é efectuada quando não se verifica a seguinte condição:

$$\frac{\text{Altura da fonte} + \text{Altura do receptor}}{\text{Distância entre a fonte e o receptor}} \geq 0,1$$

[cap. 7.1 da NP ISO 1996-2:2011]

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”).

A metodologia assentou na identificação das fontes sonoras e recetores sensíveis com a realização de amostragens de ruído em pontos localizados na área de estudo. Foi também consultado o PDM do concelho de Alcobaca.

O sonómetro foi usado no modo para análise de característica *Impulsive* e *Fast* em simultâneo.

As avaliações foram efectuadas com tempos de amostragem representativos (perfazendo 45 minutos por ponto o total, com três registos por medição) com o microfone omnidireccional situado a 3,5 metros de superfícies reflectoras e posicionado a 1,5 metros acima do solo, na fachada mais exposta.

Para a realização desta componente ambiental, foram consultados os documentos ‘Nota técnica para avaliação do descritor Ruído em AIA’ e ‘Guia Prático para medições de ruído ambiente – no contexto do Regulamento Geral do Ruído tendo em conta a NP ISO 1996’, publicado pela Agência Portuguesa do Ambiente (APA), respetivamente, em junho de 2009 e julho de 2020.

Como se trata duma zona acusticamente complexa com muitas fontes semelhantes próximas a Norte e a Sul e com horários de laboração semelhantes, foi efectuada a paragem forçada da unidade em cada um dos dois dias de forma a se medir o ruído residual existente, mas com as demais empresas vizinhas ainda em laboração.

## 7. Resultados

### 7.1. Resultados

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

Ponto 1		Exterior, na casa a Este						
		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	
Regime de funcionamento	Horário de laboração:	08:30 - 17:30		sem laboração		sem laboração		
	Frequência mensal (dias/mês)	21		30		30		
	Frequência anual (dias/ano)	252		365		365		
Influência das condições meteorológicas	Altura do receptor - $h_r$ (m)	4,0						
	Altura da fonte sonora em análise - $h_s$ (m)	3,0						
	Distância horizontal entre a fonte e o receptor - $r$ (m)	30						
	$(h_r + h_s)/r$	0,23						
	Influência das condições meteorológicas:	Sem influência						
Ruído Ambiente	Regime Normal	Duração do patamar (Horas)	8,0					
		Ruído Ambiente - $L_{Aeq}$ dB(A)	50,8	49,1				
		Detectada tonalidade? (K1) (Sim/Não)	Não	Não				
		Detectada impulsividade? K2 (Sim/Não)	Não	Não				
		Ruído Ambiente corrigido ( $L_{Aeq} + K1 + K2$ ) dB(A)	50,8	49,1				
R. Residual		Ruído Residual - $L_{Aeq}$ dB(A)	48,9	49,3	47,1	44,2	36,1	38,9
		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	
		$L_{Aeq}$ do ruído ambiente dB(A)	50,8	49,1				
		Nível de Avaliação do ruído ambiente ( $L_{Ar,T}$ ); com correcções tonais e impulsivas. dB(A)	50,8	49,1				
		$L_{Aeq}$ do ruído residual dB(A)	48,9	49,3	47,1	44,2	36,1	38,9
RA		$L_{Ar}$ , LT dB(A)	50,0					
RR		$L_{eq}$ residual, LT dB(A)	49,1		45,9		37,7	

Ponto 2		Exterior, na casa a Sul					
		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
Regime de funcionamento	Horário de laboração:	08:30 - 17:30		sem laboração		sem laboração	
	Frequência mensal (dias/mês)	21		30		30	
	Frequência anual (dias/ano)	252		365		365	
Influência das condições meteorológicas	Altura do receptor - $h_r$ (m)	4,0					
	Altura da fonte sonora em análise - $h_s$ (m)	3,0					
	Distância horizontal entre a fonte e o receptor - $r$ (m)	5					
	$(h_r + h_s)/r$	1,40					
	Influência das condições meteorológicas:	Sem influência					
Ruído Ambiente	Regime Normal	Duração do patamar (Horas)	8,0				
		Ruído Ambiente - $L_{Aeq}$ dB(A)	56,1	54,4			
		Detectada tonalidade? (K1) (Sim/Não)	Não	Não			
		Detectada impulsividade? K2 (Sim/Não)	Não	Não			
		Ruído Ambiente corrigido ( $L_{Aeq} + K1 + K2$ ) dB(A)	56,1	54,4			
R. Residual	Ruído Residual - $L_{Aeq}$ dB(A)	44,0	45,1	45,1	49,1	37,7	40,1
	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	
	$L_{Aeq}$ do ruído ambiente dB(A)	56,1	54,4				
	Nível de Avaliação do ruído ambiente ( $L_{Ar,T}$ ); com correcções tonais e impulsivas. dB(A)	56,1	54,4				
	$L_{Aeq}$ do ruído residual dB(A)	44,0	45,1	45,1	49,1	37,7	40,1
RA	$L_{Ar}$ , LT dB(A)	55,3					
RR	$L_{eq}$ residual, LT dB(A)	44,6		47,5		39,1	

