

AVALIAÇÃO DE RUÍDO AMBIENTAL

Relatório n.º MG036-2/12Ed1

RUIPEDRA - World of Natural Stone, S.A.

Pedreira “Portela das Salgueiras”

Casais Monizes - Alcobertas

Rio Maior

Abril 2012

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	3
2. DADOS GERAIS	4
2.1. ENDEREÇO	4
2.2. REGIME DE LABORAÇÃO	4
3. LOCAIS E PERÍODOS DE MEDIÇÃO	4
3.1. LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE MEDIÇÃO	4
3.2. DESCRIÇÃO DOS LOCAIS E PERÍODOS DE MEDIÇÃO	6
3.3. CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS NOS PERÍODOS DE MEDIÇÃO	7
4. EQUIPAMENTO UTILIZADO	7
5. DEFINIÇÕES	7
6. METODOLOGIA	10
7. RESULTADOS	11
7.1. DESCRIÇÃO DAS FONTES E RUÍDOS ANALISADOS E TRATAMENTO DOS RESULTADOS	11
8. CONCLUSÃO	13
8.1. ENQUADRAMENTO LEGAL	13
8.2. VALORES LIMITE A CUMPRIR	14
8.3. ANÁLISE DE CONFORMIDADE LEGAL	14

ANEXO:

- Certificado de Acreditação do Laboratório responsável pela avaliação.

Avaliação de ruído ambiental

RUIPEDRA, S.A.

1. Introdução

O presente trabalho refere-se à caracterização dos níveis de ruído ambiente registados na envolvente na habitação de jusante mais próxima da futura pedreira de calcário designada “Portela dos Salgueiros”, sita na freguesia de Arrimal, concelho Porto de Mós propriedade da empresa **Ruipetra - World of Natural Stone, S.A.** na situação de referência (ausência de exploração) da mesma.

Com esta avaliação pretende-se efectuar a análise do cumprimento do “nível sonoro médio de longa duração” na situação-base e prever o futuro “critério da incomodidade”, face aos requisitos do DL nº 9/2007 de 17 de Janeiro com as alterações do DL 278/2007 de 1 de Agosto e Declaração de rectificação nº18/2007.

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

Medições efectuadas por: Fernando Norte

Data das medições de ruído ambiente: 2 e 3 de Abril de 2012

Data das medições de ruído residual: 2 e 3 de Abril de 2012

Notas

- Os resultados apresentados neste relatório referem-se exclusivamente as condições operacionais da unidade observadas nos períodos de medição
- Este relatório só pode ser reproduzido na íntegra, excepto quando haja autorização expressa do LMA da Pedamb.
- Esta edição substitui integralmente qualquer edição anterior

2. Dados gerais

2.1. Endereço da empresa responsável

RUIPEDRA - World of Natural Stone, S.A

Rua da Chousa Velha N.º2 – Casais Monizes 2040-051 Alcobertas – Rio Maior Tel 351 243 409 090 Fax + 351 243 405 124

2.2. Regime de laboração

No quadro seguinte discriminam-se os tempos de funcionamento (futuro) das fontes da unidade alvo da análise, 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	08:00-12:30 13:30-17:00	Não Labora	Não Labora
Tempo de laboração no período de referência	62%	0%	0%

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

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 ao ponto de jusante indicado na figura seguinte:

- 1 – Habitação mais próxima sita a cerca de 160 metros a NO do limite NO da pedreira (receptor de tipo sensível);

