4.7 AMBIENTE SONORO E VIBRAÇÕES

4.7.1 Introdução e Metodologia

No presente capítulo, procede-se à avaliação das condições actuais e à previsão das condições futuras associados aos descritores ambientais "ruído" e "vibrações", à avaliação de impactes nestes descritores, e à análise da necessidade de adoptar medidas de minimização dos estímulos em causa.

A exploração da Pedreira da Bardeira destina-se à produção de rocha ornamental e rocha industrial, abrangendo uma área total de cerca de 20 hectares, localizada na freguesia de Vimieiro, no Concelho de Arraiolos, na proximidade da qual, existem locais com ocupação sensível potencialmente afectados pelo ruído e vibrações resultantes dos trabalhos a realizar na pedreira.

Neste contexto, procede-se à caracterização e avaliação do ambiente sonoro e dos impactes acústicos previsivelmente apercebidos nos locais/receptores com interesse, à identificação dos receptores onde se prevêem níveis sonoros que ultrapassam os limites regulamentares aplicáveis, e, caso necessário, à apresentação das medidas adequadas para a minimização do ruído gerado, nos termos do Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de Janeiro – *Regulamento Geral do Ruído*.

Procede-se também à análise das condições vibratórias actuais e previstas em edifícios situados nas proximidades da pedreira em apreço, visando caracterizar os níveis vibrométricos apercebidos, os impactes provocados neste descritor, e o grau de incomodidade dos receptores expostos, bem como riscos/danos sobre o património edificado, e a eventual necessidade de adoptar medidas para reduzir os estímulos vibráticos apercebidos.

Face à inexistência de legislação nacional em matéria de vibrações, adoptaram-se, como referências de base para o presente estudo, os critérios aplicáveis a estímulos vibratórios definidos pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil (L.N.E.C.), a norma *ISO 2631 "Mechanical vibration and shock – Evaluation of human exposure to whole-body vibration"* e as referências de procedimentos incluídos na norma portuguesa *NP 2074, 1983 – "Avaliação da Influência em Construções de Vibrações Provocadas por Explosões ou Solicitações Similares"*.

4.7.2 Enquadramento Legal e Normativo

4.7.2.1 Ruído

A legislação em vigor em matéria de prevenção e controlo da poluição sonora – Regulamento Geral do Ruído (RGR) – aprovada pelo Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de Janeiro, estabelece o seguinte:

Artigo 3.º

Definições

Para efeitos do presente Regulamento, entende-se por:

(…)

a) Actividade ruidosa permanente: a actividade desenvolvida com carácter permanente, ainda que sazonal, que produza ruído nocivo ou incomodativo para quem habite ou permaneça em locais onde se fazem sentir os efeitos dessa fonte de ruído, designadamente laboração de estabelecimentos industriais, comerciais e de serviços;

b) Actividade ruidosa temporária: a actividade que, não constituindo um acto isolado, tenha carácter não permanente e que produza ruído nocivo ou incomodativo para quem habite ou permaneça em locais onde se fazem sentir os efeitos dessa fonte de ruído tais como obras de construção civil, competições desportivas, espectáculos, festas ou outros divertimentos, feiras e mercados;

(…)

j) Indicador de ruído diurno-entardecer-nocturno (Lden): o indicador de ruído, expresso em dB(A), associado ao incómodo global, dado pela expressão:

$$Lden = 10\times\log 1/24\ [13\times10Ld/10 + 3\times10(Le+5)/10 + 8\times10(Ln+10)/10]$$

l) Indicador de ruído diurno (Ld): o nível sonoro médio de longa duração, conforme definido na Norma NP 1730-1:1996, ou na versão actualizada correspondente, determinado durante uma série de períodos diurnos representativos de um ano;

m) Indicador de ruído do entardecer (Le): o nível sonoro médio de longa duração, conforme definido na Norma NP 1730-1:1996, ou na versão actualizada correspondente, determinado durante uma série de períodos do entardecer representativos de um ano;

n) Indicador de ruído nocturno (Ln): o nível sonoro médio de longa duração, conforme definido na Norma NP 1730-1:1996, ou na versão actualizada correspondente, determinado durante uma série de períodos nocturnos representativos de um ano;

(…)

p) Período de referência: o intervalo de tempo a que se refere um indicador de ruído, de modo a abranger as actividades humanas típicas, delimitado nos seguintes termos:

i) Período diurno - das 7 às 20 horas;

ii) Período do entardecer - das 20 às 23 horas;

iii) Período nocturno - das 23 às 7 horas;

q) Receptor sensível: o edifício habitacional, escolar, hospitalar ou similar ou espaço de lazer, com utilização humana;