Ponto 3		Exterior, na casa a Este						
		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	
Regime de funcionamento	Horário de laboração:	08:30 - 17:30		sem laboração		sem laboração		
	Frequência mensal (dias/mês)	21		30		30		
	Frequência anual (dias/ano)	252		365		365		
Influência das condições meteorológicas	Altura do receptor - $h_r$ (m)	4,0						
	Altura da fonte sonora em análise - $h_s$ (m)	3,0						
	Distância horizontal entre a fonte e o receptor - $r$ (m)	8						
	$(h_r + h_s)/r$	0,88						
	Influência das condições meteorológicas:	Sem influência						
Ruído Ambiente	Regime Normal	Duração do patamar (Horas)	8,0					
		Ruído Ambiente - $L_{Aeq}$ dB(A)	53,8	53,2				
		Detectada tonalidade? (K1) (Sim/Não)	Não	Não				
		Detectada impulsividade? K2 (Sim/Não)	Não	Não				
		Ruído Ambiente corrigido ( $L_{Aeq} + K1 + K2$ ) dB(A)	53,8	53,2				
R. Residual	Ruído Residual - $L_{Aeq}$ dB(A)	45,6	44,2	47,8	47,7	46,9	46,0	
	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		
	$L_{Aeq}$ do ruído ambiente dB(A)	53,8	53,2					
	Nível de Avaliação do ruído ambiente ( $L_{Ar,T}$ ); com correcções tonais e impulsivas. dB(A)	53,8	53,2					
	$L_{Aeq}$ do ruído residual dB(A)	45,6	44,2	47,8	47,7	46,9	46,0	
RA	$L_{Ar}$ , LT	53,5						
RR	$L_{eq}$ residual, LT	45,0		47,7		46,5		

## 8. Conclusão da avaliação na situação de referência

### 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 projecto	60	50
Zonas sensíveis nas proximidades de GIT aéreas em projecto	65	55

GIT-grande infra estrutura de transporte

#### 2. Critério de “Incomodidade” (n.º 1 – alínea b), do Art. 13.º)

- O valor limite a cumprir é função da duração e horário de ocorrência do ruído particular, conforme se indica na tabela seguinte:

Valor da relação percentual (q) entre a duração acumulada de ocorrência do ruído particular e a duração total do período de referência	Valor limite - "Incomodidade"		
	P. Diurno dB(A)	P. Entardecer dB(A)	P. Nocturno dB(A)
$q \leq 12,5\%$	9	8	6 *   5 **
$12,5\% < q \leq 25\%$	8	7	5
$25\% < q \leq 50\%$	7	6	5
$50\% < q \leq 75\%$	6	5	4
$q > 75\%$	5	4	3

\* Valores aplicáveis a actividades com horário de funcionamento até às 24 horas;

\*\* Valores aplicáveis a actividades com horário de funcionamento que ultrapasse as 24 horas.

## 8.2. Valores limite a cumprir

- Face à duração e horário de laboração da empresa, o limite a cumprir para o critério da "Incomodidade" é de 6dB(A) para o período de laboração diurno. Nos locais onde o indicador  $L_{Aeq}$  (com fonte particular) apresente valores médios abaixo dos 45dB(A) este critério **não é aplicável** em qualquer dos períodos.
- Relativamente ao "nível sonoro de longa duração", e uma vez que a zona não se encontra ainda classificada, devem ser cumpridos os seguintes valores limite:  $L_{den} \leq 63$  dB(A) e  $L_n \leq 53$  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. 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, na casa a Este					
			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	Incomodidade - dB(A)		1		0		0	
	Nível sonoro médio de longa duração [Medido - C <sub>met</sub> ] dB(A)	Ld / Le / Ln	50		46		38	
		L <sub>den</sub>	49					
DL 9/2007	Valor limite para a Incomodidade dB(A)		6		Não Aplicável		Não aplicável	
	Valor limite para "L <sub>den</sub> / L <sub>n</sub> " (1) dB(A)		Zona Mista:		65		55	
			Zona não classificada:		63		53	
			Zona sensível:		55		45	
Classificação da zona / Tipo de utilização observada		Habitações + Jardins + Industria extractiva						

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

Tabela 7.3.1 – Análise de conformidade legal - P1

Ponto 2			Exterior, na casa a Sul					
			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	Incomodidade - dB(A)		11		0		0	
	Nível sonoro médio de longa duração [Medido - C <sub>met</sub> ] dB(A)	Ld / Le / Ln	52		48		39	
		L <sub>den</sub>	51					
DL 9/2007	Valor limite para a Incomodidade dB(A)		6		Não Aplicável		Não aplicável	
	Valor limite para "L <sub>den</sub> / L <sub>n</sub> " (1) dB(A)		Zona Mista:		65		55	
			Zona não classificada:		63		53	
			Zona sensível:		55		45	
Classificação da zona / Tipo de utilização observada		Habitações + Jardins + Industria extractiva						

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

Tabela 7.3.2 – Análise de conformidade legal – P2

Ponto 3			Exterior, na casa a Este					
			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	Incomodidade - dB(A)		9		0		0	
	Nível sonoro médio de longa duração [Medido - C <sub>me</sub> ] dB(A)	Ld / Le / Ln	51		48		46	
		L <sub>den</sub>	54					
DL 9/2007	Valor limite para a Incomodidade dB(A)		6		Não Aplicável		Não aplicável	
	Valor limite para "L <sub>den</sub> / L <sub>n</sub> " (1) dB(A)		Zona Mista: 65		55		55	
			Zona não classificada: 63		53		53	
			Zona sensível: 55		45		45	
Classificação da zona / Tipo de utilização observada			Habitações + Jardins + Industria extractiva					

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

**Tabela 7.3.3 – Análise de conformidade legal – P3**

Através da análise dos resultados obtidos face aos respectivos valores limite definidos pelo Regulamento Geral do Ruído, conclui-se o seguinte:

▪ **“Critério da Incomodidade”**

❖ Nos locais monitorizados verificam-se as seguintes situações:

Nos receptores sensíveis avaliados este indicador encontra-se a ser cumprido no período de laboração diurno em P1 mas não em P2 e P3.

