

RELATÓRIO TÉCNICO

ESTUDO DE DISPERSÃO DE POLUENTES ATMOSFÉRICOS

PROJETO DE AMPLIAÇÃO DA PEDREIRA N.º 6201 “REI MOURO”



MONITAR
engenharia do ambiente

1	INTRODUÇÃO	3
2	RECETORES SENSÍVEIS CONSIDERADOS.....	3
3	MASSAS DE AR PREDOMINANTES	5
4	EMISSÕES ASSOCIADAS A MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS.....	6
5	CIRCULAÇÃO DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS EM VIAS NÃO PAVIMENTADAS	7
6	EMISSÕES POR EROÇÃO DO VENTO EM ÁREAS DECAPADAS E DE DEPÓSITO DE STOCKS	9
7	EMISSÕES DO MOTOR DE COMBUSTÃO POR VEÍCULOS DE EXPEDIÇÃO.....	10
8	MODELAÇÃO DA QUALIDADE DO AR.....	11
9	BIBLIOGRAFIA.....	18

1 INTRODUÇÃO

A laboração da futura área de pedreira, será, tal como se verifica atualmente, uma fonte de diversos poluentes atmosféricos, nomeadamente PM₁₀, CO e NO_x sendo, no entanto, as PM₁₀ o poluente que potencialmente será emitido em maior quantidade, resultado das operações associadas às diversas ações previstas (*vide* Tabela 1).

Tabela 1: Resumo das principais ações previstas nas fases de preparação, exploração e recuperação.

Ação	Fase de preparação	Fase de exploração	Fase de recuperação
Circulação de veículos e maquinaria pesada	X	X	X
Movimentos de terras (desmatção, decapagem e escavação)	X		
Depósito temporário de materiais de terras	X		X
Desmonte e remoção de matéria-prima		X	
Transformação de matéria-prima		X	
Movimentos de terras (modelação de terrenos)			X
Sementeira e plantação de zonas verdes			X

A produção, os processos e técnicas associados à lavra e transformação da matéria-prima serão idênticos aos existentes atualmente, sendo as alterações associadas, essencialmente, à movimentação da frente de desmonte.

No entanto, o presente estudo pretende estimar as concentrações de poluentes resultantes da normal atividade da pedreira, recorrendo a um modelo de dispersão Gaussiano. Para elaboração do modelo, foi utilizado o software comercial IMMI (Wölfel Meßsysteme).

2 RECETORES SENSÍVEIS CONSIDERADOS

Relativamente à proximidade das povoações à área do projeto, num raio de 3 km, verifica-se a existência de oito aglomerados populacionais:

- a norte localiza-se a localidade de Eirado (cujas habitações mais próximas da área do projeto se localizam a cerca de 830 m);
- a nordeste encontra-se a localidade de Carapito (cujas habitações mais próximas da área do projeto se localizam a cerca de 1 250 m);
- a sul localiza-se a localidade de Urgueira (cujas habitações mais próximas da área do projeto se localizam a cerca de 1 500 m);
- a su-sudoeste localiza-se a localidade de Moreira (cujas habitações mais próximas da área do projeto se localizam a cerca de 1 760 m);

- a sudoeste localiza-se a Quinta da Cabreira (cuja habitação mais próxima da área do projeto se localiza a cerca de 1 885 m);
- a nor-nordeste localiza-se a localidade de Antela (cuja habitação mais próxima da área do projeto se localiza a cerca de 2 150 m);
- a norte localiza-se a localidade de Carregais (cuja habitação mais próxima da área do projeto se localiza a cerca de 2 450 m);
- a nor-nordeste localiza-se a localidade de Barranha (cuja habitação mais próxima da área do projeto se localiza a cerca de 2 750 m).

No presente estudo é efetuada a estimativa da contribuição da exploração em análise para as concentrações de poluentes nas habitações de Carapito, a este (designada de AR1 aquando da caracterização de referência), nas habitações de Eirado (AR2), a norte e nas habitações de Urgueira (AR3), localizadas a su-sudeste (vide Figura 1).