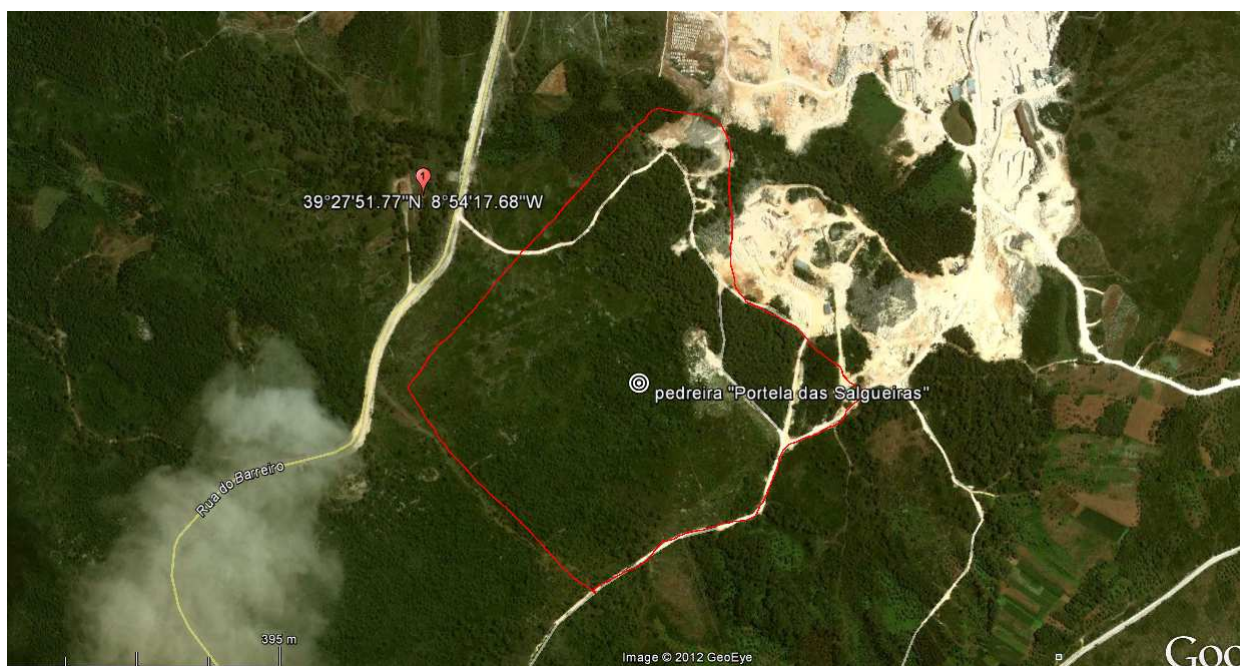


Fig. 1 – Localização do ponto de medição



Fig. 2 – Ponto de medição a NO da futura pedreira

3.2. Descrição dos locais e períodos de medição

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

Ponto 1		Local: Exterior, junto à habitação situada a NO da empresa				
Descrição do local		Área entre a fonte e o receptor, composta por zona florestal/arborizada, sendo atravessada por estrada asfaltada				
Descrição dos períodos de medição		Período Diurno		Período do entardecer		Período nocturno
Ruído Ambiente	Data de medição:	02-04-2012	03-04-2012	02-04-2012	03-04-2012	02-04-2012
	Período de medição:	12:51	16:40	20:52	20:05	23:44
	Descrição das fontes de ruído observadas:	Período diurno: actividade da pedreiras e explorações existente na zona em análise (movimentação de pesados, corte de pedra ao longe, tráfego esporádico) .				
Ruído Residual	Data de medição:	02-04-2012	03-04-2012	02-04-2012	03-04-2012	02-04-2012
	Período de medição:	17:10	17:30	20:52	20:05	23:44
	Descrição das fontes de ruído observadas:	Ruído de vizinhança (vozes, animais) + Trânsito local esporádico +Vento nas arvores				

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

3.3. Condições meteorológicas nos períodos de medição

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

Item	Condições meteorológicas					
Data das medições:	02-04-2012			03-04-2012		
Período das medições:	D	E	N	D	E	N
Temperatura °C	17	14	11	16	15	14
Humidade relativa %	52	64	78	51	66	74
Pressão atmosférica mbar	1006	1006	1006	1008	1009	1008
Velocidade média do vento m/s	2	2	1	3	2	1
Direcção do vento --	NE	NE	NE	NE	ENE	ENE
Nebulosidade do céu (0 a 8)	2	3	3	2	4	4
Presença de precipitação (Sim / Não)	Não	Não	Não	Não	Não	Não
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 integrador "CESVA-SC310" N.º de série: T224231
- Calibrador sonoro "CESVA-CB5" N.º de série: 038312
- Anemómetro TSI 8330 N.º de série: 97050273
- Termo higrómetro TESTO 445 N.º de série: 0664687/202
- Barómetro OREGON SCIENTIFCS N.º Interno: 02/02/GMG

5. Definições

Período de referência diurno: das 7:00H às 20:00H

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

Período de referência noturno: das 23:00H às 7:00H

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:

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

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

Ruído ambiente $L_{Aeq, (Amb)}$: 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.