▪ **” Nível sonoro médio de longa duração”**

❖ Nos locais monitorizados verificam-se as seguintes situações:

**Indicador de ruído diurno-entardecer-nocturno (L<sub>den</sub>):** Em todos os pontos avaliados este indicador **encontra-se a ser cumprido** para “zona não classificada”.

**Indicador de ruído nocturno (L<sub>n</sub>):** Em todos os pontos avaliados este indicador **encontra-se a ser cumprido** para “zona não classificada”.

## 9. Análise previsual de impactes (\*)

### 9.1. Descrição dos processos e operações de desmonte

O projeto de ampliação que se pretende levar a efeito prevê o aumento da área da pedreira em 18151 m<sup>2</sup>, o que somado à área já licenciada de 13578 m<sup>2</sup> perfaz uma área total de pedreira com 31729 m<sup>2</sup> (3,1729 ha), correspondendo deste total uma área de lavra com 16137 m<sup>2</sup> (1,6137 ha), estando por intervencionar 2137 m<sup>2</sup> no setor mais a oeste da área de lavra. A área total de extração/lavra de 16137 m<sup>2</sup> será explorada até à cota mínima dos 130 m, pelo que a escavação projetada terá 65 metros de profundidade máxima, desde a cota superficial dos 195 m até à cota base dos 130 m.

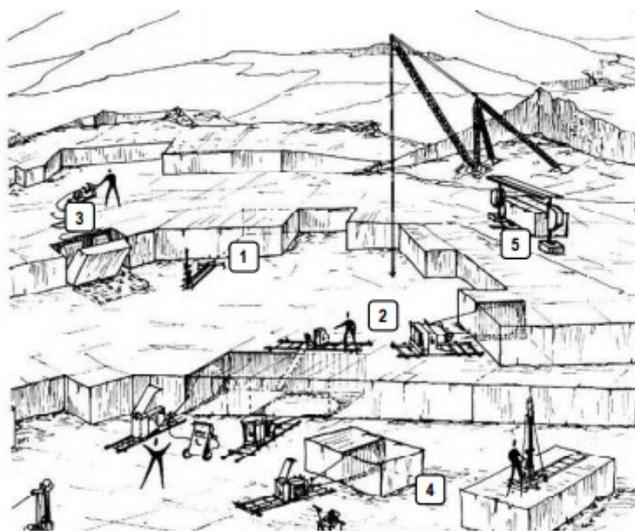


Fig. 9.1.1. – Área licenciada (rosa) e a licenciar (amarelo) com a nova lavra a Oeste (verde)

Nas explorações de rocha ornamental programa-se o desmonte de **blocos primários**, blocos esses que são definidos consoante as características do maciço, as produções requeridas, mão-de-obra e equipamentos disponíveis.

Entende-se por tempo de desmonte de um bloco primário o tempo necessário à exploração até à retirada completa do estéril e do minério gerado pelo mesmo. A exploração de um bloco primário faz-se em 6 operações fundamentais, as quais se dividem por sua vez em operações secundárias. As operações fundamentais após a limpeza da rocha útil, são:

- 1) Furação;
- 2) Corte; (fio diamantado e serrote de bancada)
- 3) Derrube;
- 4) Esquadriamento (com monofio e serrote).



**Legenda:**

- 1- Perfuração (perfuradora)
- 2- Corte (fio diamantado ou roçadora)
- 3- Derrube (almofadas hidráulicas e outros)
- 4- Esquadramento (fio diamantado e martelos)
- 5- Esquadriamento (monofios ou fio diamantado)

Fonte: Cortesia de A. BENETTI MACHINE S.R.L in PEREIRA, S., GUERREIRO, H. e LEITÃO, A. (1998).

**Fig. 9.1.2.** – Processo de desmonte de calcário para produção de blocos

A definição de cada uma das operações deve constar no plano de lavra e tem por objectivo o aproveitamento máximo de blocos de dimensão comercial.

O desmonte inicia-se com a operação de **furação**, sendo os furos realizados com o objectivo de definir materialmente a área do bloco primário e a largura das fatias, isto é a dimensão do bloco a desmontar.

Após a execução dos referidos furos é introduzido o fio helicoidal diamantado com vista à realização do **corte** de levante (corte de fundo). Em seguida, para individualização do bloco primário, são realizados os cortes laterais.

Uma vez terminada a individualização do bloco primário, procede-se ao **corte do bloco em fatias** que definem o bloco maior transportável, com a operação de esquadramento.

Após as fatias se encontrarem plenamente individualizadas, são derrubadas sendo os blocos transportados por grua ou através de outro equipamento de transporte se a corta estiver ligada ao exterior por rampa. Se o material exceder em peso a capacidade da grua, as dimensões forem superiores ao arco máximo da monolâmina, ou apresentar irregularidades excessivas, serão esquadreados na pedreira.