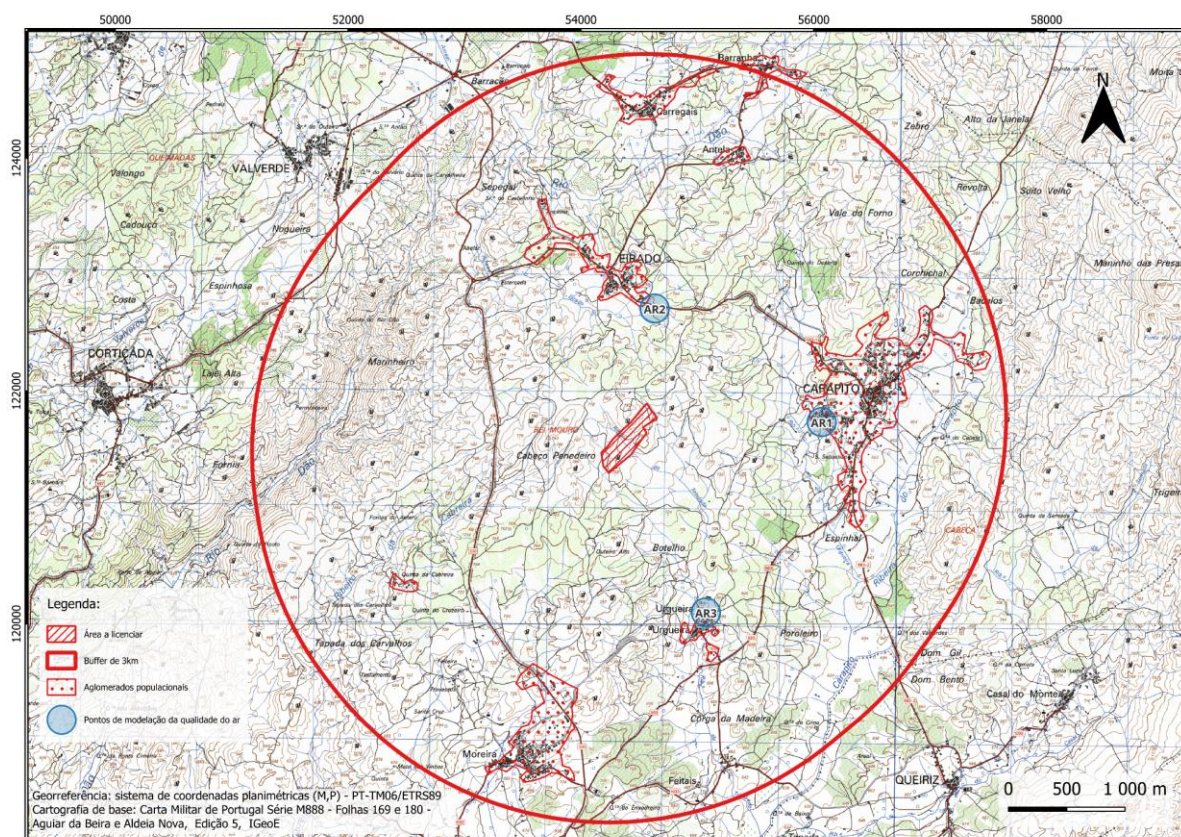


Figura 1: Localização dos aglomerados populacionais, dos recetores sensíveis considerados na envolvente do projeto e dos pontos de modelação da qualidade do ar.

3 MASSAS DE AR PREDOMINANTES

Para a caracterização do regime de ventos da área em estudo foram consultadas as fontes de informação meteorológica disponíveis para a região envolvente. Atendendo à inexistência de séries temporais longas e contínuas de velocidade e direção do vento em estações meteorológicas localizadas na proximidade imediata do projeto, recorreu-se às Normais Climatológicas do período 1998 e 2022 da estação meteorológica de “Viseu - Centro Coordenador” por constituir a estação com registos históricos consolidados e validados pelo IPMA para a região (*vide* Figura 2).

Na região de Viseu, o vento apresenta um perfil muito variável, no entanto sopra com maior frequência dos quadrantes NE, W e NW. As velocidades médias do vento registadas podem-se considerar fracas, situando-se, em média, entre os 8,8 e os 18,1 km/h, com 1,8% de calmas.

Verifica-se que as direções predominantes das massas de ar, obtidas pelos dados da estação de Viseu (nordeste, oeste e noroeste) não são favoráveis à propagação de poluentes atmosféricos no sentido dos aglomerados populacionais de Moreira, Carapito e Urgueira, respetivamente.

Salienta-se que a modelação, para além de ter sido realizada para as condições médias observadas na estação meteorológica de “Viseu - Centro Coordenador” foi também realizada para cenários críticos, assumindo condições de transporte direto dos poluentes para cada um dos recetores sensíveis considerados. Desta forma, os resultados obtidos refletem não apenas as condições meteorológicas médias regionais, mas também situações conservativas de dispersão atmosférica potencialmente mais desfavoráveis.

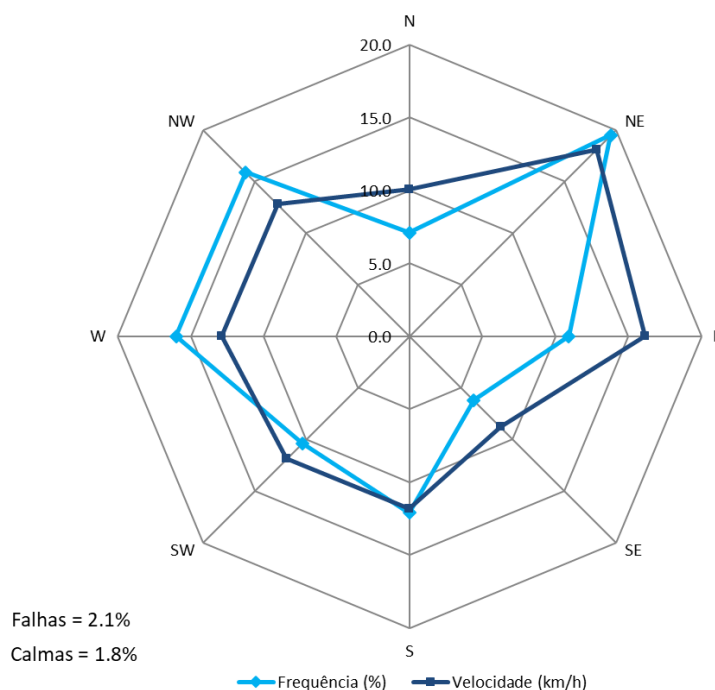


Figura 2: Rosa-dos-ventos – Viseu - Centro Coordenador – 1998 e 2022 (Fonte: IPMA).

4 EMISSÕES ASSOCIADAS A MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS

Para efeitos de modelação, as máquinas e equipamentos passíveis de emitir poluentes atmosféricos, utilizadas nas diferentes fases de preparação, exploração e recuperação foram consideradas as atuais e são apresentadas na Tabela 2.

