

# ANÁLISE DE PARTÍCULAS PM<sub>10</sub> NO AR AMBIENTE E PREVISÃO DE IMPACTES

Relatório n.º MG333-PM/23Ed1



**Fabrico de Calçada, Lda.**

**Calcirocha - Fabrico de Calçada, Lda**

**Pedreira nº 5961 “Poberais nº 4”**

**Pé da Pedreira**

**Alcanede**

**setembro 2023**

## ÍNDICE

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>5</b>
<b>2. DESCRIÇÃO DO TRABALHO .....</b>	<b>8</b>
<b>3. EQUIPAMENTO UTILIZADO.....</b>	<b>14</b>
<b>4. DEFINIÇÕES.....</b>	<b>15</b>
<b>5. RESULTADOS OBTIDOS .....</b>	<b>16</b>
<b>6. PREVISÃO DE IMPACTES .....</b>	<b>26</b>
6.1. Impactes cumulativos .....	36
6.2. Emissões globais anuais .....	37
<b>7. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....</b>	<b>38</b>
7.1. Análise de conformidade na situação actual .....	38
7.2. Análise de conformidade na situação futura .....	40

## ANEXOS

Certificados de calibração do calibrador de caudal

Certificados de calibração da balança microanalítica

Certificados de conformidade do equipamento Partisol 2025 segundo a norma EN 12341

Certificado de participação no ensaio interlaboratorial "Partículas em Ar Ambiente 2012"

Critérios operacionais de controlo de qualidade

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Parâmetros avaliados e respectivos métodos usados .....	8
Tabela 2 - Caracterização meteorológica do período de medição .....	14
Tabela 3 - Resultados obtidos para PM10 no ponto de medição e comparação com valor limite para 24H e média anual .....	16
Tabela 4 - Categorias de estabilidade de Beaufort .....	18
Tabela 5 - Classes de estabilidade de Pasquill .....	18
Tabela 6 - Frequências dos rumos de vento observados no período de medição .....	20
Tabela 7 - Frequências dos rumos de vento na estação de Santarém (série IPMA) .....	22
Tabela 8 - Dados de PM10 registados nas estações mais próximas (fonte: Qualar, APA) .....	23
Tabela 9 – Estimativa do valor médio anual e do 36º máximo diário no ponto avaliado, para PM10 .....	24
Tabela 10 - Estatísticas disponíveis de PM10 registados nas estações mais próximas (fonte: Qualar, APA) .....	25
Tabela 11 – Critério de receptores em função da distância .....	25
Tabela 12 – Factores de emissão usados para obtenção de factor de emissão específicos do projecto (AP-42 (EPA)) .....	30
Tabela 13 – Dados de base para obter as emissões por tipo de fonte segundo a AP-42 (EPA) .....	31
Tabela 14 – Contabilização das emissões anuais por tipo de fonte presente na lavra na situação futura .....	31
Tabela 15 – Dados de base para obter as emissões por tipo de fonte segundo a AP-42 (EPA) na situação futura .....	32
Tabela 16 – Contabilização das emissões anuais por tipo de fonte presente da nova área de lavra .....	32
Tabela 17. – Indicadores estimados de com emissão global, em cada ponto .....	36
Tabela 18. – Indicadores anuais estimados para o ponto 1 .....	36
Tabela 19. – Indicadores anuais estimados para o ponto 2 .....	37
Tabela 20. – Indicadores anuais estimados para o ponto 3 .....	37
Tabela 21. – Emissões mássicas nas situações de operação actual e futura .....	37
Tabela 22 - Classificação do Índice de Qualidade do Ar para PM10 em µg/m <sup>3</sup> (2019) .....	39

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Esquema de receptor de fundo e receptor “crítico de jusante” para um determinado rumo de vento.....	11
Figura 2 - Localização da Pedreira “Poberais nº 4” e do ponto de medição de partículas PM10 .....	12
Figura 3 – Envolvente da Pedreira “Poberais nº 4” num raio de 1000 metros.....	13
Figura 4 – Representação gráfica dos resultados obtidos para PM10 no ponto de medição e comparação com valor limite para 24H e média anual.....	17
Figura 5 - Rosa-dos-ventos do período de amostragem .....	19
Figura 6 - Rosa-dos-ventos do período de amostragem: sobreposição no terreno real.....	19
Figura 7 - Classes de estabilidade dos ventos no período global de amostragem.....	21
Figura 8 – Decaimento de PM10 (média) em função da distância à fonte para vários tipos de materiais .....	26
Figura 9 – Área de exploração.....	27
Figura 10 – Oficina de corte de blocos.....	27
Figura 11 – Área em exploração e área de ampliação (a verde).....	28
Figura 12 – Área de ampliação (zona não decapada).....	29
Figura 13 – Altimetria e vias consideradas nas modelizações.....	33
Figura 14 – Isolinhas da dispersão de partículas PM10 específicas da fonte (media anual) – Situação base.....	34
Figura 15 – Isolinhas da dispersão de partículas PM10 específicas da fonte (36º máximo diário) – Situação base.....	34
Figura 16 – Isolinhas da dispersão de partículas PM10 específicas da fonte (media anual) – Situação futura .....	35
Figura 17 – Isolinhas da dispersão de partículas PM10 específicas da fonte (36º máximo diário) - Situação futura .....	35
Figura 18 – Índice de Qualidade do Ar para PM10 durante o período de medição.....	39

---

## **Análise de partículas PM<sub>10</sub> no ar ambiente**

### **Calcirocha - Fabrico de Calçada, Lda. – Pedreira “Poberais nº 4”**

---

#### **1. INTRODUÇÃO**

Caracterizaram-se as emissões de partículas em suspensão na fracção PM<sub>10</sub>, por períodos de 24 horas durante catorze dias, num ponto de medição na zona envolvente da Pedreira n.º 5961 designada “Poberais nº 4”, propriedade da empresa “Calcirocha - Fabrico de Calçada, Lda.”, localizada em Pé da Pedreira, concelho de Alcanede, distrito de Santarém, em laboração nominal e indicada como sendo a normal.

Com esta avaliação pretende-se efectuar a análise de conformidade deste indicador face aos valores definidos para PM<sub>10</sub> pelo Decreto-Lei n.º 102/2010 de 23 de setembro alterado pelo Decreto-Lei n.º 43/2015 de 27 de março e pelo Decreto-Lei n.º 47/2017 de 10 de maio, e estimar, com base nos resultados obtidos, as concentrações que permitem obter os indicadores de qualidade do ar aplicáveis às partículas PM<sub>10</sub>.

A exposição prolongada a partículas em suspensão (PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub>) reduz em média 8,6 meses de vida de cada europeu. Cada ano, mais de 280 000 mortes prematuras são atribuídas à exposição prolongada deste poluente em 27 países da UE. O mesmo estudo revela ainda o elevado número de casos de bronquite crónica e de admissões hospitalares devido a sintomas de doenças respiratórias e cardiovasculares diagnosticadas em crianças e adultos, com origem neste poluente.