O derrube duma fatia é realizado com o auxílio de uma almofada ou macaco hidráulico, que originam o desequilíbrio da fatia até esta cair numa "cama" previamente realizada. A cama tem uma dupla função: amortecer o impacto da queda da fatia derrubada, minimizando a quantidade de fracturas induzidas pelo, permitindo a passagem do fio adiamantado, sem que seja necessário proceder a nova furação. A cama é normalmente construída com terra, fragmentos de rochas e pneus velhos.

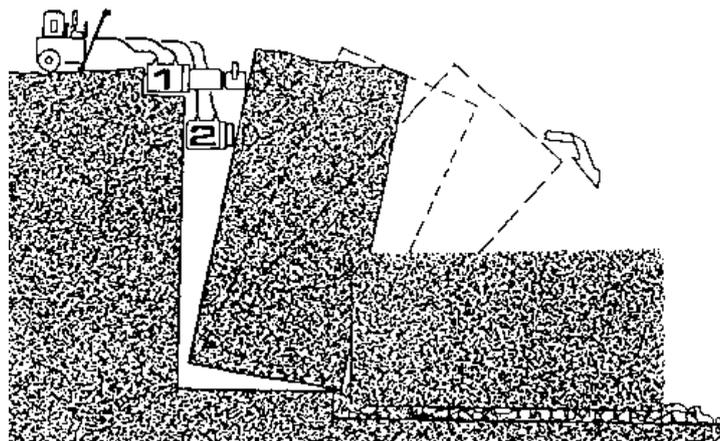


Figura 9.1.3 - Pormenor da operação de derrube de uma fatia

O desmonte termina com a limpeza da frente retirando-se o estéril para a escombreira com o recurso à pá carregadora, e elevando o minério para o parque de blocos por grua ou dumper.

Pelo facto de os blocos apresentarem dimensões e formas muito variadas, torna-se necessário efectuar uma operação de acabamento. Esta operação (esquadriamento) realizada pela monolâmina logo no corte, tem por objectivo a correcção total dos blocos transportados, com vista a posterior comercialização ou a serragem.

## 9.2. 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 pedra para todo o seu polígono a céu-aberto, apresenta-se seguidamente estudo previsionar 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 cada pontos receptor que ira estar, em determinado momento, mais próximo da frente de lavra.

A análise previsionar 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 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 no período em questão;

- L2 Nível de ruído à distância r2 da fonte no período em questão  
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;  
 $\alpha$  factor relacionado com as características de absorção sonora do piso  
(0 para pisos reflectores; 0,5 para pisos rugosos e com coberto vegetal)  
 $\Delta i$ - 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 ):

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

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

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

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

$$L_0 = 24.6 \log (v) + 38.5 \text{ dB(A)}$$
 medido a  $15i\Delta$  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 zero, situação que embora de curta duração, irá existir durante algum tempo no referido ponto.

Refira-se 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(X<sub>0</sub>)** - nível sonoro obtido a uma distância X<sub>0</sub> 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<sub>div</sub>** - atenuação devida a divergência geométrica

**A<sub>atm</sub>** - atenuação de energia devida a absorção na atmosfera

**A<sub>ground</sub>** – atenuação devida ao tipo de terreno

**A<sub>screen</sub>** – atenuação por barreiras

**A<sub>misc</sub>** – 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 9.2.1 – Componentes do software de previsão usado no estudo

### 9.3. Area 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  $L_{Aw} = 106$  dB(A),  $h = 100$  m, solo absorvente (Alfa = 1) e admitindo uma Probabilidade de Ocorrência (PO) = 100%, (para “ruído castanho”) verifica-se, no gráfico seguinte, que para uma distância de 700 metros já se consegue ter uma correção de -62dB de forma a se estar dentro da área de exclusão do critério de incomodidade (< 45dB(A)).

