

ESTUDO DE IMPACTE AMBIENTAL MINA DE CAULINO ROUSSA DE CIMA

FREGUESIA POMBAL/ CONCELHO DE POMBAL



MARÇO 2025

Apresentação dos pressupostos e dos cálculos intermédios efetuados na determinação das estimativas das emissões gasosas na situação futura.

Com base no descrito no relatório de síntese apresentado, os pressupostos para determinação das emissões gasosas na situação futura, tiveram em consideração os elementos constantes do projeto, nomeadamente o seu período de vida útil de 24 anos, com uma produção média anual de minério e massas minerais de 262 000 toneladas. Esta produção determina que a expedição seja de 6 veículos pesados por hora. A laboração decorrer entre as 8 h e as 17 h, com intervalo para o almoço das 13 h às 14 h.

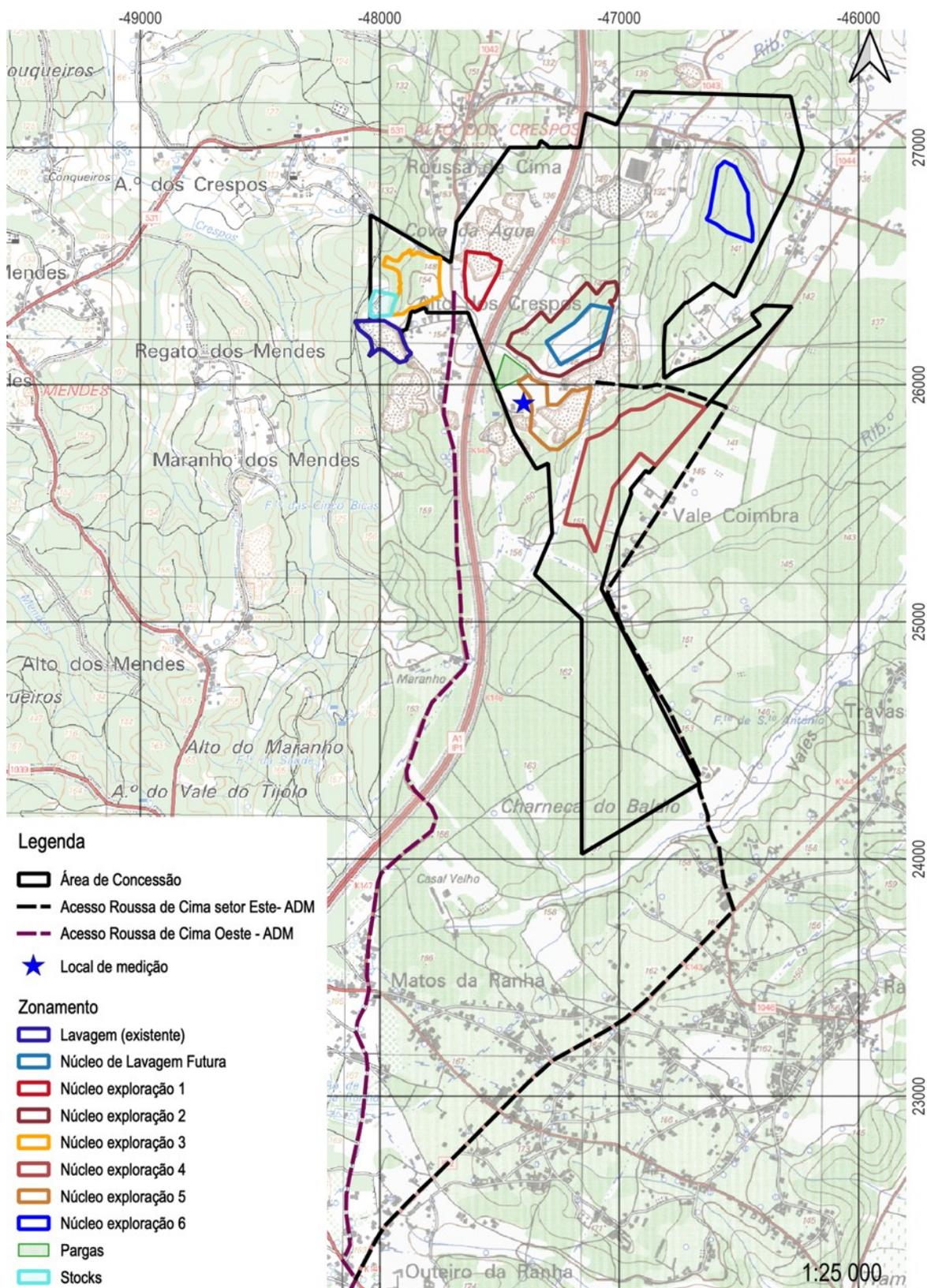
A análise dos impactes associados à emissão de partículas em suspensão geradas pelos trabalhos de exploração foi realizada através da quantificação do nível médio de concentração de partículas em suspensão em recetores próximos dos acessos e da à área de intervenção do projeto, tendo sido analisados dois cenários, que a seguir se descrevem (Figura 1 e Figura 2):