O relatório de 2016 sobre a qualidade do ar da Agência Europeia do Ambiente divulgado em novembro de 2016, baseado em dados de 2015, estima que em Portugal, por ano, morrem prematuramente 6.640 pessoas por doenças respiratórias, cardiovasculares ou cancerígenas, devido à má qualidade do ar, sendo que em termos de danos à saúde humana, as partículas finas em suspensão (PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub>), o dióxido de azoto (NO<sub>2</sub>) e o ozono ao nível de superfície (O<sub>3</sub>), são os poluentes mais preocupantes. Segundo o mesmo documento, 7% da população urbana da EU foi, em 2015, exposta a níveis de partículas poluentes em suspensão acima do valor máximo, o que segundo as directrizes mais restritivas da Organização Mundial de Saúde (OMS), corresponde à exposição de 82% dos habitantes das cidades.

As partículas PM<sub>10</sub> são aquelas que conseguem penetrar nas vias respiratórias com repercussões ao nível da saúde das populações, principalmente nos grupos de risco (pessoas asmáticas, crianças e idosos). As partículas de diâmetro inferior a 2,5 µm conseguem por sua vez penetrar nos alvéolos pulmonares (brônquios e pulmões).

De um modo geral, partículas de grandes dimensões depositam-se facilmente nas proximidades dos seus pontos de emissão, enquanto as partículas mais finas podem-se dispersar a longas distâncias. Por exemplo, partículas com diâmetros >50µm tendem a depositar-se rapidamente enquanto as partículas <10µm têm uma pequena taxa de deposição relativa.

Partículas de grande dimensão (>30µm), são responsáveis pelos problemas de empoeiramento (cobertura de edifícios, viaturas, roupas, solo e vegetação vizinha), e geralmente depositam-se até cerca de 100 metros da fonte. Partículas de dimensões intermédias (10-30µm) podem deslocar-se cerca de 200-500m da fonte, enquanto as partículas finas (<10µm – PM<sub>10</sub>) podem deslocar-se a 1 km da fonte ou até a maiores distâncias.

Considera-se que as emissões de material fino apenas ocorrem com teores de humidade nos inertes inferiores a 1.5% (EPA), situação que apenas se verifica nos meses muito secos de Verão e na ausência de qualquer sistema de humedecimento do material. Desta forma, este tipo de emissões está restrito aos quatro meses secos do ano, tipicamente de Abril a Setembro (teores de precipitação média diária inferior a 0.25 mm).

A suspensão de material proveniente de estradas não pavimentadas e áreas com solos decapados expostos ao vento, constitui a principal fonte de emissão de material fino particulado, uma vez que nos processos industriais e nas pilhas de inertes, o teor de humidade destes (se humedecidas) é sempre superior a 1.5%.

A dispersão dos poluentes na atmosfera é baseada no conceito de advecção e deve-se essencialmente aos movimentos turbulentos devido às forças térmicas e/ou mecânicas. A concentração destes poluentes na atmosfera já depende das emissões, da difusão e transporte, das reações químicas na atmosfera e dos mecanismos de remoção. A altura de emissão dos poluentes é também um parâmetro que influencia as concentrações ao nível do solo.

Estes processos dependem da interação dos mecanismos que ocorrem na atmosfera, tais como, estratificação térmica e regime de vento, dos efeitos provocados pela topografia e emissões dos poluentes.

A estratificação térmica da atmosfera condiciona principalmente a dispersão vertical dos poluentes, enquanto o vento predomina nos padrões de transporte horizontal. A intensidade do vento influencia a extensão da área atingida e a sua direção determina quais os locais mais afetados pelas emissões.

**Técnico de campo:** Fernando Norte, Técnico de Ambiente

#### **Notas**

- Os resultados apresentados neste relatório referem-se exclusivamente as condições operacionais da 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. DESCRIÇÃO DO TRABALHO

As análises foram efectuadas com base em elementos constantes na norma europeia de referência EN12341:2014 - “Standard gravimetric measurement method for the determination of the PM<sub>10</sub> or PM<sub>2,5</sub> mass concentration of suspended particulate matter” e os constantes na secção IV do Anexo VII do Decreto-Lei n.º 102/2010 de 23 de Setembro alterado pelo Decreto - Lei n.º 43/2015 de 27 de Março e pelo Decreto-Lei n.º 47/2017 de 10 de Maio e ainda todos os elementos gerais analíticos constantes na norma portuguesa NP2266 (“Colheita de ar para análise de partículas sólidas e líquidas”). No caso presente serão colhidas partículas em suspensão através dum amostrador selectivo, na fracção aerodinâmica inferior a 10µm (PM<sub>10</sub>), ou seja, as partículas em suspensão susceptíveis de passar através de um filtro com 50% de eficiência para um diâmetro aerodinâmico de 10µm.

No quadro seguinte apresentam-se os parâmetros a determinar, bem como os respectivos métodos de amostragem e ensaio.

Tabela 1 - Parâmetros avaliados e respectivos métodos usados

Ensaio	Norma / Procedimento	Acreditação
<ul style="list-style-type: none"><li>Método de medição gravimétrica padrão para a determinação da concentração em massa PM<sub>10</sub> ou PM<sub>2,5</sub> de material particulado em suspensão</li></ul>	EN 12341:2014	NA
<ul style="list-style-type: none"><li>Determinação de partículas sólidas ou líquidas em locais de trabalho: filtração</li></ul>	NP 2266:1986 e IT(AA)52-4:30-07-2015	A

A – Ensaio Acreditado; NA – Ensaio Não Acreditado; IT (EG)-XX indica procedimento interno

Para a medição das partículas PM<sub>10</sub> foi utilizado um amostrador sequencial THERMO-PARTISOL 2025 que se encontra devidamente validado para a norma EN12341:2014, com caudal constante (1m<sup>3</sup>/hora), tendo sido efectuadas as amostragens a caudal constante durante períodos de 24 horas, por um **período de catorze dias**, com início de cada amostragem às zero horas de cada dia.

O amostrador possui sistema de mudança automática do filtro amostrado ao final de cada período de 24 horas de amostragem, sendo registadas as condições ambientais (pressão/temperatura) existentes no porta-filtros.

A análise é efectuada por gravimetria, após estabilização de peso do material colhido no filtro, em ambiente controlado. É ainda analisado um filtro branco não amostrado para controlo de contaminação de campo/transporte.

A PEDAMB participou no ensaio de comparação inter-laboratorial promovido pela RELACRE em 2012, na vertente “**Ar Ambiente-Partículas em Ar ambiente**”, tendo obtido o resultado “Aceitável”.

O equipamento e os procedimentos de controlo de qualidade obedecem as especificações do fabricante do equipamento, do documento Standard Operation Procedure (DEQ03-LAB-0027-SOP) do Estado de Oregon (USA) e da nota técnica da APA “*Determinação de partículas atmosféricas PM<sub>10</sub> em estações de medição da qualidade do ar e testes de campo para demonstração de métodos equivalentes*” (2010).