As máquinas e equipamentos devem respeitar a legislação específica que define os valores limite de emissão de poluentes gasosos e de partículas a emitir pelos motores de combustão interna. O Decreto-Lei n.º 50/2019, de 16 de abril, assegura a execução na ordem jurídica interna do disposto no Regulamento (UE) 2016/1628 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 14 de setembro, que estabelece os requisitos respeitantes aos limites de emissão de gases e partículas poluentes e à homologação de motores de combustão interna para máquinas móveis não rodoviárias, que altera os Regulamentos (UE) n.º 1024/2012, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 25 de outubro, e (UE) n.º 167/2013, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 5 de fevereiro, e que revoga a Diretiva 97/68/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 16 de dezembro. Relativamente ao tipo de máquinas e equipamentos, dotados de motor a combustão de potência útil igual ou superior 56 kW, passíveis de emitir poluentes atmosféricos, previstos para as diferentes fases de preparação, exploração e recuperação, são as constantes da Tabela 2.

Tabela 2: Máquinas/equipamentos dotados de motor a combustão de potência útil igual ou superior 56 kW utilizados nas diferentes fases de preparação, exploração e recuperação.

Equipamento	Marca	Modelo	Potência (kW)
Pá Carregadora	Volvo	L350F	403
Pá Carregadora	Volvo	L180C	201
Giratória	Hitachi	ZX350LC-3	205
Perfuradora	Komatsu	PC240NLC	143
Gerador	Atlas Copco	QAS 250	366

Na impossibilidade de determinar as emissões específicas de cada máquina/equipamento, os fatores de emissão de poluentes atmosféricos utilizados na avaliação de impacto são baseados nos valores limite das emissões (à saída do motor, sem considerar qualquer dispositivo de pós-tratamento do escape) constantes do Regulamento (UE) 2016/1628 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 14 de setembro (*vide* Tabela 3).

Tabela 3: Valores das emissões de CO, NO_x e de partículas totais (PT) máximos para motores de ignição por compressão que funcionem a uma velocidade não constante, Regulamento (UE) 2016/1628.

Potência útil (kW)	CO (g/kWh)	NO _x (g/kWh)	PT ¹ (g/kWh)
P > 560	3,5	3,5	0,045
130 ≤ P < 560	3,5	0,4	0,015
56 ≤ P < 130	5	0,4	0,015

¹PT – Partículas totais.

Tendo como base os fatores de emissão e a potência da máquina ou equipamento utilizado estimaram-se as emissões de CO, NO_x e partículas totais (PT) (*vide* Tabela 4).

Tabela 4: Estimativa de emissão de poluentes atmosféricos das máquinas e equipamentos a utilizar para as fases de preparação, exploração e recuperação.

Equipamento	Marca	Modelo	Potência (kW)	CO (g/h)	NO _x (g/h)	PT ¹ (g/h)
Pá Carregadora	Volvo	L350F	403	1411	161	6
Pá Carregadora	Volvo	L180 C	201	704	80	3
Giratória	Hitachi	ZX350LC-3	205	718	82	3
Perfuradora	Komatsu	PC240NLC	143	501	57	2
Gerador	Atlas Copco	QAS 250	366	1281	146	5

¹PT – Partículas totais.

Para além das emissões resultantes do funcionamento do motor existem emissões de partículas resultantes da laboração das máquinas (*e.g.* circulação, destaque, furação, corte, carregamento, arrastamento, percussão). As emissões associadas à laboração são muito dependentes da tarefa específica e não existem fatores de emissão para todas elas. As partículas geradas pelo destaque, furação, corte, carregamento, arrastamento, percussão são maioritariamente grosseiras (diâmetro aerodinâmico superior a 10 µm) não sendo transportadas a longas distâncias. As emissões relacionadas com a circulação de máquinas e equipamentos em vias não pavimentadas da área de pedreira é abordada no ponto seguinte.

5 CIRCULAÇÃO DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS EM VIAS NÃO PAVIMENTADAS

O percurso das partículas entre o local de emissão e o local de deposição depende da sua dimensão, da sua densidade, do tipo de solo das zonas envolventes e das características do vento. Tipicamente, a distância percorrida pelas partículas, com ventos de velocidade média (16 km/hora), é de 6-9 metros para partículas de dimensão superior a 100 µm e de algumas dezenas de metros, para partículas de dimensões entre 30 a 100 µm. As partículas finas, nomeadamente de diâmetro inferior a 10 µm, mantêm-se suspensas durante períodos de tempo mais longos, pelos fenómenos de turbulência da atmosfera, podendo alcançar maiores distâncias (EPA, 1995).

Quando um veículo circula numa via não pavimentada, o contacto do pneumático com pavimento provoca a pulverização do material superficial. As partículas são suspensas pelo movimento dos rodados do veículo e a superfície da via é exposta a correntes de ar em movimento turbulento. A esteira provocada pelo veículo em movimento continua a atuar sobre a superfície após a passagem do veículo. A quantidade de partículas geradas por segmento de via não pavimentada varia linearmente com o volume de tráfego. As emissões dependem das características do solo e das características do tráfego. As emissões de partículas variam ainda em função do conteúdo em partículas de diâmetro aerodinâmico inferior a 75 µm presentes no material superficial da via (EPA, 2006).

As emissões de partículas para veículos a circular em vias não pavimentadas, considerando o piso seco e zonas industriais, podem ser estimadas com base em fatores de emissão obtidos na literatura, como por exemplo pela seguinte equação (EPA, 2006).

$$E = k \left(\frac{s}{12} \right)^a \left(\frac{W}{3} \right)^b$$

E – fator de emissão g/kpv (gramas por quilómetro percorrido por veículo);

s – conteúdo em partículas de diâmetro aerodinâmico inferior a 75 µm presentes no material superficial da via (%);

k, a, b – constantes empíricas;

W – peso do veículo (ton).

Tendo em consideração a inexistência de informação relativa ao conteúdo em partículas de diâmetro aerodinâmico inferior a 75 µm presentes no material superficial da via, o valor considerado foi de 5% com base na bibliografia (EPA, 2006). Com base na equação anterior, aplicando o valor das constantes da bibliografia (Tabela 5) e os dados relativos às máquinas utilizadas para a extração e transporte da matéria-prima (Tabela 6), realizou-se uma estimativa de emissões de partículas provocadas pelo tráfego que circula em vias não pavimentadas no interior da pedreira aquando da extração e transporte da matéria-prima, *vide* Tabela 7.