(…)

s) Ruído ambiente: o ruído global observado numa dada circunstância num determinado instante, devido ao conjunto das fontes sonoras que fazem parte da vizinhança próxima ou longínqua do local considerado;

t) Ruído particular: o componente do ruído ambiente que pode ser especificamente identificada por meios acústicos e atribuída a uma determinada fonte sonora;

u) Ruído residual: o ruído ambiente a que se suprimem um ou mais ruídos particulares, para uma situação determinada;

v) Zona mista: a área definida em plano municipal de ordenamento do território, cuja ocupação seja afecta a outros usos, existentes ou previstos, para além dos referidos na definição de zona sensível;

x) Zona sensível: a área definida em plano municipal de ordenamento do território como vocacionada para uso habitacional, 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;

(…)

Artigo 11.º

Valores limite de exposição

1 - Em função da classificação de uma zona como mista ou sensível, devem ser respeitados os seguintes valores limite de exposição:

a) As zonas mistas não devem ficar expostas a ruído ambiente exterior superior a 65 dB(A), expresso pelo indicador Lden, e superior a 55 dB(A), expresso pelo indicador Ln;

b) As zonas sensíveis não devem ficar expostas a ruído ambiente exterior superior a 55 dB(A), expresso pelo indicador Lden, e superior a 45 dB(A), expresso pelo indicador Ln;

(…)

2 - Os receptores sensíveis isolados não integrados em zonas classificadas, por estarem localizados

fora dos perímetros urbanos, são equiparados, em função dos usos existentes na sua proximidade, a zonas sensíveis ou mistas, para efeitos de aplicação dos correspondentes valores limite fixados no presente artigo.

3 - Até à classificação das zonas sensíveis e mistas a que se referem os n.os 2 e 3 do artigo 6.º, para efeitos de verificação do valor limite de exposição, aplicam-se aos receptores sensíveis os valores limite de Lden igual ou inferior a 63 dB(A) e Ln igual ou inferior a 53 dB(A).

4 - Para efeitos de verificação de conformidade dos valores fixados no presente artigo, a avaliação deve ser efectuada junto do ou no receptor sensível, por uma das seguintes formas:

a) Realização de medições acústicas, sendo que os pontos de medição devem, sempre que tecnicamente possível, estar afastados, pelo menos, 3,5 m de qualquer estrutura reflectora, à excepção do solo, e situar-se a uma altura de 3,8 m a 4,2 m acima do solo, quando aplicável, ou de 1,2 m a 1,5 m de altura acima do solo ou do nível de cada piso de interesse, nos restantes casos;

b) Consulta dos mapas de ruído, desde que a situação em verificação seja passível de caracterização através dos valores neles representados.

5 - Os municípios podem estabelecer, em espaços delimitados de zonas sensíveis ou mistas, designadamente em centros históricos, valores inferiores em 5 dB(A) aos fixados nas alíneas a) e b) do n.º 1.

Artigo 12.º

Controlo prévio das operações urbanísticas

(…)

6 - É interdito o licenciamento ou a autorização de novos edifícios habitacionais, bem como de novas escolas, hospitais ou similares e espaços de lazer enquanto se verifique violação dos valores limite fixados no artigo anterior.

(…)

Artigo 13.º

Actividades ruidosas permanentes

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

a) Ao cumprimento dos valores limite fixados no artigo 11.º; e

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

2 - Para efeitos do disposto no número anterior, devem ser adoptadas as medidas necessárias, de acordo com a seguinte ordem decrescente:

a) Medidas de redução na fonte de ruído;

b) Medidas de redução no meio de propagação de ruído;

c) Medidas de redução no receptor sensível.

(…)

5 - O disposto na alínea b) do n.º 1 não se aplica, em qualquer dos períodos de referência, para um valor do indicador LAeq do ruído ambiente no exterior igual ou inferior a 45 dB(A) ou para um valor do indicador LAeq do ruído ambiente no interior dos locais de recepção igual ou inferior a 27 dB(A), considerando o estabelecido nos n.os 1 e 4 do anexo I.

Artigo 14.º

Actividades ruidosas temporárias

É proibido o exercício de actividades ruidosas temporárias na proximidade de:

a) Edifícios de habitação, aos sábados, domingos e feriados e nos dias úteis entre as 20 e as 8 horas;

b) Escolas, durante o respectivo horário de funcionamento;

c) Hospitais ou estabelecimentos similares.