**Na amostragem em microescala devem ser cumpridas, tanto quanto possível, as seguintes orientações:**

- a) O fluxo de ar em torno da entrada da tomada de amostragem (ou seja, num ângulo de, pelo menos, 270°) deve ser livre, sem quaisquer obstruções que afectem o fluxo de ar na proximidade do dispositivo de amostragem (em geral, a alguns metros de distância de edifícios, varandas, árvores ou outros obstáculos e, no mínimo, a 0,5 m do edifício mais próximo, no caso de pontos de amostragem representativos da qualidade do ar na linha de edificação);
- b) Em geral, a entrada da tomada de amostragem deve estar a uma distância entre 1,5 m (zona de respiração) e 4 m do solo. Poderá ser necessário, nalguns casos, instalá-la em posições mais elevadas (até cerca de 8 m). A localização em posições mais elevadas pode também ser apropriada se a estação for representativa de uma área vasta;
- c) A entrada da tomada não deve ser colocada na vizinhança imediata de fontes, para evitar a amostragem directa de emissões não misturadas com ar ambiente;
- d) O exaustor do sistema de amostragem deve ser posicionado de modo a evitar a recirculação do ar expelido para a entrada da sonda;

e) Para todos os poluentes, os dispositivos de amostragem orientadas para o tráfego devem ser instaladas a uma distância mínima de 25 m da esquina dos principais cruzamentos e, no máximo, a 10 metros da berma.

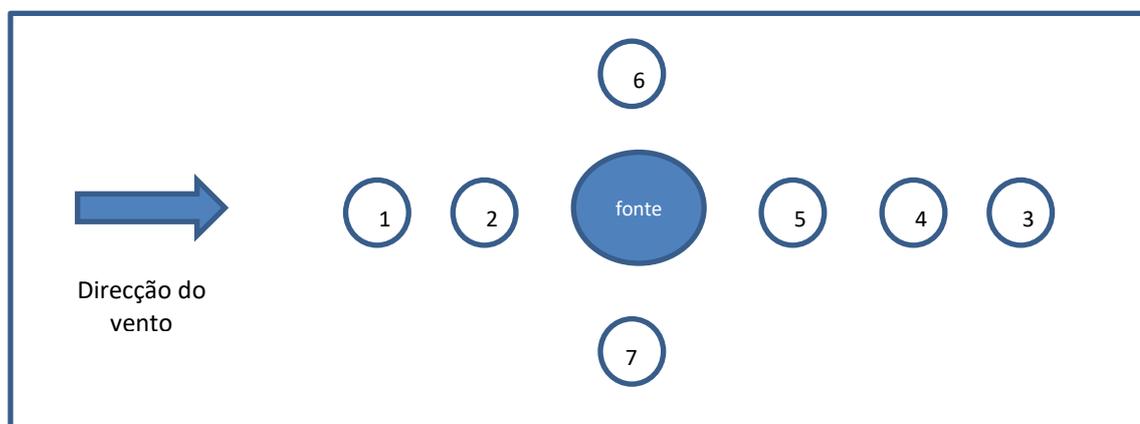
No caso de estes critérios não serem passíveis de aplicação devem ser usados *métodos direccionais* de amostragem.

**Deve também atender-se aos seguintes factores:**

- a) Fontes interferentes;
- b) Segurança do equipamento;
- c) Acessibilidade;
- d) Disponibilidade de energia eléctrica e comunicações telefónicas;
- e) Visibilidade do local em relação ao espaço circundante;
- f) Segurança do público e dos operadores;
- g) Conveniência de efectuar no mesmo local a amostragem de diversos poluentes;
- h) Requisitos em matéria de planeamento.

No caso presente foi possível obedecer a todas estas condições.

Na ausência de estação de monitorização em contínuo da qualidade do ar na área de influência da unidade em questão (com valores anuais de longo termo), o ideal será colocar o amostrador a jusante da direcção dos ventos dominantes no período de amostragem, no sentido de se avaliar a situação mais desfavorável de propagação de material em suspensão, sendo ainda usual obter um valor de *concentração de fundo* num lugar oposto à direcção dos ventos dominantes.



**Figura 1 - Esquema de receptor de fundo e receptor "crítico de jusante" para um determinado rumo de vento**

Como a avaliação efectuada utiliza um método de amostragem *omnidireccional* (colheita em todas as direcções), a influência de outras fontes de emissão vizinhas deverá ser tida em conta no sentido de se estimar a contribuição de cada uma das demais fontes no valor global obtido.

No caso presente foi colocado o amostrador junto de uma habitação, a cerca de 225 metros a Noroeste da envolvente da Pedreira "Poberais nº 4".

A Figura 2 mostra a localização da Pedreira "Poberais nº 4" e do ponto de medição de partículas PM<sub>10</sub>.



**Figura 2 - Localização da Pedreira "Poberais nº 4" e do ponto de medição de partículas PM10**

Conforme se pode observar na Figura 3, verifica-se a presença de fontes eventuais de emissão de material fino em suspensão em praticamente todas as direcções, concretamente numerosas empresas de extracção de inertes e de unidades transformadora associadas às pedreiras.

Os aglomerados populacionais mais próximos são o lugar de Cabeça das Pombas, a cerca de 2750 metros a Nordeste da envolvente da exploração, Pé da Pedreira a 3100 metros a Sul, Cabeça Veada a 3200 metros a Oeste, Mendiga a 3250 metros a Noroeste e Valverde a 3600 metros a Sudoeste.

A Figura 3 mostra a envolvente da Pedreira "Poberais nº 4" num raio de 1000 metros.



**Figura 3 – Envolvente da Pedreira "Poberais nº 4" num raio de 1000 metros**

A laboração da unidade ocorre das 8:00H as 17:00H em dias úteis da semana, estando a unidade em laboração normal no período das monitorizações, conforme comprovado visualmente e pela informação fornecida pelos responsáveis da empresa.

Foi colocada no local uma estação meteorológica portátil com sistema de aquisição de dados em contínuo, para registo das condições meteorológicas horárias observadas no decorrer dos ensaios. As condições ambientais médias observadas durante as amostragens foram as indicadas na Tabela 2.

**Tabela 2 - Caracterização meteorológica do período de medição**

Condições ambientais médias							
Data	Temperatura (°C)	Humidade (%HR)	Vento			Patm (mbar)	Precipitação acumulada (mm)
			Intensidade (m/s)	Ângulo (°)	Orientação		
26-05-2023	19	75	5,6	235	<b>SO</b>	1011	1,3
27-05-2023	18	77	2,4	250	<b>OSO</b>	1015	2,6
28-05-2023	17	88	4,1	342	<b>NNO</b>	1017	0,2
29-05-2023	17	79	4,0	333	<b>NNO</b>	1016	0,0
30-05-2023	16	86	4,1	327	<b>NNO</b>	1018	0,3
31-05-2023	17	81	3,9	306	<b>NO</b>	1017	0,0
01-06-2023	19	76	4,4	223	<b>SO</b>	1013	0,0
02-06-2023	21	68	3,1	202	<b>SSO</b>	1012	1,5
03-06-2023	21	70	4,2	255	<b>OSO</b>	1014	1,0
04-06-2023	20	73	6,4	297	<b>ONO</b>	1014	0,0
05-06-2023	22	58	4,6	97	<b>E</b>	1014	0,0
06-06-2023	24	48	3,5	163	<b>SSE</b>	1011	0,0
07-06-2023	20	84	6,7	184	<b>S</b>	1010	5,3
08-06-2023	19	92	7,5	184	<b>S</b>	1008	2,8

### 3. EQUIPAMENTO UTILIZADO

- Amostrador sequencial Thermo PARTISOL 2025
- Filtros de quartzo QMA 47mm
- Cabeça PM<sub>10</sub> (R&P)
- Balança microanalítica RADWAG XA110/X
- Calibrador de caudal primário BIOS DC-Lite
- Estação meteorológica portátil DAVIS VP-1

#### 4. DEFINIÇÕES

**Valor limite** - um nível fixado com base em conhecimentos científicos com o intuito de evitar, prevenir ou reduzir os efeitos nocivos na saúde humana e ou no ambiente, a atingir num prazo determinado e que, quando atingido, não deve ser excedido;

**PM<sub>10</sub>** – Partículas em suspensão susceptíveis de serem recolhidas através de uma tomada de amostra selectiva com eficiência de corte de 50%, para um diâmetro aerodinâmico de 10µm. São geralmente designadas por *partículas torácicas* uma vez que são inaladas pela boca e pelo nariz depositando-se na traqueia e brônquios.