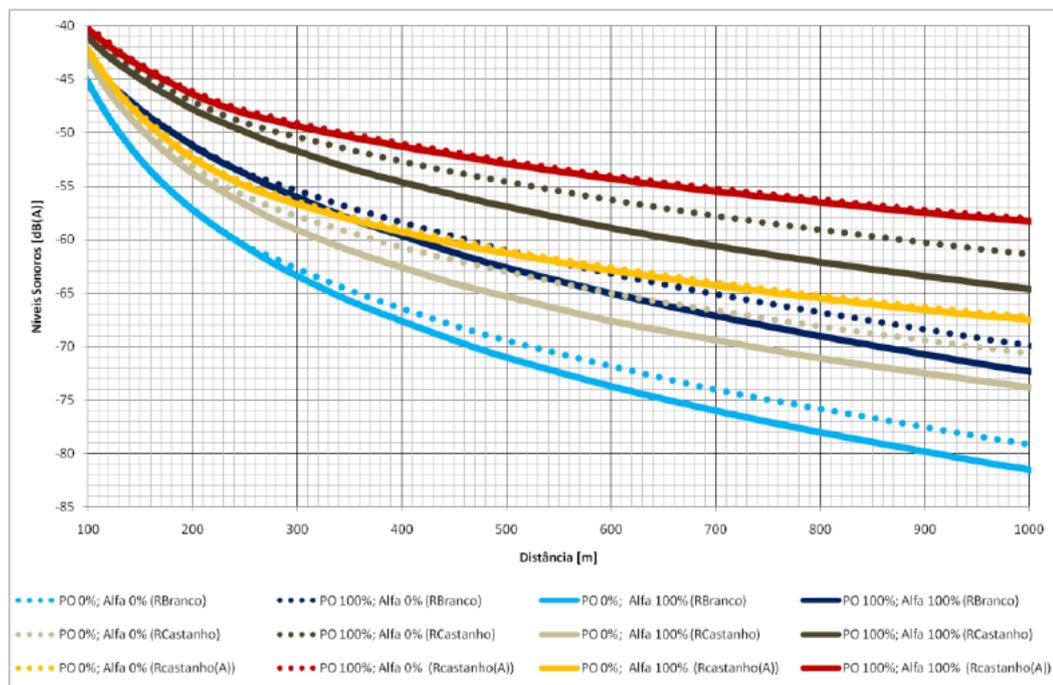


Figura 9.3.1. – Variação dos níveis sonoros com a distância (100 a 1000m) à fonte.

Aplicando as correções aos valores de referência e considerando uma distância de 700 metros obtém-se então o valor de 45dB(A) ( $106-62=44$ ), onde se pode afirmar que a **Área de Influência Acústica** corresponderá a cerca de 700 metros à volta da fonte.

#### 9.4. Análise previsual

Na presente análise, será determinado o impacto 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**);
- 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) constante na fase actual e futura (sem alteração, as vias e o volume de tráfego serão sempre os mesmos);
- Solo de tipo “duro” (atenuação zero);
- O modelo de previsão requer o conhecimento da potência sonora (Lw) dos equipamentos (fixos e móveis) e o espectro de frequência entre os 31.5Hz e 8000Hz, e o seu posicionamento real no terreno (a operarem no vértice mais próximo do receptor – pior caso). A potência sonora traduz o maior nível sonoro teórico que o equipamento gera numa determinada operação;
- 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), uma vez que assume o terreno plano e contínuo (pior caso).
- 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 5m/s= 18 Km/h).

A análise de impactes é efectuada segundo um “cenário pessimista”, considerando os seguintes pressupostos:

- **Pontos receptores sitos no quadrante onde se posiciona o vértice mais próximo da nova frente de lavra**, correspondente sempre ao local habitado mais próximo possível da lavra;
- O acesso à pedreira N.º5401 “Cavada N.º2” é feito a partir da Estrada Nacional EN1/IC2. No sentido Rio Maior – Batalha corta-se à direita próximo da povoação de Moleanos para a rua do Barreiro, percorrendo-se nesta estrada pavimentada uma extensão de 400 m, após os quais se volta à direita para a rua das Casas Altas e se percorrem outros 400 m também em estrada

pavimentada até se cortar novamente à direita para aceder ao setor mais a nascente da pedreira. Os camiões pesados que saem da pedreira em direção à EN1/IC2 fazem este mesmo trajeto em sentido contrário, evitando a estrada Maria Pia e o interior da povoação de Moleanos.



**Figura 9.4.1 – Via de circulação de acesso à pedreira**

- A fachada da habitação para análise de impactes sonoros de tráfego considerada é de 6 metros do eixo da via adjacente à mesma;
- Ruído ambiental e residual no receptor, medido na fase de caracterização da “situação de referência” com a unidade em laboração normal e parada;
- Foi considerado no modelo a existência de uma barreira acústica de 4.5 metros de altura com um perímetro de 336 metros.
- O maior desnível natural observado entre os pontos avaliados e o perímetro externo da pedreira (na cota zero) é de 3 metros (ponto 3).

O quadro seguinte indica os valores de potência sonora assumidos para cada equipamento afecto exclusivamente à exploração com base em medições reais realizadas a 1 e a 10 metros destas, com os equipamentos em laboração normal.

Existem vários equipamentos no parque de equipamento da empresa, mas não são passíveis de estarem todos em laboração em simultâneo uma vez que a empresa apenas possui seis operadores no total.

Fontes sonoras existentes da exploração				
Tipo e fonte particular de Ruído	Marca /modelo	Nº de fontes existentes na pedreira	Nº de fontes consideradas no modelo	Potencia sonora Lw dB(A)
Giratória	CAT 345	1	1	105
Giratória	CAT 330	1	0	105
Giratória	Komatsu	1	0	104
Pá carregadora	Komatsu WA600	1	1	109
Pá carregadora	Volvo L150	1	0	109
Dumper	Volvo A35	1	1	105
Serrote	Garrone 2,5 m	1	0	105
Serrote	Garrone 7,5 m	1	0	105
Monofio	Galaxy	2	0	98
Pá carregadora	CAT980	1	0	109
Compressor	Atlas Copco	2	1	99

Tabela 9.4.1 – Equipamentos e valores de referência Lw utilizados na exploração

Os pressupostos usados para o cálculo das emissões de ruído das fontes lineares (tráfego rodoviário) exclusivas da pedreira, são os seguidamente apresentados:

<b>Dados de referência : circulação de viaturas para Norte -Rua das Casas Altas</b>	
<b>Ítem</b>	<b>Quantidades</b>
Período (T) considerado na contagem de veículos (Ni)	13 horas
Fluxo de motociclos ( $N_{\text{motociclos}}$ )	0 passagens/T
Fluxo de veículos ligeiros ( $N_{\text{ligeiros}}$ )	12 passagens/T
Fluxo de veículos pesados ( $N_{\text{pesados}}$ )	4 passagens/T
Velocidade média de circulação dos veículos	40 km/h
Distância do eixo da estrada ao receptor (P1)	6 m
Características do piso entre a estrada e o receptor	Rigido e reflector

Tabela 9.4.2 – Dados de base de fontes de tráfego da pedreira em análise

<b>Dados de referência : circulação de viaturas para Norte pela Rua das Casas Altas</b>	
<b>Ítem</b>	<b>Quantidades</b>
Período (T) considerado na contagem de veículos (Ni)	13 horas
Fluxo de motociclos ( $N_{\text{motociclos}}$ )	0 passagens/T
Fluxo de veículos ligeiros ( $N_{\text{ligeiros}}$ )	40 passagens/T
Fluxo de veículos pesados ( $N_{\text{pesados}}$ )	16 passagens/T
Velocidade média de circulação dos veículos	40 km/h
Distância do eixo da estrada ao receptor adjacente à via	6 m
Características do piso entre a estrada e o receptor	Rigido e reflector

Tabela 9.4.3. – Dados de base estimados de fontes de tráfego das pedreiras que usam a mesma via

## 10. Resultados

### 10.1. Ruído de tráfego

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 de um receptor adjacente à via de acesso à pedreira, para o indicador de longa duração Ld, 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>	36,7
<i>Veículos pesados</i>	50,2
<b>Global de tráfego para um ponto na via</b>	<b>50,8</b>

Tabela 10.1.1 – Níveis de ruído particular ponderado (Ld) gerados pelo tráfego exclusivo da Pedreira junto dum qualquer receptor sito a 6 metros do eixo dessa mesma via

**Nota:** o cálculo do indicador anual diurno Ld com base no valor de ruído particular ponderado obtido da expressão da FHWA RD-77-108) é efectuado assumido o valor obtido para o LAeq diurno de tráfego em todo o período diurno (13 horas) e não apenas nas 8 horas reais. Na ausência de tráfego nos períodos de entardecer e noturno associado às pedreiras (apenas ruído residual), assume-se que  $L_{den} \cong L_d$ .

No troço da estrada em análise assume-se ainda a passagem de 8 camiões pesados/dia e 20 ligeiros/dia provenientes de todas as unidades que usam a via, gerando os seguintes níveis de ruído:

Nível sonoro contínuo equivalente no receptor (LAeq), do ruído particular resultante do movimento de veículos	
Ítem	dB(A)
Veículos ligeiros	43,9
Veículos pesados	58,2
<b>Global do tráfego gerado para um ponto na via</b>	<b>58,8</b>

Tabela 10.1.2 – Níveis de ruído particular ponderado (Ld) gerados pelo tráfego global das outras pedreiras vizinhas junto dum receptor sito a 6 metros do eixo dessa mesma via

Com base nos valores gerados pelo tráfego da pedreira na via, teremos assim um Lden estimado de 50.8 dB(A) que somado ao Lden de 58.8dB(A) existente e gerado pelas demais fontes de tráfego na via em análise ira gerar um nível global de 59.4dB(A). Na situação futura não se esperam alterações no fluxo de tráfego actualmente existente nas vias de acesso à pedreira.

## 10.2. Ruído particular na frente de lavra e nos vários recetores

O modelo de previsão usado para as fontes pontuais fixas, permite obter valores de ruído em pontos específicos de recepção 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 cada ponto mais próximo da frente de lavra quando esta estiver a ocorrer nesse mesmo quadrante e à cota zero (pior caso, embora de caracter temporário). O valor obtido nesse ponto nas condições de operação dos três equipamentos mais ruidosos (maior potência sonora) e do compressor (fixo) existentes na situação de lavra na área máxima na frente de lavra mais próxima de P3 (pior caso).

Ponto	Localização	Fase de Lavra	R particular c/ barreira 4 m	Atenuação
P1	Casa mais proxima a Este	Lavra junto de P3	41,6	9
P2	Casa mais proxima a Sul	Lavra junto de P3	42,2	3
P3	Casa mais proxima da nova lavra a Este	Lavra junto de P3	45,0	3

Tabela 10.2.1 – Valores obtidos pelo modelo de previsão em cada ponto na situação mais desfavorável de operação

A figura seguinte traduz a dispersão acústica no terreno real produzida pelo modelo em classes de 5dB(A) aquando da edificação da barreira acústica de 4 metros, na situação actual, de forma a mitigar a incomodidade existente na situação-base através da simulação do ruído particular da fonte no seu todo

junto dos pontos P1, P2 e P3 assumido que, dada a proximidade, o ruído observado nesses pontos é essencialmente resultante da fonte em análise (RParticular ~ Rambiental):