4.7.2.2 Vibrações

Face à inexistência de legislação nacional em matéria de vibrações, adoptaram-se como referências de base para o presente estudo os critérios aplicáveis a estímulos vibratórios definidos pelo L.N.E.C. ("Vibrações Ambientais: Incomodidade nos Seres Humanos e Danos nas Edificações"), a norma ISO 2631 "Mechanical vibration and shock – Evaluation of human exposure to whole-body vibration" e as referências de procedimentos incluídos na norma portuguesa NP 2074, 1983 – "Avaliação da influência em construções de vibrações provocadas por explosões ou solicitações similares".

As normas acima referidas respeitam à afectação da saúde ou capacidade de trabalho dos indivíduos expostos a estímulos vibratórios em ambiente laboral, e à afectação de edificações por vibrações continuadas decorrentes de explosões.

Relativamente aos procedimentos e metodologia para caracterização dos estímulos vibráticos afectando as edificações, considera-se de interesse o expresso na norma portuguesa NP 2074, 1983, acima referida:

(...)

4.7.2.2.1 Resumo do Processo

O estado de vibração é caracterizado pela velocidade da vibração (...). A partir dos resultados das medições, é determinado um valor máximo que é comparado com um valor limite de velocidade de vibração, função de diversos parâmetros que podem influenciar o comportamento das construções.

4.7.2.2.2 Caracterização das Vibrações

- **Parâmetros Característicos da Vibração**

A grandeza utilizada para caracterizar a vibração (...) é a velocidade da vibração, medida na fundação do edifício e expressa pelo seu valor máximo (m/s) durante a ocorrência da solicitação.

- **Localização dos Pontos de Medição**

Os pontos de medição devem localizar-se em elementos da estrutura solidários com a fundação, no máximo a 0,5m acima do terreno e do lado mais próximo da origem da solicitação.

- **Equipamento de Medição**

Este equipamento compreende um sistema transdutor triaxial, uma unidade de amplificação e um registador. A gama de frequências do equipamento deve estender-se, pelo menos, de 3 Hz a 60 Hz.

(...)

4.7.2.2.3 Técnica de Medição

O transdutor deve ser fixado rigidamente ao elemento da estrutura solidário com a fundação e deve instalar-se por forma que uma das direcções horizontais de medição coincida com a da linha definida pelo ponto de medição e pela origem da solicitação (componente radial da vibração).

Deve obter-se um registo temporal das três componentes da velocidade da vibração, determinando-se o valor máximo, que a caracterizará, a partir da expressão:

$$\hat{v}_R = \max\left|\sqrt{v_x^2(t)+v_y^2(t)+v_z^2(t)}\right|$$

em que:

- vx(t), vy(t), vz(t), são os valores das componentes da velocidade de vibração em função do tempo, expressos em metro por segundo;

- vR é o valor máximo da velocidade que caracterizará a vibração, expresso em metro por segundo.

(...)

4.7.2.2.4 Valores Limites

O valor vR, calculado como se indica na secção 5, não deve exceder um valor limite, definido pela relação vL = α x β x γ x 10 -2 m/s, sob pena de poder ocorrer fendilhação, danificando a construção, em que o parâmetro α é dependente das características do terreno de fundação, β toma em consideração o tipo da construção e γ depende do número médio de solicitações, de acordo com valores expressos em anexos à Norma NP 2074.

Assim, e de acordo com os Quadros 1, 2 e 3 anexos à norma NP 2074, 1983, sintetizam-se abaixo os aspectos com interesse para a definição dos limites vL:

Valores do coeficiente α

α toma o valor 0,5 quando em presença de terreno caracterizado por “Solos incoerentes soltos; areias e misturas areia-seixo bem graduadas, areias uniformes, solos coerentes moles e muito moles”;

α toma o valor 1 quando em presença de terreno caracterizado por “Solos coerentes muito duros, duros e de consistência média; solos incoerentes compactos; areias e misturas de areia-seixo bem graduadas, areias uniformes”;

α toma o valor 2 quando em presença de terreno caracterizado por “Rochas e solos coerentes rijos”;

Valores do coeficiente β

β toma o valor 0,5 para “Construções que exigem cuidados especiais”;

β toma o valor 1 para “Construções correntes” ;

β toma o valor 3 para “Construções reforçadas”;

Valores do coeficiente γ

γ toma o valor de 0,7 quando ocorrem mais de 3 solicitações diárias;

γ toma o valor de 1 quando ocorrem menos de 3 solicitações diárias;

No que respeita a outros critérios de avaliação adoptaram-se, pelos motivos já indicados, os critérios estabelecidos pelo L.N.E.C. para vibrações continuadas afectando os ocupantes dos edifícios, dado o carácter de repetibilidade e o número de eventos afectando os receptores sensíveis.