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

Ruído 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, $L_{Aeq, T}$, 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_{met} : 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, $L_{Ar,T}$: 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 outro estabelecimentos de restauração, papelarias e outros estabelecimentos de comercio tradicional, sem funcionamento no período nocturno.

Zonas mistas: as zonas existentes ou previstas em instrumentos de planeamento territorial eficazes, cuja ocupação seja afecta a outras 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.

6. Metodologia

A monitorização do ruído ambiental foi efectuada de acordo com a metodologia estabelecida nos seguintes documentos:

- o NP ISO 1996:2011 (parte 1 e 2);
- o DL n.º 9/2007 (Anexo I).
- o Circular Clientes nº 02/2007 IPAC/APA
- o Guia prático para medições de ruído ambiente no contexto do Regulamento Geral do Ruído tendo em conta a NP ISO 1996

Ao parâmetro “nível sonoro médio de longa duração”, quando aplicável, é efectuada correcção meteorológica (C_{met}), conforme procedimento indicado nos seguintes documentos:

- o ISO 9613-2:1996, Cap. 8;
- o AR-INTERIM-CM (Ref.: B4-3040/2001/329750/MAR/C1)

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”).

As avaliações foram efectuadas com tempos de amostragem representativos (45 minutos por ponto) com o microfone omnidireccional situado a 3,5 metros de superfícies reflectoras e posicionado a 1.5 metros acima do solo.

O solo nas zonas de medição é de florestal com solo vegetal e rochoso, com vegetação arbórea na envolvente.



Fig. 3 – Tipo de solo e vegetação existente entre a pedreira e receptor avaliado

Existem outras explorações semelhantes a prevista que entram na composição do ruído da zona, para além do tráfego rodoviário da estrada circundante a Este com tráfego esporádico.

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

Caso duas amostras do ruído ambiente (com ruído particular), efectuadas em dias distintos, apresentem diferenças superiores a 5dB(A) entre si, deverá ser efectuada uma ou mais amostras adicionais (conforme circular IPAC n.º 02/2007). Esta situação não foi observada.

7. Resultados

7.1. Descrição das fontes e ruídos analisados e tratamento dos resultados

Apresentam-se de seguida os valores de ruído ambiente e residuais registados. Tendo por base os resultados das medições efectuadas, apresentam-se de ainda os parâmetros caracterizadores dos ruídos avaliados, a utilizar para efeitos de verificação de conformidade legal.