**Medições fixas** - usando métodos de referência ou equivalentes. São medições efectuadas num local fixo, quer de modo contínuo quer por amostragem aleatória;

**Medições indicativas** - São medições que respeitam objectivos de qualidade dos dados menos rigorosos do que os definidos para as medições fixas;

**Modelação** - É uma técnica de simulação dos fenómenos que ocorrem na natureza, que permite estimar a concentração dos poluentes num conjunto de pontos com base num conjunto de variáveis que a influenciam;

**Estimativas objectivas** - São métodos de avaliação que permitem estimar concentrações respeitando objectivos de qualidade menos rigorosos que a modelação.

**Limiar inferior de avaliação (LIA)** - um nível abaixo do qual a qualidade do ar ambiente pode ser avaliada apenas através de técnicas de modelação ou de estimativa objectiva;

**Limiar superior de avaliação (LSA)** - um nível abaixo do qual a qualidade do ar ambiente pode ser avaliada utilizando uma combinação de medições fixas e de técnicas de modelação e ou medições indicativas;

**Valor limite** - um nível fixado com base em conhecimentos científicos com o intuito de evitar, prevenir ou reduzir os efeitos nocivos na saúde humana e ou no ambiente, a atingir num prazo determinado e que, quando atingido, não deve ser excedido;

**Condições de referência de pressão e temperatura** - A pressão absoluta normal é 101,325 KPa (760 mmHg ou 1013 mbar) e a temperatura absoluta é 273 K (0 °C). No caso de material particulado as condições de referência do volume da amostra devem referir-se as condições ambiente em termos de pressão atmosférica e temperatura, na data das medições;

**Receptores sensíveis** – população e/ou áreas protegidas afectadas pela exploração do projecto ou pelas actividades complementares do mesmo (circulação de veículos de carga afectos à actividade e outras).

## 5. RESULTADOS OBTIDOS

Na tabela seguinte apresentam-se os resultados da análise obtida ao parâmetro PM<sub>10</sub> analisado. É efectuado o comparativo com o normativo nacional aplicável, concretamente o disposto no Anexo XII do Decreto-Lei n.º 102/2010 de 23 de setembro alterado pelo Decreto-Lei n.º 43/2015 de 27 de março e pelo Decreto-Lei n.º 47/2017 de 10 de maio.

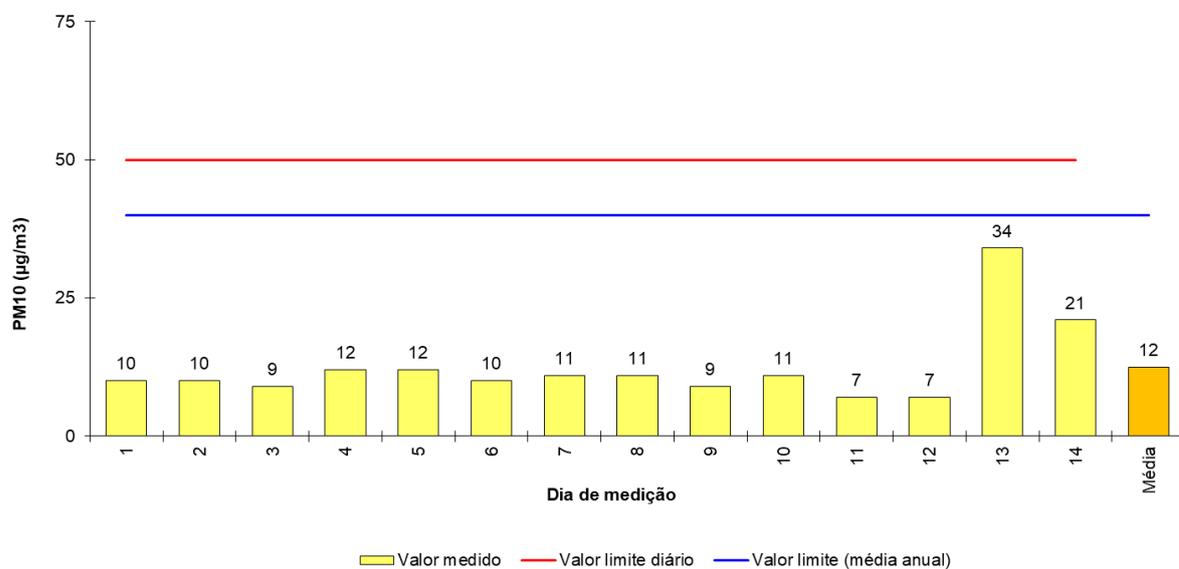
**Tabela 3 - Resultados obtidos para PM<sub>10</sub> no ponto de medição e comparação com valor limite para 24H e média anual**

Local de amostragem: Habitação a Noroeste (NO)   Coordenadas: 39°28'45.12"N 8°49'12.93"W						
Dia N.º	Dia de amostragem		Direcção predominante do vento		Concentração medida (µg/m <sup>3</sup> )	Valor limite * (µg/m <sup>3</sup> )
			Ângulo (º)	Orientação		
1	26-05-2023	sexta-feira	235	SO	10	50
2	27-05-2023	<b>sábado</b>	250	OSO	10	50
3	28-05-2023	<b>domingo</b>	342	NNO	9	50
4	29-05-2023	segunda-feira	333	NNO	12	50
5	30-05-2023	terça-feira	327	NNO	12	50
6	31-05-2023	quarta-feira	306	NO	10	50
7	01-06-2023	quinta-feira	223	SO	11	50
8	02-06-2023	sexta-feira	202	SSO	11	50
9	03-06-2023	<b>sábado</b>	255	OSO	9	50
10	04-06-2023	<b>domingo</b>	297	ONO	11	50
11	05-06-2023	segunda-feira	97	E	7	50
12	06-06-2023	terça-feira	163	SSE	7	50
13	07-06-2023	quarta-feira	184	S	34	50
14	08-06-2023	quinta-feira	184	S	21	50
<b>Valor médio do período:</b>					<b>12</b>	40 **
<b>Valor máximo do período:</b>					<b>34</b>	50

\* Valor limite diário para protecção da saúde humana, a não exceder mais de 35 vezes em cada ano civil.

\*\* Valor limite (média anual)

Para uma mais fácil visualização, apresentam-se os resultados de forma gráfica na figura seguinte.