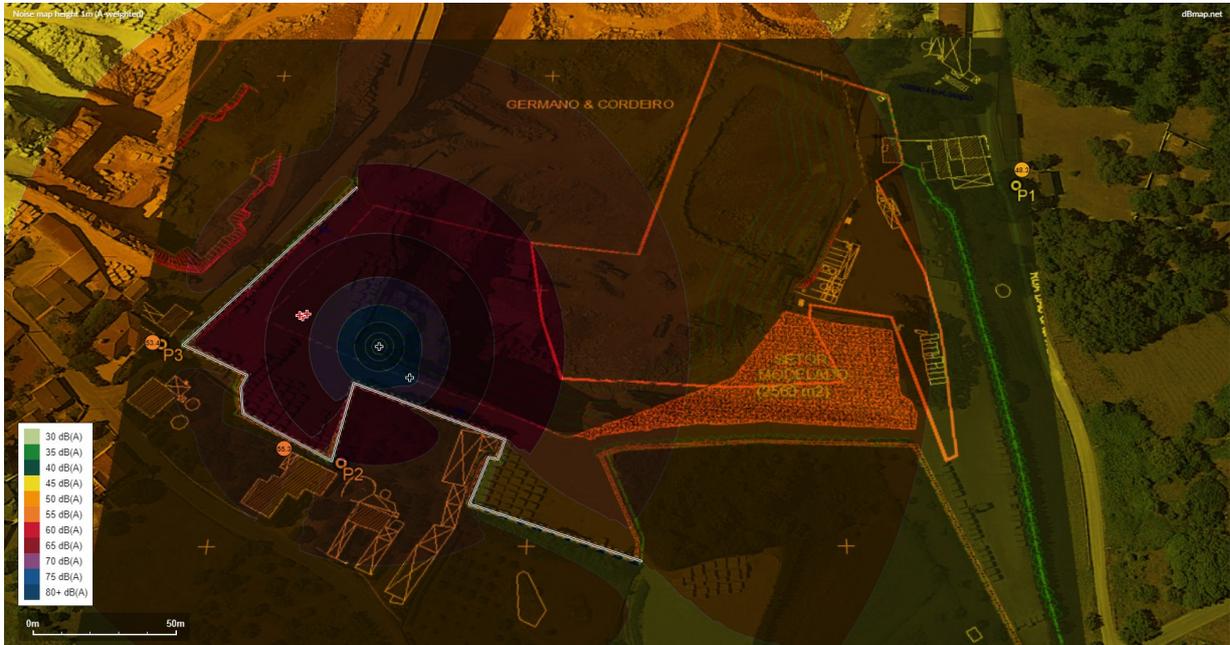


Fig. 10.1.1. – Simulação da situação acústica actual medida com muro de alvenaria não rebocado de 2.2 metros de altura

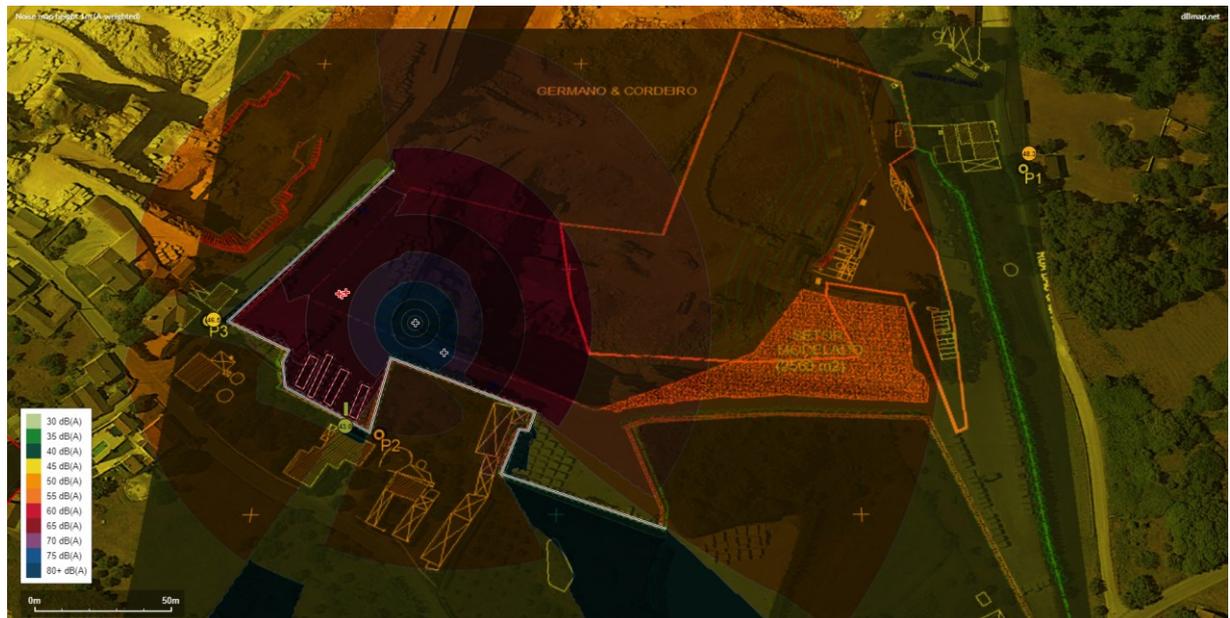


Fig. 10.1.2. – Efeito da instalação de barreira acústica de 4 m na situação actual junto dos pontos avaliados

A figura seguinte traduz a dispersão acústica no terreno real produzida pelo modelo em classes de 5dB(A) aquando de operações dos três equipamentos mais ruidosos na situação de exploração da nova área da lava, junto dos pontos mais críticos avaliados com barreira de 4 metros.