Ponto 1			Local: Exterior, junto à habitação situada a NO da futura exploração				
			Período Diurno		Período do entardecer		Período nocturno
			1	2	1	2	1
Regime de funcionamento	Horário de laboração:		08:00-12:30 13:30-17:00				
	Frequência mensal (dias/mês)		22		30		30
	Frequência anual (dias/ano)		242		365		365
Correcção meteorológica (C _{met})	Altura do receptor - h _r (m)		4				
	Altura da fonte sonora em análise - h _s (m)		4				
	Distância horizontal entre a fonte e o receptor - r (m)		185				
	(hr + hs)/r		0,04				
	Influência das condições meteorológicas:		Existe, devendo-se aplicar a correcção Cmet				
	C _{met} (dB)		0,8		0,4		0,0
Ruído Ambiente	Patamar 1 (Laboração)	Duração do patamar (Horas)	0	0	0	0	0
		Ruído Ambiente - L _{Aeq} dB(A)	45,8	44,7	44,3	44,4	42,5
		Ruído Tonal? (K1) (Sim/Não)	Não	Não	Não	Não	Não
		Valor de K1	0	0	0	0	0
		Ruído Impulsivo? (K2) (Sim/Não)	Não	Não	Não	Não	Não
		Valor de K2	0	0	0	0	0
	Tempo de funcionamento do ruído particular no período de referência (Horas)		0	0	0	0	0
	Tempo do período de ref. sem ruído particular (Horas)		13	13	3	3	8
	Duração do período de referencia (Horas)		13	13	3	3	8
	LAeq do ruído ambiente dB(A)		45,8	44,7	44,3	44,4	42,5
	Correcções a aplicar devido às características tonais e/ou impulsivas detectadas (k1+k2):		0	0	0	0	0
	Nível de Avaliação do ruído ambiente (L _{A,r,T}) dB(A)		45,8	44,7	44,3	44,4	42,5
	LAeq do ruído residual (no período de laboração do ruído particular) dB(A)		45,8	44,7	44,3	44,4	42,5
	LAeq do ruído residual (fora do período de laboração do ruído particular) dB(A)		45,8	44,7	44,3	44,4	42,5
RA	LA _r , LT dB(A)		45,3		44,4		42,5
RR	Leq residual, LT dB(A)		45,3		44,4		42,5

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 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} apresenta valores médios abaixo dos 45dB(A) este critério ***não é aplicável*** em qualquer dos períodos. No caso presente em análise este critério ***não é ainda aplicável*** uma vez que não existe ruído particular da fonte.
- Relativamente ao “nível sonoro de longa duração”, assumindo 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). No caso de não existir marcada sazonalidade e o indicador der 10dB(A) abaixo do limite, não é necessário um segundo dia de medição.

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*.

Ponto 1			Local: Exterior, junto à habitação situada a NO da futura exploração		
			Período Diurno	Período do entardecer	Período nocturno
			1 2	1 2	1
Resultados	Incomodidade - dB(A)	RA - RR	0	0	0
	Nível sonoro médio de longa duração [Medido - C_{med}] dB(A)	Ld	45		
		Le		44	
		L_n			43
		L_{den}	49		
DL 9/2007	Valor limite para a Incomodidade	dB(A)	não aplicável	não aplicável	não aplicável
	Valor limite para " L_{den} / L_n " (1)	dB(A)	63 / 53 (zona não classificada)		
	Classificação da zona / Tipo de utilização observada		Habitações + Indústrias extractivas		

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

Tabela 8.1 – Análise de conformidade legal

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

- “Nível sonoro médio de longa duração”

- ❖ No local avaliado verifica-se a seguinte situação:

Indicador de ruído diurno-entardecer-nocturno (L_{den}): Nos pontos avaliados este indicador **encontra-se a ser cumprido** para “zona não classificada” e cumprindo mesmo para “zona sensível”.

Indicador de ruído nocturno (L_n): No ponto avaliado este indicador **encontra-se a ser cumprido** para “zona não classificada” e cumprindo mesmo para “zona sensível”.

9. Análise previsional - “Fase de implementação do projecto”

9.1. Descrição

Por forma a avaliar o impacte sobre os receptores sensíveis localizados na envolvente, decorrente do ruído gerado pela pedra apresenta-se seguidamente estudo previsional considerando as várias fontes de ruído particular relevantes (fontes de tipo “fixas”) e a forma de propagação da sua pressão sonora no espaço exterior.

9.2. Metodologia

A análise previsional consiste em estimar o acréscimo de ruído resultante nos locais sensíveis (“receptores”), 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), bem como a sua

distância ao local emissor, estima-se 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:

$L2i = L1i + 10 \log (Ni/SiT) + 10 \log (r1/r2)^{1+\alpha} - 13$ - para obtenção de níveis de ruído de fontes lineares (fonte: FHWA Highway Noise Model", da Federal Highway Administration, USA validado segundo o modelo NMPB-Routes-96)

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)

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" - McGraw-Hill):

$L_0 = 38.1 \log (v) - 2.4 \text{ dB(A)}$ medido a 15,2 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 15,2 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 15,2 m da estrada

sendo "v" a velocidade de circulação (Km/h) para camiões pesados.