- Cenário 1: No decorrer da Fase L1A, com duração de 4 anos (Anos 1 – 4), onde estão previstos trabalhos no interior da área de escavação 1 e a laboração da atual lavagem. O acesso a utilizar nesta fase é o acesso Oeste.
- Cenário 2: No decorrer da Fase L3, com duração de 12 anos (Anos 9 – 21), onde estão previstos trabalhos no interior das áreas de escavação 4 e 5, a laboração da lavagem na nova localização. O acesso a utilizar nesta fase é o acesso Este.

A escolha destes cenários permitiu a avaliação dos trabalhos nas duas localizações previstas para a lavagem, e correspondem aos trabalhos mais próximos dos alvos sensíveis em cada uma das localizações da lavagem.

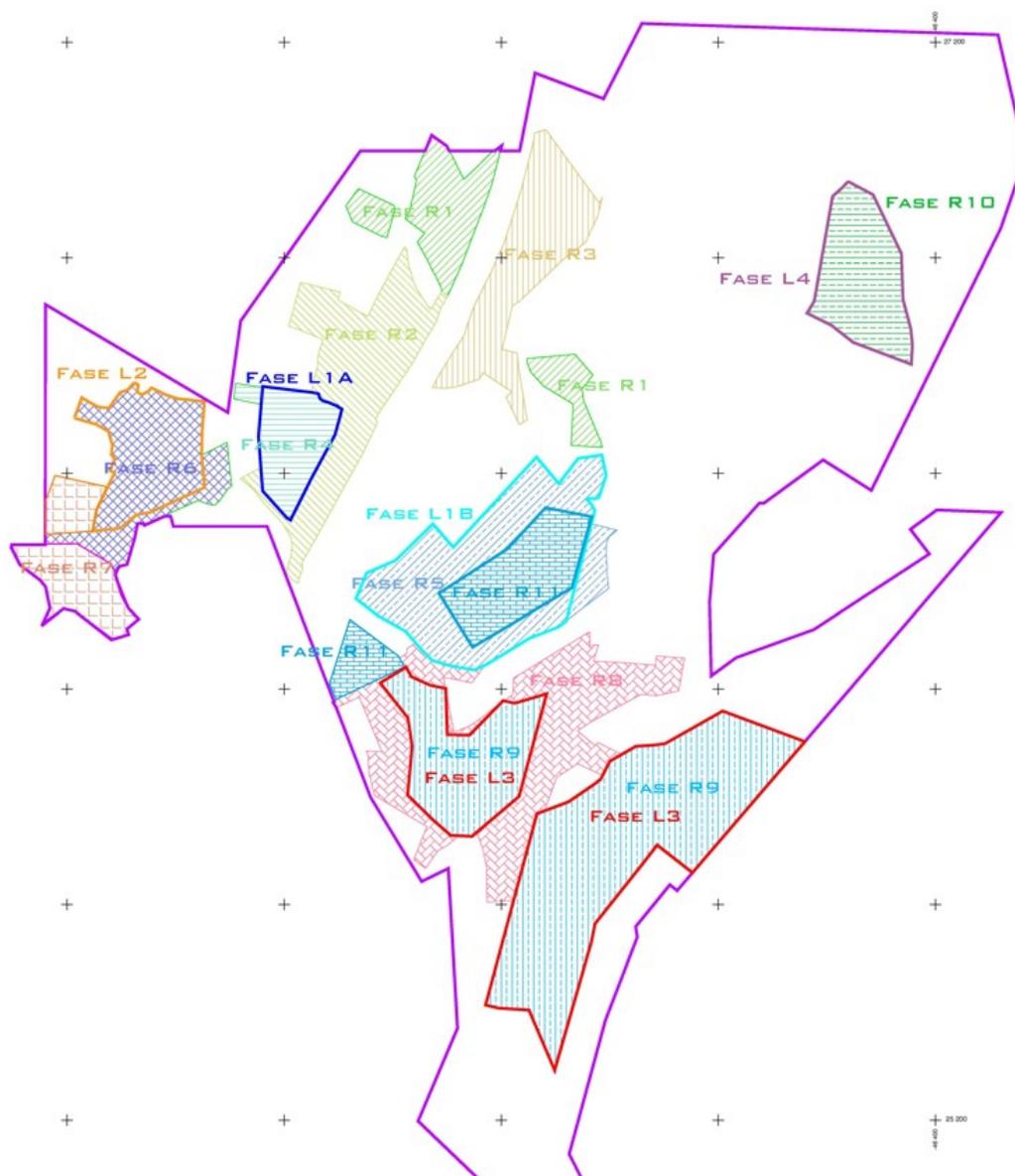
Para tal procedeu-se à determinação das emissões associadas aos trabalhos de exploração tendo por base os critérios propostos pela Agência Americana para o Ambiente (EPA) em “*Compilation of Air Pollutant Emission Factors (AP-42)*” (1995) aplicando-se as metodologias previstas nos seguintes capítulos:

- 13.2.1 - *Paved roads* - onde é descrita a metodologia a utilizar para o cálculo das taxas de emissão de vias de acesso pavimentadas;