Fig. 10.1.3. – Lava próxima de P3: perfis das linhas isófonas do ruído particular geradas pelas fontes mais ruidosas a operarem à cota zero

A figura seguinte traduz a isófonas <45 e >45 na situação de expansão da lava para Oeste.



Fig. 10.1.4. – Isófonas de <45 e >45 dB(A)

### 10.3. Critério de incomodidade

Considerando os valores de referência obtidos nas medições da situação-base obtiveram-se os resultados para o “critério de incomodidade” indicados nas tabelas seguinte para os vários pontos e em duas fases distintas, uma vez que primeiramente é necessário mitigar a incomodidade existente na situação actual.

Ponto	Localização	Fase de Lavra	Rambiental com muro 2,2 m	Rambiental (= Rpart) c/ barreira 4 m	Rresidual diurno	Incomodidade
P1	Casa mais próxima a Este	Situação-base	50,0	48,3	49,3	0
P2	Casa mais próxima a Sul	Situação-base	55,3	43,0	45,0	0
P3	Casa mais próxima da nova lavra a Oeste	Situação-base	53,4	46,5	45,0	2

Tabela 10.3.1. – Incomodidade na situação actual após instalação da barreira acústica de 4 metros

Ponto	Localização	Fase de Lavra	Rambiental (= Rpart) c/ barreira 4 m	R particular c/ barreira 4m na nova frente lavra	Rambiental c/ barreira 4m	Rresidual diurno	Incomodidade
P1	Casa mais próxima a Este	Lavra junto de P3	48,3	48,5	51,4	49,3	2
P2	Casa mais próxima a Sul	Lavra junto de P3	43,0	43,6	46,3	45,0	1
P3	Casa mais próxima da nova lavra a Oeste	Lavra junto de P3	46,5	47,1	49,8	45,0	5

Tabela 10.3.2. – Incomodidade na situação futura com frente de lavra próxima de P3 e com barreira acústica de 4 metros

### 10.4. Nível sonoro medio de longa duração

Considerando os valores de referência obtidos nas medições da situação-base, obtiveram-se os resultados para o “Nível sonoro medio de longa duração - Lden” indicados na tabela seguinte para os vários pontos. O indicador Ln não sofrerá qualquer alteração.

Ponto	Localização	Fase de Lavra	Rambiental c/ barreira 4 m	Ld	Le	Ln	Lden
P1	Casa mais próxima a Este	Lavra junto de P3	51,4	51	46	38	50
P2	Casa mais próxima a Sul	Lavra junto de P3	46,3	46	48	39	48
P3	Casa mais próxima da nova lavra a Oeste	Lavra junto de P3	49,8	49	48	46	53

Tabela 10.4.1. – Lden com frente lavra próxima de P3

### 10.5. Avaliação da barreira acústica

A barreira acústica considerada na avaliação de impactes deverá ter uma altura de 4 metros e um perímetro de 336 metros. O quadro seguinte traduz a atenuação gerada pela barreira acústica já na situação de exploração da nova área de lavra. O valor máximo de atenuação nesta situação mais desfavorável de operação, será de 5dB(A) junto de P3.

Ponto	Localização	Fase de Lavra	Rambiental s/ barreira acustica 4 m	Rambiental c/ barreira acustica 4 m	Atenuação
P1	Casa mais próxima a Este	Lavra junto de P3	50,0	48,0	1
P2	Casa mais próxima a Sul	Lavra junto de P3	55,3	50,8	3
P3	Casa mais próxima da nova lavra a Oeste	Lavra junto de P3	53,4	46,1	5

Tabela 10.5.1. – Atenuação da barreira acústica com exploração da nova área de lavra

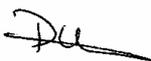
## 11. Conclusões

Face aos resultados obtidos e indicados nas tabelas anteriores, conclui-se o seguinte relativamente ao impacte expectável sobre os receptores sensíveis mais próximos analisados resultante da lavra a ocorrer na nova área de lavra:

- Por modelação, estima-se que na situação futura o critério da “incomodidade” será **cumprido** em todos os pontos após a instalação duma barreira acústica de 4 metros, quer na situação actual quer na situação futura desde que esta possua uma capacidade de atenuação global que considere as necessidades verificadas para as duas situações acústicas avaliadas.
- Prevê-se assim que, com a instalação da barreira acústica na envolvente da zona extractiva a implementação do projecto não provocará alteração nas condições acústicas actuais da zona que permitem classificar todos os pontos sensíveis estudados como integrados em “zona não classificada”.
- Ao nível do tráfego rodoviário, a contribuição do tráfego da empresa gera *per si* níveis médios na ordem dos 51dB(A) junto dos receptores adjacentes às vias por onde este circula. Este valor mesmo adicionado, ao actualmente existente, permite o cumprimento do limite de “zona não classificada”, junto das habitações sitas próximas das vias de acesso à pedreira.
- Pela análise empírica realizada foi possível determinar que a área de influência do ruído ambiental da fonte (no “pior caso”) se estimava ser de 700 metros. A isófona de 45dB(A) obtida pelo modelo, indica que essa área deverá estar próxima da real.
- Sendo os resultados obtidos por um modelo matemático de previsão 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 respectivo plano de monitorização de ruído ambiental da pedreira

Marinha Grande, 6 fevereiro 2023

Aprovado por:



Eng. Pedro Silva