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

No caso presente a modelização das **fontes pontuais (fixas)** será efectuada segundo o disposto na NP 4361-2 (ISO 9613) com recurso ao software específico SPM9613 V2.x da *Power Acoustics®* que permite observar a **propagação de som da fonte particular** (considerada aqui como um conjunto de fontes fixas e móveis), na situação meteorológica mais favorável de propagação, tendo ainda sido considerado o trabalho em simultâneo de um conjunto máximo de equipamentos a operarem à cota zero (à superfície), situação esta que apenas irá ocorrer na fase inicial do desmonte uma vez que depois existe rebaixamento da cota de trabalho.

A propagação do som de fontes pontuais fixas, como neste caso, 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:

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

sendo

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

D(∅) - a correcção da directividade da fonte sonora

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 $\pm 1\text{dB(A)}$ 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 fornecidas pelo fabricante do software.

Método de cálculo usado	ISO 9613 parte 1 e 2
Nº máximo e fontes possíveis	200
Tipo de fontes	Lineares, 3D de superfície ou 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	200 podendo ser múltiplas
Reflexões	Possível para uma única barreira acústica
Correcção meteorológica (ventos dominantes com $v > 3 \text{ m/s}$)	Introduzida para cada caso para os indicadores de longa duração
Absorção na atmosfera	Considerada com base na temperatura e humidade média fornecidas
Divergência	Calculada com base na d_p emissor-receptor
Atenuação do terreno	Considerada (0 terreno duro e 1 para macio)
Atenuação de outros efeitos	Considerada mas opcional (vegetação, industrial)
Apresentação dos resultados	em malha A ou C, valores discretos ou graficamente

Quadro 9.2.1 – Componentes do software de previsão usado no estudo

9.3. 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 mineral (a serem tratados acusticamente como sendo **fonte pontual**);
- Equipamentos móveis da exploração mineral (a serem tratados igualmente como **fonte pontual fixas num ponto – a frente maxima da lavra**);

- Tráfego de pesados e ligeiros associados à exploração (**fonte linear**) constante na fase actual e futura;
- Solo de tipo “duro” (atenuação zero);
- O modelo assume a considera na previsão o efeito da topografia da área em estudo;
- O modelo de previsão requer o conhecimento da potência sonora (L_w) dos equipamentos (fixos e móveis) existir e o seu posicionamento no terreno, pelo que as relações L_w/L_p em “campo próximo” são obtidas com base em medições reais de L_p que foram efectuadas a 1 metro duma fonte real idêntica, tal como indicado na norma ISO3746 ou outras potências sonoras fornecidas pelos fabricantes.

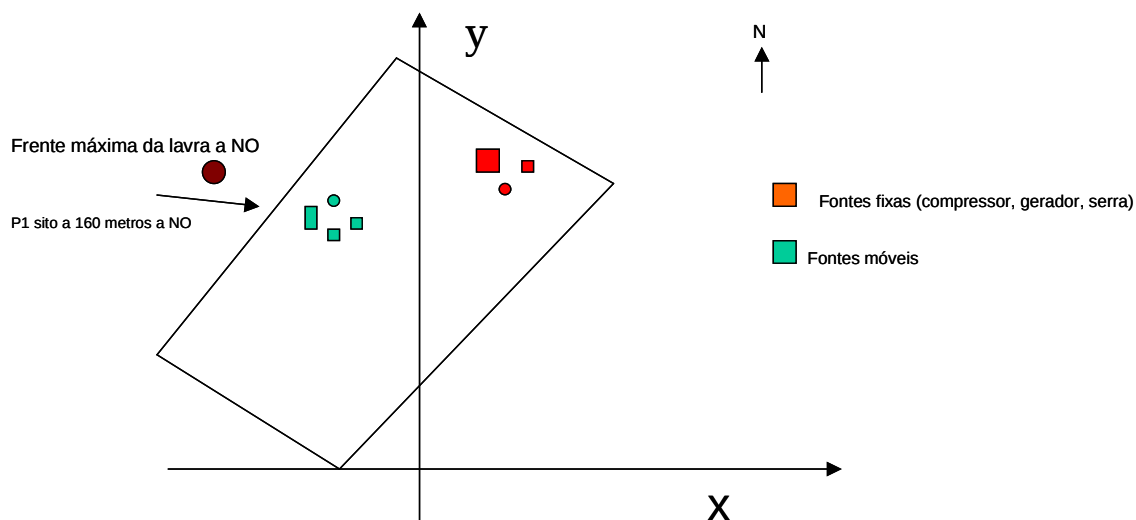
A localização do receptor sensível mais próximo da exploração (P1) sito a cerca de 160 metros a NO do polígono de exploração e que será alvo da análise (análise de “piores caso”) pode ser observada na figura seguinte:



Figura 9.1 – Frente máxima da lavra prevista aquando no quadrante NO

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

- Receptor sensível localizado no “Ponto 1”, correspondente ao local habitado mais próximo do único acesso da pedreira sito no quadrante NO.
- O material extraído será transportado para a EN1 a Oeste, sendo efectuado o circuito em cerca de 500 metros em estrada não pavimentada até à ligação a estrada pavimentada, seguindo por esta via na direcção de Casais de Vale de Ventos e descendo a serra até à ligação à EN1;
- Conjunto de fontes móveis passíveis de estarem em laboração simultânea na exploração (máximo de quatro, que é o número de trabalhadores), consideradas aqui no seu conjunto como uma única fonte pontual *fixa*, todas localizadas a 5 metros do limite máximo da nova frente de lavra e a funcionar de forma contínua, ao longo do horário de laboração previsto para a exploração (8 h/dia) de acordo com o esquema seguinte:



- Ruído residual no receptor, medido na fase de caracterização da “situação de referência” (ver Cap. 8).
- Foi considerado no modelo a cortina arbórea actualmente existente na envolvente, quer na face Oeste quer na face Norte. Está estudado que uma ampla cintura verde com 30 metros de largura de densas árvores altas, combinadas com modelação do terreno, conseguem reduzir o barulho em cerca de 50% ou mais. Para espaços estreitos de plantação (menos de 3 metros de largura), a redução de ruído em cerca de 3 a 5dBA só é possível com uma faixa de vegetação densa, numa fileira de arbustos com árvores por trás (Nowak, D.J., 2001). Não foram considerados no

modelo a existência de meios reflectores tais como depósitos de pargas ou escombreyras, nem de quaisquer barreiras acústicas de tipo artificial.

Com base em medições reais efectuadas *in situ* junto de equipamentos semelhantes disponibilizados pela empresa numa outra exploração vizinha e a uma distância conhecida, foi atribuído um espectro da *pressão sonora* para cada um dos referidos equipamentos na gama de frequências dos 16Hz a 8000 Hz, na situação mais desfavorável de operação "ao nível do solo". O quadro seguinte indica os valores obtidos para cada equipamento em operação real:

Pressão sonora das fontes da "exploração" consideradas no estudo		
Fonte particular de Ruído	Nº de Fontes	Pressão sonora L _w dB(A)
Fio diamantado	2	89
Serrote	1	93
Gerador	1	85
Dumper	1	108
Compressor	1	88
Torre	2	74
Pá giratória (móvel)	1	90
Pá carregadora 1 (móvel)	2	90

Tabela 9.3.1 – Valores de referência utilizados para a fase de exploração – fonte fixa "Exploração"

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

Dados de referência caracterizadores do projecto	
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})	12 passagens/T
Fluxo de veículos pesados (N_{pesados})	16 passagens/T
Velocidade média de circulação dos veículos	40 km/h
Distância do eixo da estrada ao receptor mais proximo	75 m
Características do piso entre a estrada e o receptor	Irregular e com coberto vegetal

Tabela 9.3.2 – Dados de referência utilizados para a fase de exploração – “Via de acesso”