Tabela 5: Valor das constantes da equação utilizada para estimar as emissões de partículas para veículos a circular em vias não pavimentadas (EPA, 2006).

Constante	
k (g/vkp)	422,8
a	0,90
b	0,45

Tabela 6: Estimativa de emissões de partículas provocadas pelo tráfego que circula em vias não pavimentadas.

Equipamento	Marca	Modelo	Peso aproximado com carga (ton)	km percorridos por veículo por hora
Pá Carregadora	Volvo	L350F	56	3
Pá Carregadora	Volvo	L180 C	27,5	3
Giratória	Hitachi	ZX350LC-3	35	0,5
Perfuradora	Komatsu	PC240NLC	27,5	0,5

Tabela 7: Estimativa de emissões de partículas provocadas pelo tráfego que circula em vias não pavimentadas na fase de exploração.

Equipamento	Marca	Modelo	Emissões de PM (g/h)
Pá Carregadora	Volvo	L350F	2153
Pá Carregadora	Volvo	L180 C	1563
Giratória	Hitachi	ZX350LC-3	290
Perfuradora	Komatsu	PC240NLC	261

6 EMISSÕES POR EROÇÃO DO VENTO EM ÁREAS DECAPADAS E DE DEPÓSITO DE STOCKS

Na ausência de fatores de emissão específicos diretos para explorações de granito em Portugal, a quantificação das emissões de partículas resultantes da ação erosiva do vento sobre as áreas decapadas e zonas de depósito de estéreis foi efetuada com base nas metodologias da United States Environmental Protection Agency (US EPA). De acordo com a secção 11.9 "Western Surface Coal Mining" do guia AP-42 (EPA, 1998), a Tabela 11.9-4 estabelece um fator de emissão para a erosão do vento de áreas expostas ("Wind erosion of exposed areas") de 0,85 Mg/ha/ano aplicável a Partículas Totais em Suspensão (PTS).

Uma vez que o guia da EPA não define diretamente a fração respirável para esta fonte específica, adotou-se uma abordagem conservadora assumindo que a fração de PM₁₀ representa 50% das emissões de PTS. A adoção deste pressuposto conduz a uma estimativa conservadora das emissões, assegurando que os resultados da modelação não subestimam o potencial contributo da exploração para as concentrações de PM₁₀ nos recetores sensíveis.

Consequentemente, o fator de emissão para PM₁₀ nestas superfícies é estimado em 0,425 ton/ha/ano.

Para efeitos de introdução no modelo de dispersão atmosférica, e considerando que as áreas expostas estão sujeitas à ação do vento de forma contínua (365 dias por ano, 24 horas por dia), procedeu-se à conversão deste valor para uma taxa de emissão mássica por unidade de área e de tempo (g/m²/h). A formulação aplicada foi a seguinte:

$$FE(erosão) = \frac{E_{PM_{10}} \times 10^6}{A \times t}$$

Onde:

- $FE(erosão)$ = Fator de emissão introduzido no modelo ($g/m^2/h$);
- A = Fator de conversão de hectares para metros quadrados ($10\,000\,m^2/ha$);
- t = Número de horas num ano civil comum ($365 \times 24 = 8\,760\,h/ano$).

Aplicando os dados à equação, obtém-se o fator de emissão contínuo:

$$FE(erosão) = \frac{0,425 \times 10^6}{10\,000 \times 8\,760} = 0,00485 \frac{g}{m^2 \cdot h}$$

Este valor de $0,00485\,g/m^2/h$ foi o fator de emissão assumido para modelar a taxa de emissão contínua de partículas na sua fração PM_{10} na área decapada que, de forma conservadora, foi considerada toda a área intervencionada na situação futura (áreas de exploração, parques de stock e produto acabado, escombreyras e pargas) numa área aproximada de $64\,421\,m^2$.

7 EMISSÕES DO MOTOR DE COMBUSTÃO POR VEÍCULOS DE EXPEDIÇÃO

A circulação de veículos com a finalidade de cargas, descargas e expedição no caminho de acesso à pedreira apresenta um contributo negativo nos níveis da qualidade do ar junto dos recetores sensíveis. A previsão das emissões de CO , NO_2 e PM_{10} foi elaborada assumindo a produção máxima distribuída pelos 252 dias úteis do ano considerando o principal destino das cargas (aproximadamente 90%) a zona industrial de Telões em Vila Pouca de Aguiar, sendo a principal via de escoamento de material a A24, isto é, o escoamento é efetuado pela ER330 em direção a Aguiar da Beira, seguidamente é utilizada a EN229 em direção a Moimenta da Beira e a EN226 até entrada da autoestrada A24 até Telões, num trajeto de, aproximadamente 115 km.

A estimativa de passagens foi efetuada considerando uma previsão da produção média anual de $7\,000\,m^3/ano$, correspondendo aproximadamente a 778 cargas de $9\,m^3$ por veículo (carga média aproximada).

Ainda, e considerando que as cargas são efetuadas com recurso às mais variadas marcas e modelos de camião, achou-se pertinente definir para este cenário, uma tipologia genérica de camião, um Articulado 20 - 28t. O número de passagens de veículos por hora estimado para o trajeto encontra-se apresentado na Tabela 8.

Tabela 8: Estimativa de passagens previstas para cargas, descargas e expedição de material consideradas.

Veículo	n.º de cargas/ano	n.º de passagens/ano	n.º de passagens/hora ^a
Articulado 20 - 28t	778	1556	0,77

^a Tráfego médio horário calculado de acordo com os dias de trabalho previstos por ano e as horas de trabalho diárias previstas (8 horas/dia).