**Figura 4 – Representação gráfica dos resultados obtidos para PM<sub>10</sub> no ponto de medição e comparação com valor limite para 24H e média anual**

As figuras seguintes apresentam a rosa de ventos observada no período de medição e em cada um dos catorze dias bem como as classes de estabilidade observadas no período de medição com base nos valores discretos diários obtidos pelo programa WRPLOT.

Este software produz a rosa com base na escala de ventos da Beaufort que apresenta a seguinte tipologia para ventos medidos a uma altura de 10 metros:

Tabela 4 - Categorias de estabilidade de Beaufort

Grau	Designação	Velocidade (m/S)	Velocidade (km/h)	Aspecto do mar	Efeitos em terra
0	Calmo	<0,3	<1	Espelhado	Fumaça sobe na vertical
1	Aragem	0,3 a 1,5	1 a 5	Pequenas rugas na superfície do mar	Fumaça indica direcção do vento
2	Brisa leve	1,6 a 3,3	6 a 11	Ligeira ondulação sem rebentação	As folhas das árvores movem; os moinhos começam a trabalhar
3	Brisa fraca	3,4 a 5,4	12 a 19	Ondulação até 60 cm, com alguns carneiros	As folhas agitam-se e as bandeiras desfraldam ao vento
4	Brisa moderada	5,5 a 7,9	20 a 28	Ondulação até 1m, carneiros frequentes	Poeira e pequenos papéis levantados; movem-se os galhos das árvores
5	Brisa forte	8 a 10,7	29 a 38	Ondulação até 2,5 m, com cristas e muitos carneiros	Movimentação de grandes galhos e árvores pequenas
6	Vento fresco	10,8 a 13,8	39 a 49	Ondas grandes até 3,5 m; borrifos	Movem-se os ramos das árvores; dificuldade em manter um guarda chuva aberto; assobio em fios de postes
7	Vento forte	13,9 a 17,1	50 a 61	Mar revolto até 4,5 m com espuma e borrifos	Movem-se as árvores grandes; dificuldade em andar contra o vento
8	Ventania	17,2 a 20,7	62 a 74	Mar revolto até 5 m com rebentação e faixas de espuma	Quebram-se galhos de árvores; dificuldade em andar contra o vento; barcos permanecem nos portos
9	Ventania forte	20,8 a 24,4	75 a 88	Mar revolto até 7 m; visibilidade precária	Danos em árvores e pequenas construções; impossível andar contra o vento
10	Tempestade	24,5 a 28,4	89 a 102	Mar revolto até 9 m; superfície do mar branca	Árvores arrancadas; danos estruturais em construções
11	Tempestade violenta	28,5 a 32,6	103 a 117	Mar revolto até 11m; pequenos navios sobem nas vagas	Estragos generalizados em construções
12	Furacão	>32,7	>118	Mar todo de espuma, com até 14 m; visibilidade nula	Estragos graves e generalizados em construções

É ainda possível obter a análise qualitativa das classes de estabilidade com base na seguinte escala de Pasquill.

Tabela 5 - Classes de estabilidade de Pasquill

Classe de estabilidade	Definição	Classe de estabilidade	Definição
A	Muito instável	D	Neutral
B	Instável	E	Ligeiramente estável
C	Ligeiramente instável	F	Estável
		G	Muito estável

Na rosa é possível verificar na campanha a dominância dos rumos dos quadrantes Norte e NNO não sendo estes dois últimos os potencialmente mais “críticos” para o ponto de medição P1 a NO.

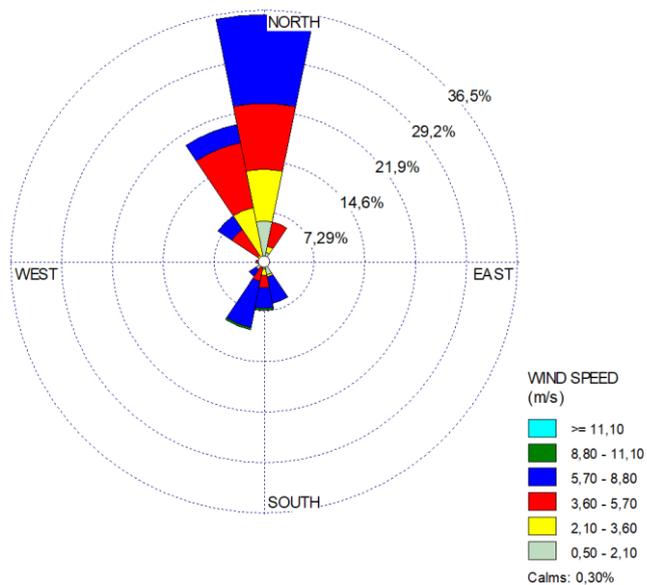


Figura 5 - Rosa-dos-ventos do período de amostragem

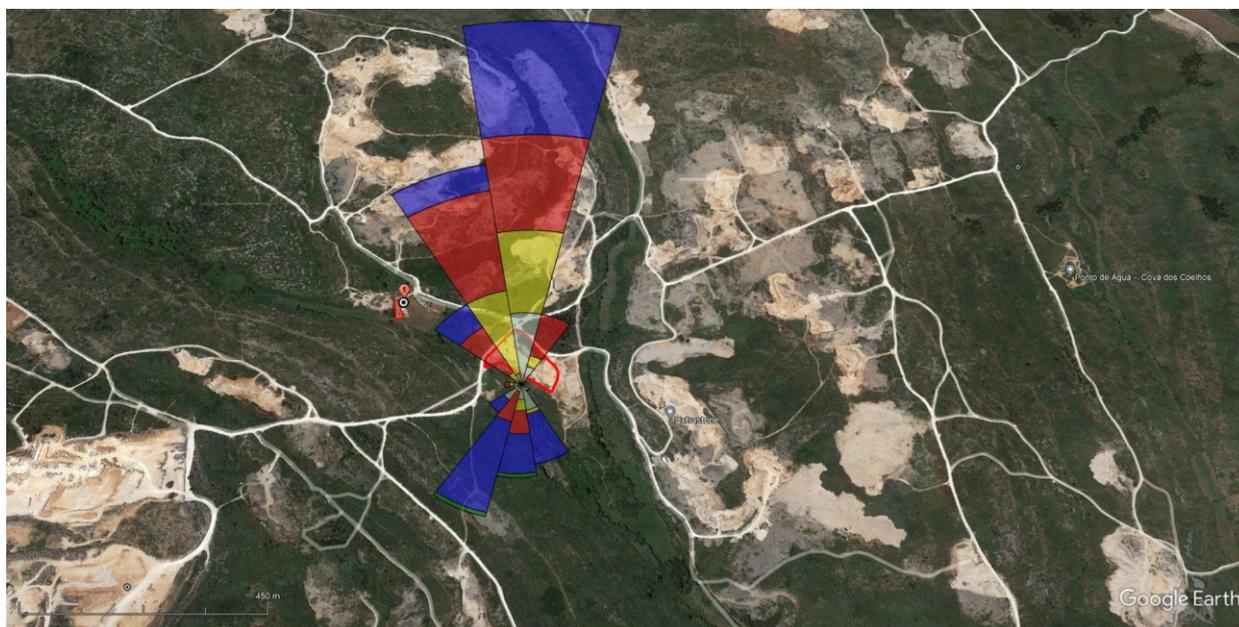


Figura 6 - Rosa-dos-ventos do período de amostragem: sobreposição no terreno real

A tabela seguinte apresenta a distribuição da frequência dos rumos de vento registados no período de medição sendo indicado a vermelho os rumos considerados como “críticos” face à localização do receptor avaliado.