As contribuições do tráfego de pesados e ligeiros foram obtidas pela expressão da FHWA ajustada à NMPB-Routes-96. O valor final obtido que traduz a contribuição do conjunto de fontes móveis junto do receptor mais próximo P1 é então o apresentado seguidamente a azul:

Nível sonoro contínuo equivalente no receptor (L_{Aeq}), do ruído particular resultante do movimento de veículos	
Ítem	dB(A)
Veículos ligeiros	24,3
Veículos pesados	43,9
Global (ligeiros + pesados)	44,3

Tabela 9.3.3 – Valores de referência utilizados para a fonte “Via de acesso”

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 o ponto mais próximo sito a NO segundo a fig 9.3., tendo sido obtido nesse ponto o valor de **54.0dB(A)**.

A figura seguinte traduz a dispersão no terreno real produzida pelo modelo em classes de 5dB(A).

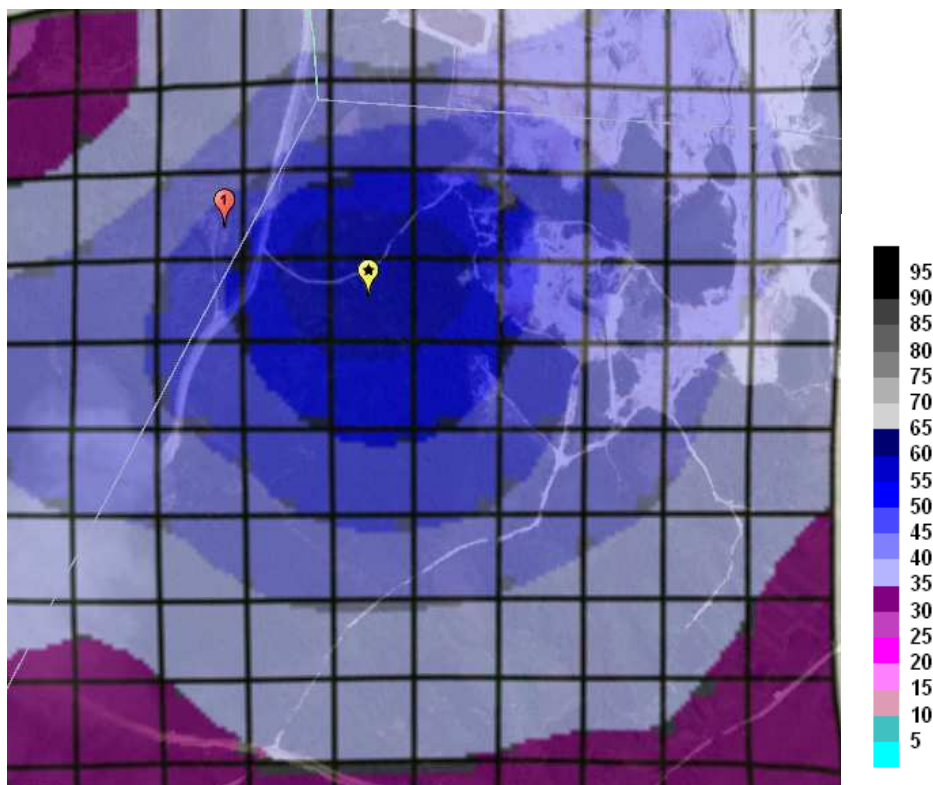


Fig. 9.4 – Linhas isófonas geradas pela fonte em classes de 5dB(A) e malha 200 m x 200 m

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 para o ponto P1:

Análise do impacto das fontes particulares, sobre o ruído ambiente no receptor mais próximo				
Ítem		Duração da ocorrência no período (horas)	LAeq, no receptor (dBA)	Observações
Componentes do ruído ambiente no receptor	Pedreira	8	54,0	Modelizado como "fonte pontual" na pior situação
	Estrada	8	44,3	Obtido pelas expressões de tráfego
	Residual	13	45,3	Medido no receptor na "Situação de referência"
Ruído ambiente no período de laboração das fontes		8	54,9	Valor a utilizar para determinação da "Incomodidade" na fase de exploração *
Ruído ambiente na totalidade do período diurno		13	53,1	Indicador "L _d " para a fase de exploração **