Critérios estabelecidos pelo L.N.E.C. para vibrações continuadas

"Vibrações Ambientais: Incomodidade nos Seres Humanos e Danos nas Edificações"

4.7.2.2.5 Incomodidade para os seres humanos

Para as vibrações continuadas, enquanto não houver normas portuguesas aplicáveis, o L.N.E.C. tem cruzados os seguintes critérios, quanto a incomodidade para os seres humanos, nas suas habitações ou em locais de trabalho intelectual:

Quadro 4.33 – Incomodidade: valores da velocidade eficaz da vibração no local

Vef (mm/s)	Sensação
Vef < 0,11	nula
0,11 < Vef < 0,28	Perceptível, suportável para pequena duração
0,28 < Vef < 1,10	Nítida, incómoda, podendo afectar as condições de trabalho
1,10 < Vef	muito nítida, muito incómoda, reduzindo as condições de trabalho

Nota: componente vertical, ou horizontal se esta for mais significativa.

Este critério, no que respeita às vibrações perceptíveis, simplificado e menos permissivo, relativamente a versões mais antigas, tem a vantagem da simplicidade, mas deve ser aplicado em termos de ordem de grandeza: a duração da vibração é também um parâmetro importante, e a sensibilidade humana varia de pessoa para pessoa.

4.7.2.2.6 Danos nas edificações

Quanto a danos nas edificações, o L.N.E.C. tem utilizado o seguinte critério:

Quadro 4.34 – Danos: valores da velocidade eficaz da vibração, medida no local

Vef (mm/s)	Efeitos
Vef < 3,5	praticamente nulos
3,5 < Vef < 7	queda de cal, especialmente em edifícios antigos
7 < Vef < 21	Fendilhação ligeira nos revestimentos
21 < Vef < 42	fendilhação acentuada nos revestimentos e alvenarias

Vef (mm/s)	Efeitos
42 < Vef	danos consideráveis, possibilidade de fendilhação da estrutura de betão armado

Nota: componente vertical, ou horizontal se esta for mais significativa.

4.7.3 Metodologia Adoptada

A caracterização dos impactes nos descritores ruído e vibrações com origem na pedreira em título é feita em termos previsionais, através da comparação das condições acústicas resultantes da "Alternativa Zero" (evolução da situação actual na ausência do projecto em apreço), com as que resultarão da exploração da pedreira nas condições futuras (exploração em profundidade).

Tendo em conta que actualmente, dada a inactividade da exploração, não se encontram disponíveis dados que permitam prever, de forma quantificada, os níveis sonoros e vibráticos resultantes de ambas as fases acima referidas (relativos, por exemplo, aos regimes de funcionamento dos equipamentos a utilizar e periodicidade das actividades a desenvolver na exploração da pedreira), a avaliação de impactes acústicos e vibráticos efectuada, tem características essencialmente qualitativas, e baseia-se na comparação das condições acústicas e vibratórias actuais com níveis tipicamente resultantes das actividades a desenvolver nas condições futuras.

Como referido, nas condições actuais, a Pedreira Bardeira não se encontra em laboração, pelo que não foi possível a realização de medições *in situ* dos níveis sonoros e vibrométricos, gerados pelas actividades a desenvolver na pedreira em título e potencialmente apercebidos nos receptores sensíveis que se situam na proximidade desta.

Assim, foram apenas realizadas campanhas de medição *in situ* do ruído residual apercebido nos receptores de interesse, devido à presença de outras fontes ruidosas (vias de tráfego rodoviário, actividade humana, etc.) existentes na envolvente.

Salienta-se ainda que não foram realizadas medições *in situ* dos níveis vibrométricos nos edifícios com ocupação sensível situados nas proximidades da pedreira, uma vez que não foram, detectadas actividades geradoras de estímulos vibráticos com significado.

Por outro lado procedeu-se à apreciação previsional das condições acústicas resultantes das actividades a desenvolver, incluindo a circulação de veículos pesados, a gerar pela pedreira em título.

A identificação dos receptores com eventual necessidade de protecção sonora foi efectuada tendo em conta o disposto no n.º 1 do Art.º 13.º do Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de Janeiro – Regulamento geral do ruído (Valores Limite de Exposição e Critério de Incomodidade).