- 13.2.2 - *Unpaved roads* - onde é descrita a metodologia a utilizar para o cálculo das taxas de emissão de vias de acesso não pavimentadas;
- 13.2.5 - *Industrial Wind Erosion* - onde é descrita a metodologia a utilizar para o cálculo das taxas de emissão associadas à erosão eólica em áreas desmatadas.



Extrato da Carta Militar de Portugal, Folhas n.º 273 e 274 (Escala 1: 25 000). IGeoE. Sistema de referência PT-TM06/ETRS89

Figura 1 – Núcleos de exploração, lavagem (existente e futura), pargas, stocks, localização do ponto de medição de PM₁₀ e PM_{2,5} e acesso (Este e Oeste) à fábrica



EXPLORAÇÃO (LAVRA)

- FASE L1A - 4 ANOS
- FASE L1B - 8 ANOS
- FASE L2 - 2 ANOS
- FASE L3 - 13 ANOS
- FASE L4 - 4 ANOS

Fase	Faseamento [ano]	
	Início	Final
L1A	1	4
L1B	1	8
L2	8	9
L3	9	21
L4	21	24

RECUPERAÇÃO

- ▨ FASE R1 - 1 ANO
- ▨ FASE R2 - 2 ANOS
- ▨ FASE R3 - 1 ANO
- ▨ FASE R4 - 2 ANOS
- ▨ FASE R5 - 2 ANOS
- ▨ FASE R6 - 2 ANOS
- ▨ FASE R7 - 2 ANOS
- ▨ FASE R8 - 4 ANOS
- ▨ FASE R9 - 3 ANOS
- ▨ FASE R10 - 1 ANO
- ▨ FASE R11 - 1 ANO

Fase	Faseamento [ano]	
	Início	Final
R1	1	1
R2	2	3
R3	3	4
R4	4	5
R5	8	10
R6	9	11
R7	10	12
R8	12	16
R9	21	24
R10	24	25
R11	24	25

Figura 2 – Faseamento da Lavra e da Recuperação (Desenho 5).