* soma logarítmica dos tres componentes acima indicados e que compõem o ruído ambiental global

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

Tabela 9.3.4. – Níveis de ruído previstos para a fase de implementação do projecto no ponto P1

9.4. Conclusão – “Fase de exploração”

Considerando os valores de referência indicados bem como o horário de laboração da exploração, que irá decorrer apenas em período diurno, obtiveram-se os resultados indicados na tabela seguinte para o **ponto P1** quando a lavra está a 5 metros do limite NO do polígono (a 165 metros do receptor):

Previsão de níveis de ruído (dBA) no ponto mais próximo da exploração					
PONTO P1 a 165 m a NO		Período Diurno	Período do Entardecer	Período Nocturno	
Resultados das medições e modelizações	Ruído ambiente		54,9	44,4	42,5
	Ruído residual (Ruído residual da "Situação de ref.")		44,9	44,4	42,5
	"Incomodidade"		10	0	0
	"Nível sonoro médio de longa duração"	L_d	53		
		L_e		44	
		L_n			43
		L_{den}	53		
DL 9/2007	Valor limite para a Incomodidade		6	não labora	não labora
	Valor limite para " L_{den} / L_n " (1)		65 / 55 (zona mista) 55 / 45 (zona sensível) 63 / 53 (zona não classificada)		

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

Tabela 10.4.1. – Níveis de ruído previstos para a fase de implementação do projecto no ponto P1 na situação futura.

No caso da lavra se posicionar a 55 metros do polígono o modelo prevê um valor no receptor de **48.2dB(A)** e obtém-se a seguinte situação :

Previsão de níveis de ruído (dBA) no ponto mais próximo da exploração					
PONTO P1 a 215 m a NO		Período Diurno	Período do Entardecer	Período Nocturno	
Resultados das medições e modelizações	Ruído ambiente		51,1	44,4	42,5
	Ruído residual (Ruído residual da "Situação de ref.")		44,9	44,4	42,5
	"Incomodidade"		6	0	0
	"Nível sonoro médio de longa duração"	L _d	50		
		L _e		44	
		L _n			43
		L _{den}	51		
DL 9/2007	Valor limite para a Incomodidade		6	não labora	não labora
	Valor limite para "L _{den} / L _n " (1)		65 / 55 (zona mista) 55 / 45 (zona sensível) 63 / 53 (zona não classificada)		

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

Tabela 10.4.2. – Níveis de ruído previstos para a fase de implementação do projecto no ponto P1 na situação futura se a lavra estiver a mais de 55 metros do limite NO do polígono

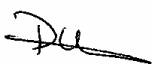
Face aos resultados obtidos e indicados na tabela anterior, conclui-se o seguinte relativamente ao impacto expectável, resultante da acção da lavra no quadrante NO sobre o receptor sensível analisado:

- o No ponto **P1** o critério da "incomodidade" **não irá cumprir** o valor limite determinado no DL 9/2007 na situação futura, se a lavra se posicionar apenas a 5 metros do limite NO, em frente ao receptor mais próximo, **mas irá cumprir** se esta não se aproximar mais de 55 metros do limite. Esta será assim a zona de defesa necessária para poder haver cumprimento legal.
- o No ponto **P1** o critério do "nível sonoro médio de longa duração" irá cumprir os valores limite determinados no DL 9/2007 até para "zonas sensíveis";

- o A implementação do projecto não provocará alteração nas condições que permitem classificar actualmente o local receptor no ponto **P1** como “zona sensível”;
- o Sendo os resultados obtidos por um modelo matemático de previsão com uma incerteza conhecida associada, este necessita de ser confirmado com base nas medições reais que irão ocorrer no âmbito do respectivo plano de monitorização de ruído ambiental da pedreira e que é parte integrante do EIA.

Marinha Grande, 26 de Julho de 2012

Elaborado por:



Eng. Pedro Silva

Director Técnico:



Eng Jorge Branco