Os fatores de emissão utilizados foram obtidos por aplicação da metodologia proposta no Guia “EMEP/EEA emission inventory guidebook 2023 – Update 2025 - Part B - 1.A.3.b.i-iv: Exhaust emissions from road transport” (2025) e são apresentados na Tabela 9.

Tabela 9: Fatores de emissão de CO, NO_x e PM₁₀ considerados para os veículos utilizados nas cargas, descargas e expedição.

Fatores de emissão considerados (g/km)									
Veículo	Combustível	Segmento	Euro standard	Inclinação	Carga	Velocidade (km.h ⁻¹)	CO	NO _x	PM ₁₀
Camião	Diesel	Articulado 20 - 28t (DPF+SCR)	Euro VI A/B/C	0%	50% ⁽¹⁾	50	0,213	0,548	0,012

⁽¹⁾ Considerada uma carga de 0% nas viagens de ida e 100% nas viagens de expedição, o que se reflete numa carga média estimada de 50%.

8 MODELAÇÃO DA QUALIDADE DO AR

Na estimativa das concentrações de poluentes resultantes da normal atividade da pedreira foi utilizado modelo de dispersão Gaussiano para fontes pontuais e fontes em linha com os seguintes pressupostos (Turner, 1994):

- o caudal mássico de emissão do poluente é contínuo e não varia com o tempo; durante o transporte de poluentes entre a fonte e o recetor;
- a massa emitida pela fonte mantém-se na atmosfera, ou seja, nenhum material é removido por reação química, por sedimentação, por gravidade ou por impacto turbulento;
- as condições meteorológicas são constantes com o tempo, entre a fonte e o recetor;
- o perfil de concentração média no tempo (sobre uma hora) a qualquer distância na direção transversal e horizontal (perpendicular ao percurso de transporte) é bem representado por uma distribuição Gaussiana.

O modelo permite ao utilizador definir os parâmetros meteorológicos, o tipo de fonte e respetivo fator de emissão e as posições dos recetores.

Para a modelação da qualidade do ar foram considerados os seguintes pressupostos para um cenário pessimista em termos de poluição atmosférica:

- as vias em que se movimentam as máquinas na área de pedreira se encontram secas;
- as emissões de máquinas e equipamentos imediatamente à saída do motor não consideram qualquer dispositivo de pós-tratamento do escape (com exceção dos camiões de transporte cujo pós-tratamento foi considerado no modelo);

- o funcionamento contínuo dos equipamentos durante toda a jornada de trabalho, o que não acontece numa situação real;
- Relativamente ao poluente NO₂ foi considerada uma percentagem média de NO₂ nas emissões de NO_x de 10%, em linha com as indicações do Guia “EMEP/EEA emission inventory guidebook 2013 – Part B - 1.A.3.b.i-iv: Exhaust emissions from road transport” (Ntziachristos e Samaras, 2013);
- Relativamente às partículas PM₁₀ e na ausência de fatores de emissões específicos em alguns dos casos, foi considerado o pior cenário, isto é, um somatório das partículas PM_{ne} e PM_e e conversão total em PM₁₀, com exceção da ação erosiva do vento onde se considerou um teor de 50% de PM₁₀.

Para elaboração do modelo, foi utilizado o software comercial IMMI (Wölfel Meßsysteme).

Os fatores de emissão, utilizados na modelação, calculados nos pontos anteriores, encontram-se descritos na Tabela 10.

Tabela 10: Fatores de emissão utilizados na modelação.

Motor a combustão e Circulação em vias não pavimentadas			
Máquinas e equipamentos	CO (g/h)	NO ₂ (g/h)	PM ₁₀ (g/h)
Pá Carregadora - Volvo L350F	1411	16	2159
Pá Carregadora - Volvo L180C	704	8	1566
Giratória - Hitachi ZX350LC-3	718	8	294
Perfuradora - Komatsu PC240NLC	501	6	263
Gerador - Atlas Copco	1281	15	5
Circulação de camiões nas vias pavimentadas			
	CO (g/km)	NO ₂ (g/km)	PM ₁₀ (g/km)
Camião típico de expedição	0,164	0,042	0,009
Áreas decapadas e stocks			
			PM ₁₀ (g/m ² /h)
Ação erosiva do vento			0,00485

A modelação foi realizada para um cenário normal e um cenário crítico relativamente à direção do vento. O cenário designado por normal pretende estimar as concentrações dos poluentes para a velocidade e direção do vento média. A direção e velocidade do vento consideradas na modelação do cenário normal foram as médias anuais por sector de direção registadas na estação meteorológica de “Viseu - Centro Coordenador”. Considerou-se, também, uma estabilidade atmosférica “Muito estável” (classe TaLuft - I) e o tempo seco (sem ocorrência de precipitação).

O cenário crítico teve como objetivo estudar uma situação muito desfavorável em termos de condições meteorológicas, ou seja, o vento a transportar os poluentes na direção dos recetores mais próximos.

A estimativa da contribuição da exploração em análise para as concentrações de poluentes nas habitações de Carapito (AR1), nas habitações de Eirado (AR2) e nas habitações de Urgueira (AR3) são apresentadas na Tabela 11.

Tabela 11: Estimativa da contribuição da exploração em análise para as concentrações de poluentes na habitação mais expostas, obtidas através de modelação.