Como já referido, face à inexistência de legislação nacional em matéria de vibrações, adoptaram-se, como referências de base para o presente estudo, os critérios aplicáveis a estímulos vibratórios

definidos pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil (L.N.E.C.), a norma ISO 2631 "Mechanical vibration and shock – Evaluation of human exposure to whole-body vibration" e as referências de procedimentos incluídos na norma portuguesa NP 2074, 1983 – "Avaliação da Influência em Construções de Vibrações Provocadas por Explosões ou Solicitações Similares".

Esta metodologia, apesar de constituir o método previsional mais eficaz para a análise das questões em apreço, tem algumas limitações e um grau de incerteza associado, factos que devem ser devidamente tidos em conta, e que levam a considerar a necessidade de confirmação das previsões efectuadas ao longo da vida da pedreira, através de acções de monitorização do ruído e vibrações, de periodicidade adequada.

Neste contexto, procede-se à definição dos procedimentos a adoptar para monitorização do ruído e vibrações efectivamente apercebidos nos locais/receptores com interesse, de modo a verificar o cumprimento das exigências regulamentares em matéria de ruído, ou situações de ultrapassagem dos limites estabelecidos que careçam de protecção sonora, bem como, avaliar o grau de incomodidade dos receptores expostos, os riscos/danos sobre o património edificado e a eventual necessidade de adoptar medidas para reduzir os estímulos vibráticos apercebidos.

4.7.4 Enquadramento do Plano de Lavra em Termos de Ruído e Vibrações

A Pedreira da Bardeira lavra num regime de céu aberto, das 8:00h às 17:00h (com 1 hora para almoço das 12:00 às 13:00h) e abrange uma área total de cerca de 20 hectares, localizada na freguesia de Vimieiro, no Concelho de Arraiolos, a cerca de 300m a Norte da EN 251 (km 93), que liga as povoações de Pavia e Vimieiro.

A actividade extractiva da Pedreira em apreço, é composta por dois tipos de exploração, designadamente, granito ornamental e granito industrial, cujo circuito produtivo se traduz no conjunto de operações sequenciais apresentadas abaixo:

- *Desmatação/Decapagem*: desmatação dos terrenos e remoção das terras que cobrem o recurso mineral, com auxílio de escavadora giratória, de pás carregadoras e de dumpers;
- *Desmonte*: desagragação do maciço rochoso por acção de explosivos e/ou de cabos diamantado;
- *Carga*: carregamento do material desmontado em dumpers através de pás carregadoras frontais;
- *Transporte*: transporte da rocha da frente de desmonte até à instalação de britagem e dos estéreis (terras) para o aterro temporário;

- *Britagem /Tratamento*: fragmentação e classificação granulométrica do granito;
- *Expedição*: carregamento do material vendável em camiões para expedição.

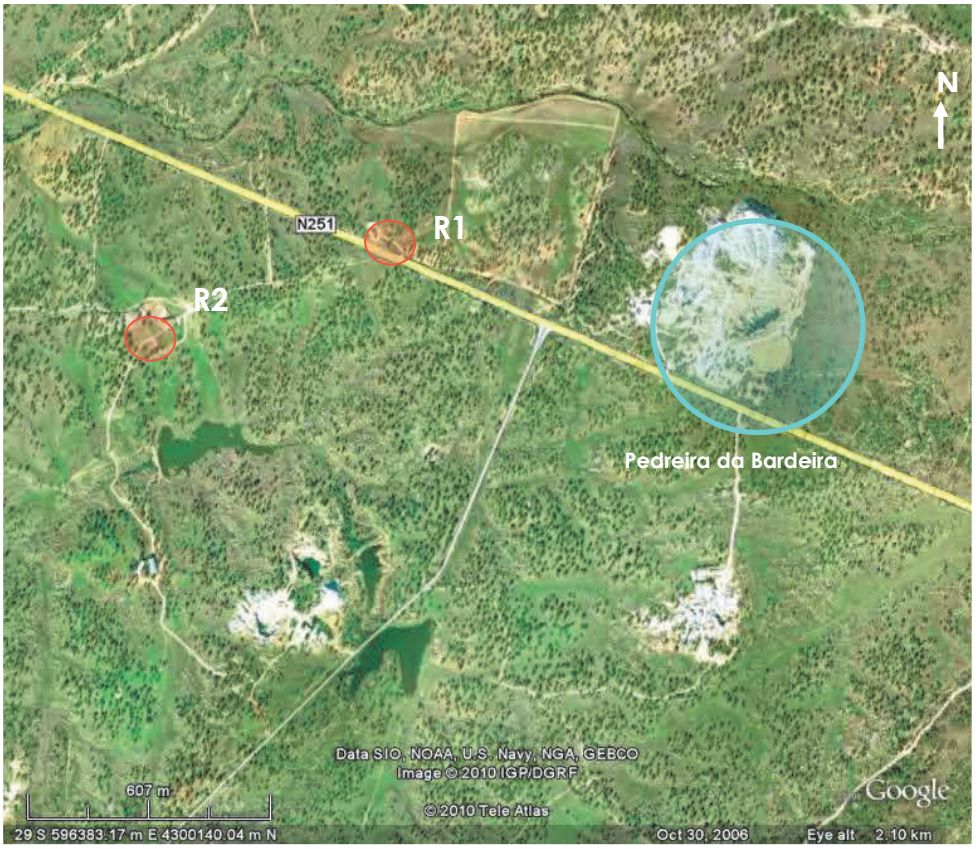
A Pedreira em apreço dispõe de um conjunto de equipamentos para dar resposta às necessidades do tipo de extracção utilizado, que passam pelos equipamentos de perfuração, corte, carga e transporte, para além de diversas ferramentas mecânicas e utensílios necessários a trabalhos deste tipo, que são referidos abaixo, de acordo com o Plano de Lavra correspondente:

- *Granito Ornamental:* Escavadora giratória, Pá carregadora, Dumper, Escavadora Giratória, Perfuradora 4 martelos (pneumática), Máquina de fio diamantado, Perfuradora hidráulica 1 martelo, Bombas de água, Martelos Manuais (pneumáticos), Compressores eléctricos, Tomba-blocos macaca, Máquinas de afiar barrenas (pneumáticas e eléctricas);
- *Granito industrial*: Pás carregadoras frontais, Escavadoras giratórias, Dumpers, Perfuradora (Wagon-drill), Martelo hidáulico, Central de britagem, Báscula.

4.7.5 Caracterização das Condições Actuais

4.7.5.1 Identificação dos Locais Objecto de Análise

Na envolvente da área de exploração da pedreira em apreço observa-se a existência de edifícios de habitação, pelo que foram considerados pontos receptores em posições representativas desses edifícios (nas fachadas voltadas para a pedreira e às cotas dos pisos mais elevados), como representados esquematicamente na Figura 4.27, abaixo.



Receptor R1

Habitação isolada
700m da Pedreira da Bardeira

Receptor R2

Habitação isolada
1.100m da Pedreira da Bardeira

Figura 4.27 – Receptores localizados nas proximidades da pedreira da Bardeira

4.7.5.2 Ruído

O ambiente sonoro observado actualmente, resultante da exploração da pedreira em análise, foi caracterizado através de medições dos níveis sonoros *in situ*, junto dos edifícios com ocupação humana sensível ao ruído situados a maior proximidade da pedreira, considerados representativos das situações mais desfavoráveis, bem como, através do registo dos níveis sonoros que caracterizam as fontes de ruído em presença.

As medições referidas foram realizadas nos dias 20 e 21 de Janeiro de 2010 e nos dias 22 e 23 de Setembro de 2010, com tempo seco e vento fraco (temperatura do ar T ≈ 10-25 ºC; humidade relativa HR ≈ 50–70%; velocidade do vento Vv ≤ 1 m/s), através de amostragens efectuadas nos três períodos de referência regulamentares (diurno, do entardecer e nocturno), com duração acumulada superior a 30 minutos em cada ponto e em cada período de referência.

Para o efeito foi utilizado um sonómetro integrador *Brüel & Kjaer 2260*, devidamente verificado em laboratório acreditado e calibrado, e seguidas as orientações constantes da normalização aplicável (*NP 1730,1996: "Acústica – Descrição e medição do ruído ambiente"*).

No Quadro I, adiante, são apresentados os valores dos níveis sonoros registados *in situ* e no Quadro II, adiante, são apresentados os valores dos indicadores de ruído regulamentares (*Ld*, *Le*, *Ln* e *Lden*) para os pontos de medição acústica M1 e M2, que foram calculados com base nos níveis sonoros do ruído ambiente exterior registados *in situ*.

O ambiente acústico actual no receptor **R1** é determinado pela sua proximidade à EN 251, observando-se níveis sonoros de *Lden* ≈ 55 dB(A) e *Ln* ≈ 45 dB(A).