Apresentam-se desta forma os cálculos intermédios realizados, que se encontram corrigidos face aos cálculos apresentados no relatório de síntese entregue.

Tráfego em vias asfaltadas

As emissões de partículas em suspensão ocorrem independentemente de os veículos circularem em vias asfaltadas ou não asfaltadas. As emissões de partículas decorrentes da circulação de viaturas em vias asfaltadas têm origem nos gases de exaustão dos veículos, no desgaste dos travões e dos pneus, por libertação a partir dos materiais transportados e por ressuspensão de materiais finos acumulados na superfície do pavimento.

De modo a determinar estas emissões poderá ser aplicada a expressão¹

$$E = \left[k(s)^{0,91} \times (W)^{1,2} \right] \times \left(1 - \frac{P}{4 \times 365} \right) \quad [1]$$

em que,

E – Taxa de emissão de PTS, PM_{2,5} ou PM₁₀ (g/vkp)¹;

K – Fator de conversão dependente do parâmetro em análise (K=0,016);

S – Percentagem de finos do pavimento (S=3%);

W – Peso médio dos veículos (ton) (W=22 ton);

C – Fator de emissão para veículos anteriores a 1980;

P – Número de dias com precipitação superior a 0,1mm (P=124,3).

Aplicando a expressão anterior verifica-se que a taxa de emissão de partículas em suspensão a partir de vias asfaltadas pode atingir os 1,4 g/veículo por quilómetro percorrido. Tendo em consideração que o projeto em análise irá gerar um tráfego global médio de cerca de 6 veículos pesados por hora e considerando para o acesso asfaltado uma distância estimada de 8700 m para o Cenário 1 e 9100 m para o Cenário 2, conclui-se que anualmente, a Mina será responsável pela emissão de 152,1 kg e 158,9 Kg de PM₁₀ a partir dos acessos asfaltados para o Cenário 1 e 2 respetivamente.

Tráfego em vias não asfaltadas

Para avaliar a magnitude dos impactes decorrentes do tráfego de veículos pesados ao longo das vias não pavimentadas efetuou-se a quantificação das emissões de partículas tendo por base a metodologia descrita no capítulo 13.2.2 - *Unpaved roads*.

¹ g/vkp – gramas por veículo por quilómetro percorrido.

A taxa de emissão de uma via não pavimentada pode ser determinada aplicando a expressão 2:

$$E = \frac{K \left(\frac{S}{12} \right)^a \cdot \left(\frac{W}{3} \right)^b}{\left(\frac{M}{0,2} \right)^c} \cdot (281,9) \quad [2]$$

em que,

E – Taxa de emissão de PTS, PM2,5 ou PM10 (g/vkp)²;

S – Percentagem de finos do pavimento (S = 15);

W – Peso médio dos veículos (ton) (W = 22 ton);

M – Humidade no pavimento (%) (M=10%).

As constantes k, a, b e c, dependem do tamanho específico da partícula e assumem os valores descritos no Quadro 1.

Quadro 1 – Valores assumidos pelas constantes a aplicar na equação 2.

Constante	PM ₁₀
k (g/vkp)	2,6
A	0,8
B	0,4
C	0,3

Para um cálculo mais realista, deverá ser incluído na equação 2 um fator que considere o número médio anual de dias sem precipitação. Assim, obtém-se a equação 3:

$$E = \frac{K \left(\frac{S}{12} \right)^a \cdot \left(\frac{W}{3} \right)^b}{\left(\frac{M}{0,2} \right)^c} \cdot \left[\frac{(365 - p)}{365} \right] \cdot (281,9) \quad [3]$$

em que:

P – Número médio anual de dias com precipitação superior a 0,1mm; assumindo as constantes K, a, b e c os valores descritos anteriormente.