Local	Cenário	CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	NO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM ₁₀ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Observações
AR1 Carapito	Normal	2,08	0,02	1,93	Normal climatológica de Viseu 1998 e 2022
	Crítico	11,78	0,13	10,95	Predominante de Oeste
AR2 Eirado	Normal	2,99	0,03	2,77	Normal climatológica de Viseu 1998 e 2022
	Crítico	17,87	0,20	16,60	Predominante de Sul
AR3 Urgueira	Normal	2,43	0,03	2,26	Normal climatológica de Viseu 1998 e 2022
	Crítico	15,59	0,18	14,58	Predominante de Nor-Noroeste

Quer para o cenário normal, quer para o cenário crítico, a estimativa da contribuição da exploração em análise para a concentração de CO e NO₂ no ar ambiente é vestigial quando comparada com o valor limite para a proteção da saúde humana para o CO (10 mg/m³, máximo diário das médias de oito horas) e para o NO₂ (40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, média anual ou 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, valor horário a não exceder mais de 18 vezes por ano civil). Relativamente à contribuição da exploração em análise para a concentração de PM₁₀ é muito reduzida comparativamente com o valor limite para a proteção da saúde humana para as PM₁₀ (40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, média anual ou 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, valor diário a não exceder mais de 35 vezes por ano civil).

Tendo em consideração os resultados calculados para os recetores definidos, apresentam-se, de seguida, os mapas de dispersão apenas para as PM₁₀. Esta opção metodológica fundamenta-se na natureza das operações da pedreira, cujos processos mecânicos geram material particulado como poluente dominante. Em contraponto, as emissões de poluentes gasosos (tais como NO₂ ou CO), associadas predominantemente à exaustão de motores de combustão, apresentam uma expressão mássica e espacial marginal no balanço global da exploração. Consequentemente, as PM₁₀ assumem-se como o poluente crítico e limitante neste contexto; a avaliação do seu comportamento dispersivo é o indicador mais representativo para caracterizar o impacto atmosférico do projeto.

Da Figura 3 à Figura 6 apresentam-se os mapas de dispersão de partículas PM₁₀ obtidos para os diversos cenários considerados.

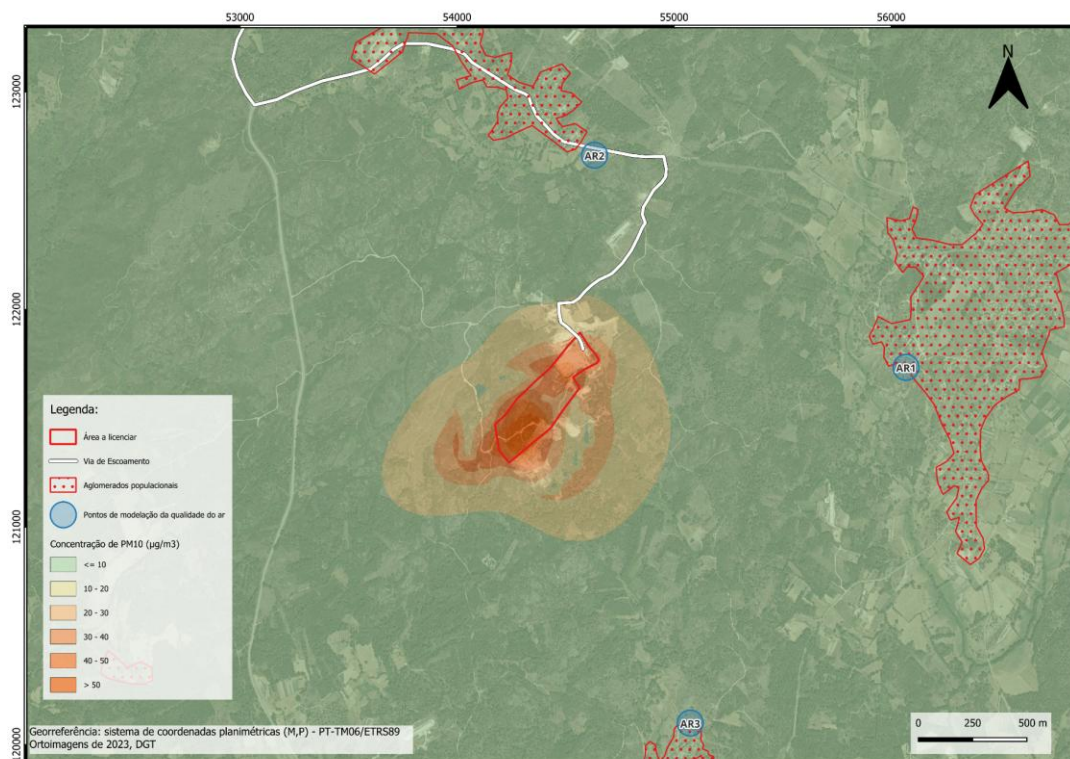


Figura 3: Mapa de dispersão de partículas PM₁₀ obtido para o cenário normal.