No receptor **R2**, verificam-se níveis sonoros de *Lden* ≈ 42 dB(A) e *Ln* ≈ 35 dB(A), face à distância entre este receptor e as fontes ruidosas existentes (vias de tráfego rodoviário, actividade nas pedreiras existentes na envolvente).

Assim, o ambiente acústico actual nos locais com ocupação humana situados nas proximidades da pedreira em apreço, apresenta-se pouco perturbado, com níveis sonoros de *Lden* ≤ 55 dB(A) e *Ln* ≤ 45 dB(A), cumprindo com segurança os valores *limite de exposição* aplicáveis (quer a "zonas mistas", quer a "zonas sensíveis", quer a "zonas sem classificação acústica"), dado que a influência da laboração das pedreiras existentes na envolvente (Pedreira da Bardeira e outras duas explorações semelhantes) não tem significado nos aspectos em consideração.

Quadro 4.35 – Níveis sonoros registados *in situ* (Janeiro/Setembro 2010)

Medição Acústica N.º	Tipo de ocupação	Localização	Fontes ruidosas (distância à fonte)	Tipo de ruído registado	Período de referência regulamentar	LAeq, em dB(A)
M1	Habitação isolada (Receptor R1)	20m da EN 251 700m da Pedreira	Tráfego na EN 251	Ruído Residual	Diurno	55
			Tráfego na EN 251 Pedreiras localizadas na envolvente	Ruído Ambiente	Diurno	54/56
			Tráfego na EN 251	Ruído Residual	Entardecer	52
			Ausência de Fontes Ruidosas Significativas	Ruído Residual	Nocturno	45
M2	Habitação isolada (Receptor R2)	400m da EN 251 1.500m da Pedreira	Ausência de Fontes Ruidosas Significativas	Ruído Residual	Diurno	37
				Ruído Ambiente	Diurno	37

Medição Acústica N.º	Tipo de ocupação	Localização	Fontes ruidosas (distância à fonte)	Tipo de ruído registado	Período de referência regulamentar	LAeq, em dB(A)
				Ruído Residual	Entardecer	37
				Ruído Residual	Nocturno	35
M3	Pedreira da Bardeira	30 de Britadeira	Britadeira	Ruído particular	Diurno	73
M4	Pedreira da Bardeira	40m de perfuradora	Perfuradora	Ruído particular	Diurno	89
			Perfuradora Martelos pneumáticos Dumpers	Ruído particular	Diurno	86
			Perfuradora Martelos pneumáticos Dumpers	Ruído particular	Diurno	78

Quadro 4.36 - Valores dos indicadores de ruído regulamentares (Janeiro/Setembro 2010)

Medição Acústica	Receptor	Indicadores de ruído regulamentares, em dB(A)			
		Ld	Le	Ln	Lden [1]
M1	R1	55	52	45	55
M2	R2	37	37	35	42

1 - Lden = 10×log[1/24 [13×10Ld/10 + 3×10(Le+5)/10 + 8×10(Ln+10)/10]]

Sublinha-se que os níveis sonoros do ruído ambiente exterior estão permanentemente sujeitos às variações decorrentes das normais e aleatórias alterações da actividade humana, das condições meteorológicas, das variações horárias e sazonais dos fluxos de tráfego e das velocidades de circulação, estado de conservação das infra-estruturas viárias, etc., que podem determinar alterações significativas destes níveis sonoros.

4.7.5.3 Vibrações

Os estímulos vibráticos observados actualmente resultantes da laboração da Pedreira da Bardeira, foram caracterizados *in situ*, através de medições dos níveis vibrométricos nos receptores situados a maior proximidade da pedreira, e identificados atrás na Figura 4.27.

As medições referidas foram realizadas nos dias 22 e 23 de Setembro de 2010, seguindo os procedimentos estabelecidos na norma NP 2074, 1983, tendo sido registados os valores do parâmetro velocidade de vibração nos 3 eixos ortogonais, durante as operações desenvolvidas na Pedreira, em registos contínuos no domínio do tempo, permitindo a obtenção dos valores máximos instantâneos daquele parâmetro e a descrição espectral correspondente.

Para recolha dos dados foi utilizado o sistema "MEDA – Wolfel Software GmbH", específico para medição e análise de estímulos vibráticos, integrando sistema multicanal ligado a geofone tri-direccional, permitindo a análise em tempo real para níveis de vibração por técnicas FFT, para o espectro de frequências de interesse (1 Hz ≤ fi ≤ 400 Hz).

De acordo com a norma NP 2074, 1983, o geofone foi colocado nas soleiras das portas de entrada e nos parapeitos de janelas baixas dos edifícios analisados, de forma a simular condições representativas das solicitações afectando os elementos estruturais dos edifícios.