Para o caso em estudo foi considerando que os trabalhos decorreriam na área de escavação, em situação de piso seco (sem controlo de emissões), ou seja, na situação mais desfavorável.

² Idem.

Quadro 2 – Fatores de emissão de partículas (PM₁₀) em acessos não asfaltadas.

Tipo de poluente	Fator de emissão [g/vkp] - Sem controlo das emissões
PM ₁₀	1120

Considerando uma distância percorrida de 900 m (Cenário 1) e 2100 m (Cenário 2), associada às deslocações no interior da Mina, bem como o fator de emissão obtido, temos que as emissões associadas às vias não asfaltadas serão na ordem das 12,6 t no Cenário 1 e 29,4 t no Cenário 2.

Áreas desmatadas

As emissões de partículas em suspensão podem ser geradas pela erosão a partir de pilhas de armazenamento e das áreas desmatadas. Estas fontes são normalmente descritas como superfícies não homogêneas que contêm elementos não erodíveis (partículas com diâmetro superior a 1 cm).

A metodologia prevista no Capítulo 13.2.5 do documento “*Compilation of Air Pollutant Emission Factors (AP-42)*” (1995) foi desenvolvida para emissões em parques de carvão associados a instalações de combustão, no entanto, decidiu-se adaptar esta metodologia à estimativa das emissões de partículas em áreas desmatadas de pedreiras.

Os fatores de emissão de partículas associadas à erosão pelo vento em áreas desmatadas podem ser estimados através da seguinte equação:

$$E = k \sum_{i=1}^N P_i$$

em que:

E = Fator de emissão de PM₁₀ (g/m² por ano)

k = Fator de conversão (sem unidades) – 0,5 para as PM₁₀

N = Número de dias em que ocorrem alterações nas condições do solo (nº)

P_i = Erosão potencial associada à ocorrência de rajadas de vento (g/m²)

A erosão potencial é determinada através da equação seguinte:

$$P = 58 \times (U - U_t)^2 + 28 \times (U - U_t)$$

em que:

U = velocidade máxima do vento no período de análise (m/s) (um ano)³

U_t = velocidade mínima necessária para a ocorrência de fenómenos de erosão (m/s)

³ Destaca-se que os dados das normais climatológicas se reportam apenas a valores médios. Assim, optou-se por utilizar o valor médio mais elevado que corresponde ao mês de julho para o quadrante N.

Na ausência de dados de campo relativos à velocidade mínima necessária para a ocorrência de fenómenos de erosão, pode utilizar-se o valor de 0,55 m/s constante da tabela 13.2.5-2 (*Material – Ground Coal (surrounding coal pile)*). De acordo com os dados das normais climatológicas da estação de Alcobaça o valor mais elevado da velocidade média do vento é de 20,3 km/h, ou seja, 5,6 m/s.

Assim,

$$P = 58x(U-U_i)^2+25x(U-U_i)$$

$$P = 58x(5,6-0,55)^2+25x(5,6-0,55)$$

$$P = 58x25,5+25x5,05$$

$$P = 1479+126,25$$

$$P = 1605,25 \text{ g/m}^2$$

Logo,

$$E = 0,5 \times 1605,25$$

$$E = 802,6 \text{ g/m}^2$$

A área máxima desmatada considerada diz respeito à área prevista de trabalhos e estimou-se em cerca de 15 800 m² (Cenário 1) e 74 600 m² (Cenário 2), estando exposta durante os 365 dias do ano. As escolhas destas áreas correspondem às frentes de trabalho previstas nos núcleos associados a cada cenário. Conclui-se assim que as emissões associadas às áreas desmatadas serão na ordem das 12,6 t/ano para o Cenário 1 e 59,8 t/ano para o Cenário 2.