É possível verificar que os rumos críticos, para o ponto de amostragem, de origem SE representam apenas 0.6% dos registos no período de medição. Verifica-se que os rumos de Norte e NNO foram os mais frequentes. A velocidade média do vento observada foi de 4.7 m/s.

Tabela 6 - Frequências dos rumos de vento observados no período de medição

Gama	Sector	Frequência registada %
348,75 - 11,25	N	35,7
11,25 - 33,75	NNE	6,0
33,75 - 56,25	NE	0,3
56,25 - 78,75	ENE	0,3
78,75 - 101,25	E	0,0
101,25 - 123,75	ESE	0,0
123,75 - 146,25	SE	0,6
146,25 - 168,75	SSE	6,3
168,75 - 191,25	S	7,1
191,25 - 213,75	SSO	10,1
213,75 - 236,25	SO	2,7
236,25 - 258,75	OSO	0,6
258,75 - 281,25	O	1,2
281,25 - 303,75	ONO	0,6
303,75 - 326,25	NO	8,0
326,25 - 348,75	NNO	20,2
	Calmos	0,3

A vermelho: rumo crítico

Altas velocidades de vento aumentam a probabilidade de poeira ser levantada e soprado do local. Os materiais secos são mais facilmente suspensos pelo ar e assim a chuva age como um supressor natural de poeiras. Condições meteorológicas de alto risco são, portanto, quando o vento tem a direcção da fonte produtora de poeiras, este tem uma certa velocidade, durante períodos de pouca ou nenhuma chuva (geralmente abaixo de 0,2 mm por dia) e especialmente durante os períodos em que a evaporação excede a pluviosidade e as condições secas prevalecem.

O limiar de velocidade do vento para o transporte de material fino pode variar de 2,4 m/s (Força 2, “leve brisa”) até a força do vento de gala, dependendo do tamanho de partícula e das condições da superfície, sendo a “brisa moderada”, ou seja, ventos acima de 5,5 m/s usada mais geralmente como *limiar de risco*.

No caso presente, a velocidade do vento apresentou-se como “brisa fraca a moderada” na maior parte do tempo, sendo a classe de estabilidade dominante a “D”.

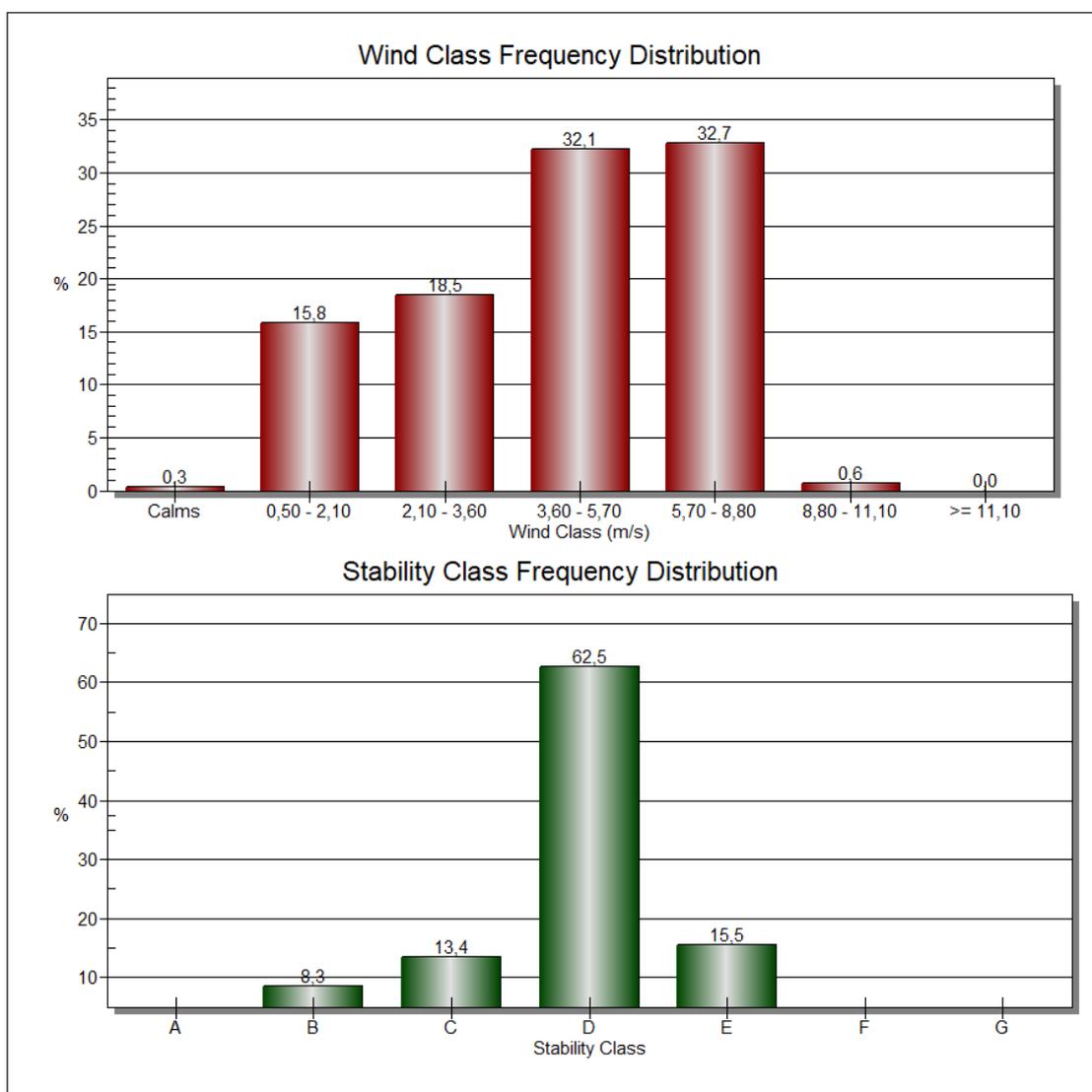


Figura 7 - Classes de estabilidade dos ventos no período global de amostragem

De acordo com os dados da estação meteorológica nacional mais próxima (Santarém), existe uma frequência dos rumos de quadrante Noroeste (NO) muito alta pelo que todos os locais sensíveis sitos a Sudeste (SE) serão sempre críticos face aos rumos observados.