Salienta-se que, devido a constrangimentos temporais determinados pela reduzida frequência de realização de operações de desmonte a fogo na pedreira em apreço, não foi possível efectuar medições acústicas *in situ* para caracterização destas operações pelo que a análise adiante apresentada apenas incluí as restantes actividades associadas â laboração da Pedreira da Bardeira

No Quadro 4.37, adiante, apresentam-se os valores do parâmetro de avaliação valor máximo da velocidade de vibração (vR), em mm/s, calculados para cada posição de medição a partir dos valores máximos das componentes da velocidade de vibração em cada direcção ortogonal (vx(t), vy(t), vz(t)), de acordo com a expressão matemática correspondente, indicada na NP 2074, 1983, em conjunto com os correspondentes valores da velocidade eficaz de vibração, vef.

Os valores da velocidade eficaz de vibração apresentados no Quadro 4.37 traduzem os valores máximos de uma das componentes horizontais do parâmetro velocidade eficaz de vibração, determinados analiticamente a partir dos registos temporais da velocidade de vibração registados durante as actividades da pedreira, ou da sua componente vertical quando esta apresenta valor superior, caso em que estão assinalados por "(v)".

Quadro 4.37 - Valor máximo v_R e valor eficaz v_{ef} da velocidade de vibração (Setembro 2010)

Medição Acústica	Receptor	v_R [mm/s]	Valor eficaz (RMS), v_{ef} [mm/s] [1]
M1	R1	0,01	0,005
M2	R2	0,01	0,005

[1] - Valores correspondentes à componente horizontal, excepto se assinalado com (v), casos em que os valores apresentados correspondem à componente vertical.

De acordo com a normalização aplicável (exposta atrás) e com base nas informações disponíveis acerca dos valores a adoptar para os coeficientes α, β e γ para determinação do parâmetro vL, os valores limite da velocidade de vibração a considerar são vL ≤ 20 mm/s(1) para todos os receptores em apreço.

(1) - Considerando α=2; β=1; γ=1, de acordo com os Quadros 1, 2 e 3 da *NP 2074, 1983.*

Os resultados das medições efectuadas, apresentados atrás no Quadro IV, permitem concluir que os níveis vibráticos que afectam actualmente os edifícios mais expostos correspondem a efeitos *"praticamente nulos"* (v_{ef} < 3,5 mm/s) de acordo com os critérios do L.N.E.C. relativos a danos em edificações, e cumprem com boa margem de segurança os limites estabelecidos na normalização aplicável a vibrações em edifícios (*NP 2074, 1983*), mesmo para as condições mais exigentes ($v_L \leq 20$ mm/s).

Por outro lado, e de acordo com os critérios adoptados pelo L.N.E.C. relativos à incomodidade provocada nos ocupantes dos edifícios por vibrações, os estímulos apercebidos caracterizados pelo parâmetro *valor eficaz da velocidade de vibração,* v_{ef} *(mm/s),* correspondem a sensação *"nula"* (v_{ef} < 0,11 mm/s) para todos os receptores analisados

4.7.6 Evolução Previsível da Situação Actual na Ausência de Projecto

O cenário denominado por "Alternativa Zero" representa a "não concretização do projecto", consistindo na evolução das condições acústicas actuais sem a exploração da pedreira em profundidade, pelo que depende essencialmente da quantidade de material existente (granito) à profundidade de exploração corrente e da velocidade de extracção desse mesmo material.

Neste contexto, é lícito considerar que a curto/médio prazo, as condições de exploração da pedreira serão idênticas às que se verificam actualmente, sendo previsível que os níveis sonoros do ruído particular e os níveis vibrátivos das operações desenvolvidas sejam idênticos aos observados actualmente.

No entanto, a longo prazo, e na ausência de exploração da pedreira em profundidade, poderá ocorrer o encerramento da actividade extractiva, a que corresponderá a cessação do ruído particular e estímulos vibráticos gerados, quer pelas actividades de extracção e transformação (máquinas/equipamentos fixos e móveis, perfuradoras, martelos pneumáticos, máquinas de cubos, entre outros), quer pela circulação e movimentação de máquinas/equipamentos de carregamento e transporte (retroescavadoras, dumpers, pás carregadoras, camiões, entre outros).

NOTA:

α = 2, para "rochas e solos coerentes rijos";

β = 1, para "construções correntes";

γ = 1, dado que em todos os locais ocorrem menos de 3 solicitações por dia.