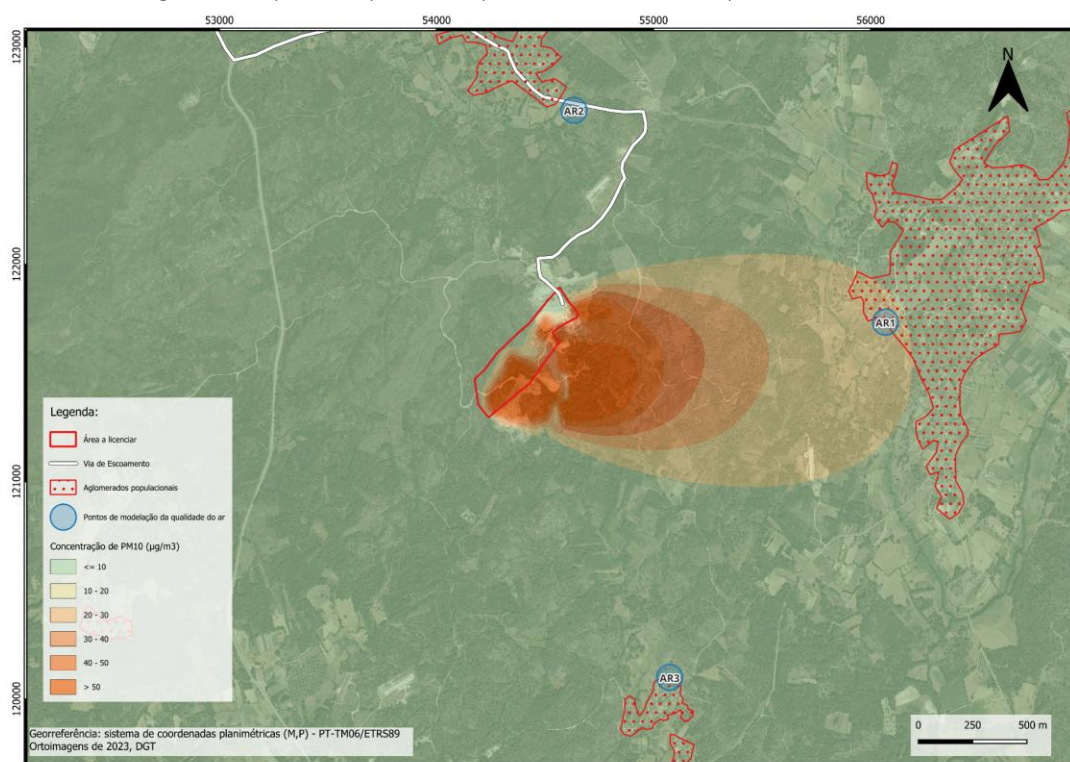


Figura 4: Mapa de dispersão de partículas PM₁₀ obtido para o cenário crítico para a povoação de Carapito.

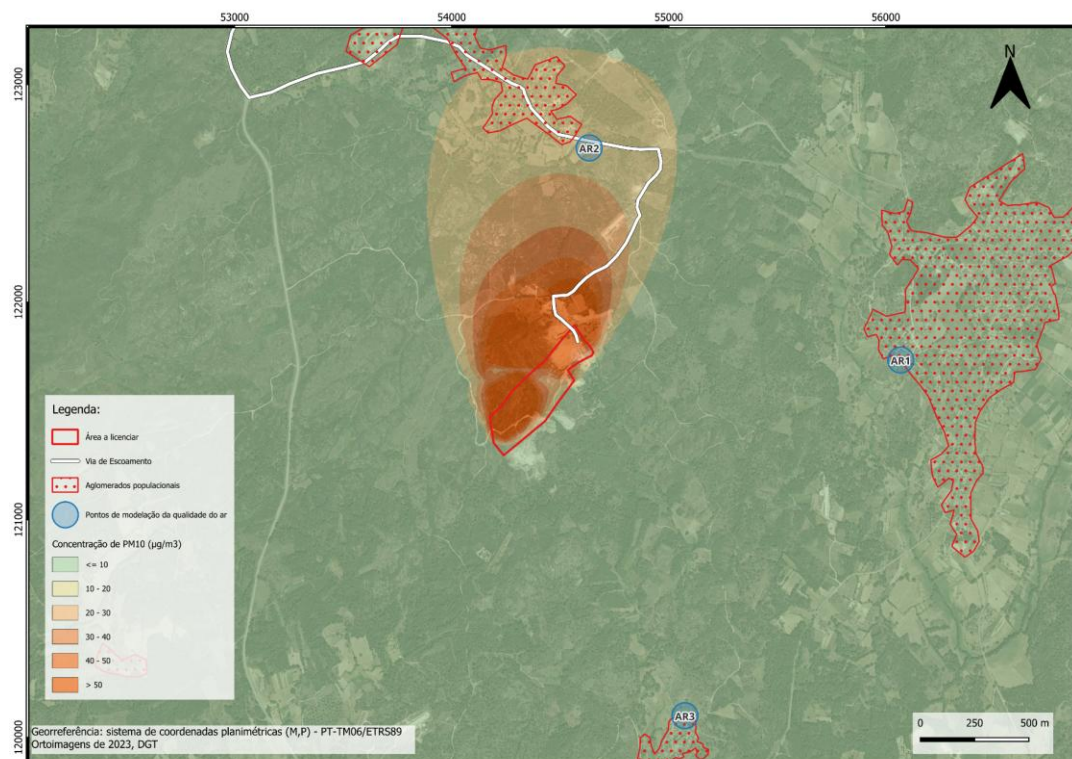


Figura 5: Mapa de dispersão de partículas PM₁₀ obtido para o cenário crítico para a povoação de Eirado.