Tabela 7 - Frequências dos rumos de vento na estação de Santarém (série IPMA)

Estação	Santarém								
Mês	% N	% O	% NO	% E	% NE	% SO	% S	% SE	% Calmo
Janeiro	4.8	7.5	15.8	3.2	19.6	9.0	9.2	4.1	26.8
Fevereiro	3.2	9.8	15.7	4.6	17.7	10.6	9.7	3.9	24.9
Março	4.7	14.5	18.9	4.5	12.8	12.9	5.8	4.1	21.6
Abril	5.9	13.5	31.2	3.4	14.4	8.5	4.6	3.1	15.4
Maio	5.3	15.1	40.5	1.9	9.1	9.2	4.2	1.3	13.5
Junho	4.2	15.6	44.1	1.6	7.4	9.1	3.0	1.0	13.9
Julho	5.2	18.1	51.0	1.4	4.6	4.7	1.4	1.3	12.4
Agosto	4.8	16.7	50.6	1.6	4.7	4.5	2.0	1.1	14.0
Setembro	4.9	17.2	33.6	2.3	5.8	6.5	4.8	1.6	23.3
Outubro	5.2	11.3	20.0	2.7	14.9	6.5	6.7	3.0	29.6
Novembro	5.9	6.8	14.3	4.8	21.1	6.2	7.0	2.3	31.7
Dezembro	5.8	5.7	13.6	5.4	19.0	6.0	7.0	2.8	34.6
Média	5.0	12.7	29.2	3.1	12.5	7.8	5.4	2.5	21.8

A análise das concentrações médias diárias obtidas nas estações de qualidade do ar da região mais próximas com dados disponíveis (dados não validados), permitem indicar os seguintes valores de PM<sub>10</sub> no mesmo período de medição:

Tabela 8 - Dados de PM<sub>10</sub> registados nas estações mais próximas (fonte: Qualar, APA)

PM <sub>10</sub>						
Estação:		Alverca	Chamusca	Lourinhã	Resultado das medições	
Tipo:		Urbana/Fundo	Rural/Fundo	Rural/Fundo		
Dia Nº	Dia de amostragem		(µg/m <sup>3</sup> )	(µg/m <sup>3</sup> )	(µg/m <sup>3</sup> )	(µg/m <sup>3</sup> )
1	26-05-2023	sexta-feira	20	16	ND	10
2	27-05-2023	<b>sábado</b>	16	16	ND	10
3	28-05-2023	<b>domingo</b>	15	13	ND	9
4	29-05-2023	segunda-feira	16	13	ND	12
5	30-05-2023	terça-feira	13	12	ND	12
6	31-05-2023	quarta-feira	9	9	ND	10
7	01-06-2023	quinta-feira	12	10	ND	11
8	02-06-2023	sexta-feira	16	14	ND	11
9	03-06-2023	<b>sábado</b>	18	15	ND	9
10	04-06-2023	<b>domingo</b>	14	15	ND	11
11	05-06-2023	segunda-feira	16	15	ND	7
12	06-06-2023	terça-feira	24	17	19	7
13	07-06-2023	quarta-feira	18	14	15	34
14	08-06-2023	quinta-feira	13	11	11	21
<b>Valor médio do período:</b>			<b>16</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>12</b>

ND - Não Disponível

É possível por regressão linear efectuar a **estimativa do valor médio anual e do 36º máximo diário daquela zona** usando os valores dos dias das medições obtidos nos pontos de medição e nas estações mais próximas. Esta estimativa é calculada com os dados disponíveis até à presente data, ou seja, com os dados não validados de 1 de janeiro a 5 de setembro de 2023.

**Tabela 9 – Estimativa do valor médio anual e do 36º máximo diário no ponto avaliado, para PM10**

Dados não validados de 2023							2023	
Dia nº	Alverca		Chamusca		Lourinhã		Ponto de Amostragem	
1	20		16		ND		10	
2	16		16		ND		10	
3	15		13		ND		9	
4	16		13		ND		12	
5	13		12		ND		12	
6	9		9		ND		10	
7	12		10		ND		11	
8	16		14		ND		11	
9	18		15		ND		9	
10	14		15		ND		11	
11	16		15		ND		7	
12	24		17		19		7	
13	18		14		15		34	
14	13		11		11		21	
Período	Campanha	Anual (*)	Campanha	Anual (*)	Campanha	Anual (*)	Campanha	
Médias 2023	15,7	13,5	13,6	12,2	15,0	12,9	12	
Percentil 2023 (90,4)	19,5	21,0	16,0	19,0	18,2	21,0	19	
							R <sup>2</sup>	
						Média (estimativa)	12	97%
						36º máximo (estimativa)	21	87%

(\*) Dados de 1 de janeiro a 5 de setembro de 2023

No caso presente é estimado para as PM<sub>10</sub> um valor médio anual *naquela zona em análise* de **12 µg/m<sup>3</sup>** e um 36º máximo diário de **21 µg/m<sup>3</sup>**.

Na tabela seguinte são apresentadas informações acerca do parâmetro PM<sub>10</sub> nas estações de qualidade do ar mais próximas da zona em questão e os valores médios anuais (com os dados não validados de 1 de janeiro a 5 de setembro de 2023).

Tabela 10 - Estatísticas disponíveis de PM<sub>10</sub> registados nas estações mais próximas (fonte: Qualar, APA)

Registos do Ano 2022 (PM <sub>10</sub> )					
Estação	Designação	Valor limite diário (µg/m <sup>3</sup> )	Excedências permitidas	36º máximo diário (*)	Média Anual (*) (µg/m <sup>3</sup> )
Alverca	VL + MT (valor limite + margem de tolerância)	50	35	21	13
Chmusca				19	12
Lourinhã				21	12

(\*) Calculado com dados não validados de 1 de janeiro a 5 de setembro de 2023

Os valores estimados com os resultados das medições são assim aparentemente bem corroborados pelos valores médios anuais das PM<sub>10</sub> obtidos nas estações que cobrem a zona em questão.

O Institute of Air Quality Management (IAQM, UK 2016) realizou numerosos estudos de emissões de PM<sub>10</sub> durante vários anos com diversos tipos de materiais da indústria extractiva inglesa, e definiu as seguintes categorias de receptores em função da distância às fontes:

Tabela 11 – Critério de receptores em função da distância

Categoria	Critério
Distante	O receptor está entre 200 m a 400 m da fonte de partículas
Intermédio	O receptor está entre 100 m a 200 m da fonte de partículas
Próximo	O receptor está a menos de 100 m da fonte de partículas

No caso presente, de acordo com a tabela anterior, o receptor avaliado situa-se numa zona “distante”.

Na figura seguinte é possível visualizar que, no caso específico de *calcário*, o decaimento das concentrações médias de PM<sub>10</sub> observa-se até distâncias da fonte de emissão na ordem dos 450 metros.

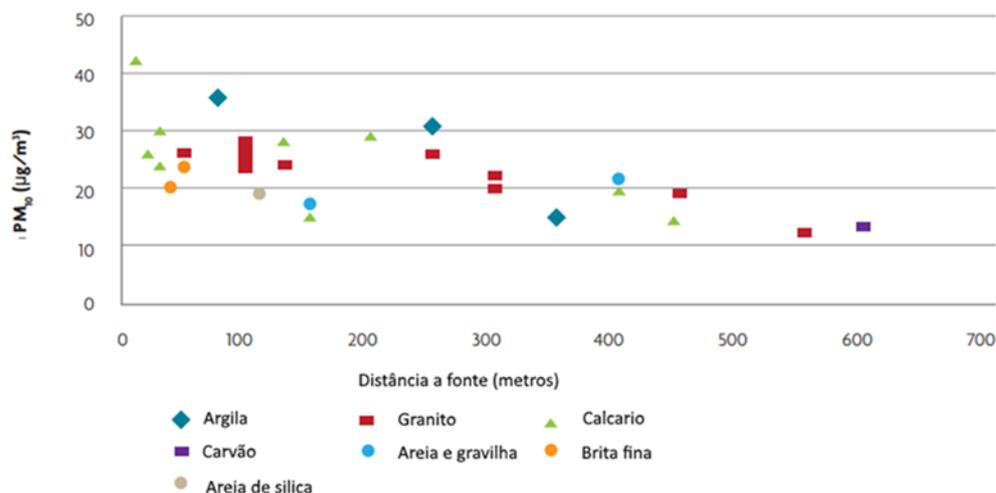


Figura 8 – Decaimento de PM<sub>10</sub> (média) em função da distância à fonte para vários tipos de materiais

## 6. PREVISÃO DE IMPACTES

O projeto de ampliação que se pretende levar a efeito prevê o aumento da área da pedreira em cerca de 2 hectares. A pedreira “Poerais nº4” é uma pedreira de exploração de laje e na atualidade está licenciada para uma área aproximada de 10.000 m<sup>2</sup>. A ampliação da pedreira permitirá que esta venha a ter uma área total próxima de 20.000 m<sup>2</sup>.