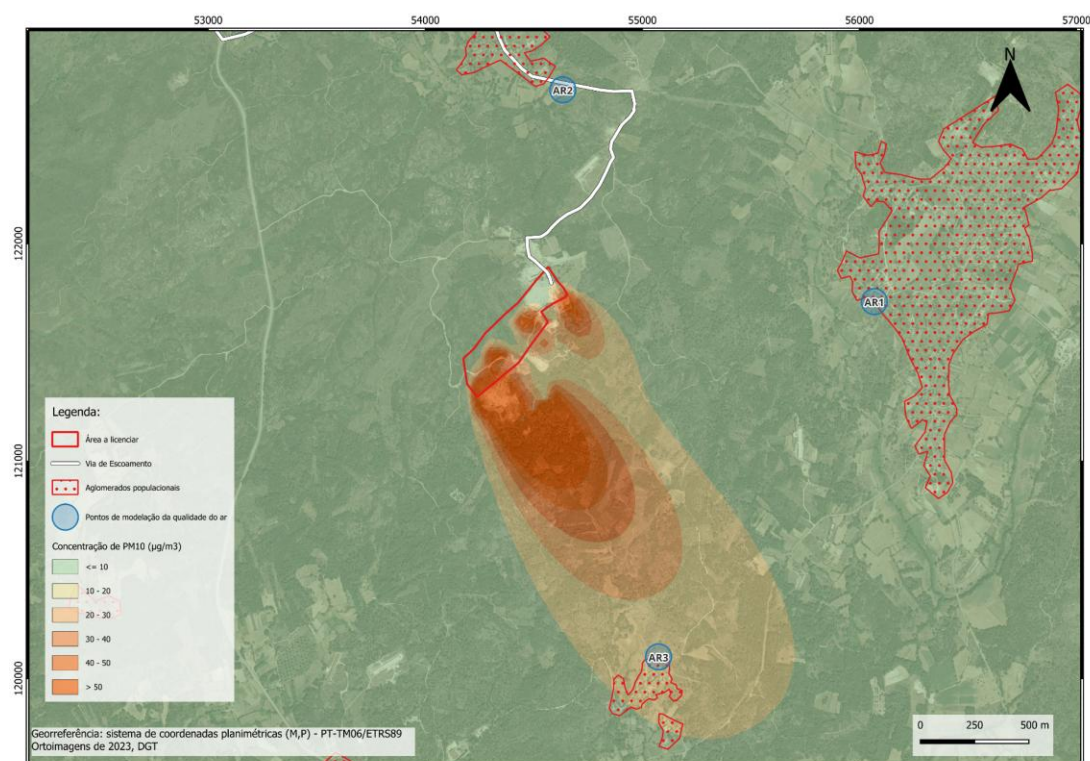


Figura 6: Mapa de dispersão de partículas PM₁₀ obtido para o cenário crítico para a povoação de Urgueira.

Salienta-se, no entanto, que quer os fatores de emissão considerados quer o modelo Gaussiano têm uma incerteza elevada.

Em conformidade com a metodologia de cálculo adotada e aplicando os respetivos fatores de emissão, procedeu-se à quantificação da carga poluente anual associada às partículas (PM₁₀). Na Tabela 12 apresenta-se uma síntese das taxas de emissão anuais de PM₁₀ obtidas para as várias fontes associadas ao projeto.

Tabela 12: Síntese das Emissões.

Motor a combustão e Circulação em vias não pavimentadas			
Máquinas e equipamentos	PM ₁₀ (g/h)	Emissões anuais (ton/ano)	Observações
Pá Carregadora - Volvo L350F	2159	4,35	Considerando a laboração durante 8 h/dia e um funcionamento 252 dias/ano.
Pá Carregadora - Volvo L180C	1566	3,16	
Giratória - Hitachi ZX350LC-3	294	0,59	
Perfuradora - Komatsu PC240NLC	263	0,53	
Gerador - Atlas Copco	5	0,01	
Circulação de camiões nas vias pavimentadas			
	PM ₁₀ (g/km)	Emissões anuais (ton/ano)	Observações
Camião típico de expedição	0,009	0,00026	Considerando o principal destino das cargas (aproximadamente 90%) a zona industrial de Telões, num trajeto de, aproximadamente, 115km e um funcionamento 252 dias/ano.
Áreas decapadas e stocks			
	PM ₁₀ (g/m²/h)	Emissões anuais (ton/ano)	Observações
Ação erosiva do vento	0,00485	2,74	Considerando uma área decapada de 64421m² expostas à erosão pelo vento durante 365 dias por ano e 24 horas por dia.

É possível concluir que projeto em estudo contribuirá para as emissões de poluentes atmosféricos, principalmente partículas. No entanto, e uma vez que a contribuição da exploração em análise para as concentrações de poluentes nas habitações mais expostas, obtidas através de modelação, são consideradas reduzidas, prevê-se que o impacto embora negativo e direto seja temporário, reversível e pouco significativo. O impacto será temporário e reversível, pois terminará após o tempo de vida do projeto e pouco significativo uma vez que não se prevê concentrações de partículas PM₁₀, observadas junto dos recetores sensíveis, superiores aos valores limite definidos no Decreto-Lei n.º 102/2010.

No entanto, poderão ocorrer episódios de poluição por partículas, associados a condições meteorológicas mais adversas do que as modeladas, como sejam ventos fortes e longos períodos sem ocorrência de precipitação, que promovam a suspensão de uma grande quantidade de partículas.

De igual forma, o impacte da implementação das medidas de recuperação paisagista na qualidade do ar prevê-se negativo, direto, temporário e pouco significativo. Prevê-se um impacte negativo pois a recuperação paisagista implica operações de modelação do terreno, plantações e sementeiras que terão emissões de partículas e gases de combustão (nomeadamente de óxidos de azoto). No entanto será temporário pois ocorrerá em curtos períodos de intervenção, a par dos trabalhos de extração, e devido às características da intervenção prevê-se que seja pouco significativo.

Após a implementação do Plano Ambiental e de Recuperação Paisagística prevê-se uma melhoria da qualidade do ar por cessação da exploração e por redução da área exposta à ação do vento sobre o solo.

9 BIBLIOGRAFIA

EPA. AP 42, Fifth Edition, Volume I Chapter 13: Miscellaneous Sources; 13.2: Introduction to Fugitive Dust Sources. 1995.

EPA. AP 42, Fifth Edition, Volume I Chapter 13: Miscellaneous Sources; 13.2.2: Unpaved roads. 2006.

EPA. AP-42: Fifth Edition, Volume I Chapter 11.9: Western Surface Coal Mining. 1998.

NPI. Emission Estimation Technique Manual for Mining, Version 3.1. National Pollutant Inventory, Australian Government, Department of Sustainability, Environment, Water, Population and Communities. 2012.

Turner D. B. “Atmospheric Dispersion Estimates”, Lewis publishers. 1994.



MONITAR

WWW.MONITAR.PT