O método de desmonte do maciço é muito rudimentar, pelo que são utilizadas poucas máquinas nas explorações. O desmonte inicial da rocha é feito com recurso à giratória que arranca a pedra das bancadas. Seguidamente, a pedra é furada por um compressor. No furo coloca-se o guilho e as paletas.

A pedra é fraturada, percutindo o guilho com uma marreta de 6 a 8 kg. A pedra é “traçada” com a marreta em unidades retangulares com aproximadamente 0,2 a 0,4 m. Finalmente, estas são partidas com o martelo em unidades de pequenas dimensões (4-54 cm; 5-7 cm; 8-10 cm; 10-13 cm).



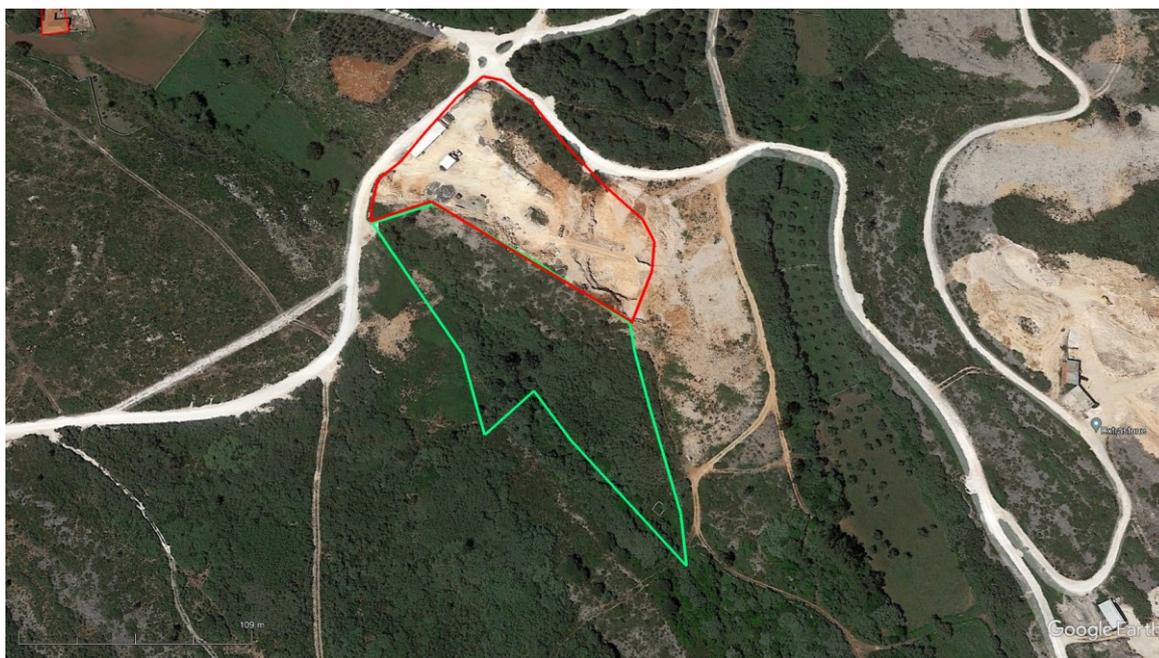
**Figura 9 – Área de exploração**



**Figura 10 – Oficina de corte de blocos**

A circulação da maquinaria na área de exploração restringe-se a pequenos períodos não sendo continua ao longo do dia. O arranque da pedra é feito com recurso a ripper ou ao braço da retroescavadora. Por carrada são transportados em média 1,5 m<sup>3</sup> de pedra para a oficina que é a área de transformação integrada na pedreira.

O projeto em avaliação consiste na ampliação da área atual da pedreira o que visa dar continuidade à exploração deste recurso mineral perspetivando-se um horizonte de vida útil da exploração/reservas exploráveis do recurso mineral a rondar os 17 anos. A empresa não usa qualquer tipo de explosivos no seu processo extrativo.



**Figura 11 – Área em exploração e área de ampliação (a verde)**



**Figura 12 – Área de ampliação (zona não decapada)**

No sentido de estimar os impactes específicos da exploração na qualidade do ar da zona foi efectuada a modelização matemática da dispersão no terreno real das poeiras PM<sub>10</sub> do polígono actual e futuro da exploração, usando como dados de base os factores de emissão previstos na *AP42, Fifth Edition, Volume I Chapter 11: Mineral Products Industry, Point 11.19.2 “Crushed Stone Processing and Pulverized Mineral Processing* referenciado AP- 42:Compilation of Air Pollutant Emission Factors, da EPA (USA) bem como os factores de emissão referidos nos capítulos *13.2.2 Unpaved Roads, 13.2.1 Paved roads e 13.2.5 Industrial wind erosion* e que se indicam de seguida:

### Factores de emissão (EPA - AP 42; Cap. 13.2.1)

Emissão difusa de partículas em período seco, em estradas pavimentadas (*)	Valor	Unidades
Factor de correcção para PM <sub>10</sub> (K)	4,6	g/veículo.km percorrido
Emissão dos gases de escape, pneus e travões	0,2119	g/veículo.km percorrido
"Deposição de finos na via" (sL) - Pedreiras	8,2	g/m <sup>2</sup>
Peso médio dos veículos circulantes	27	toneladas
<b><i>E - Factor de emissão de PM<sub>10</sub> para dias secos (P&lt;0,254 mm)</i></b>	<b>311</b>	<b>g/veículo.km percorrido</b>

(\*) Determinada segundo metodologia EPA - AP42; Cap. 13.2.1.

Factores de emissão difusa de partículas PM <sub>10</sub>	
Fonte de emissão	Factor de emissão
Circulação de veículos em estrada pavimentada (1)	311 g/veículo.km
Circulação de veículos em estrada não pavimentada (2)	965 g/veículo.km
Erosão provocada pelo vento (3)	4 800 g/ha.dia

(1) Fonte: EPA - AP 42; Cap. 13.2.1.

(2) Fonte: EPA - AP 42; Cap. 13.2.2.

(3) Fonte: "EA - Mining & Processing of Non-Metallic Minerals; ed. 2"

(4) Determinada segundo metodologia EPA - AP 42; Cap. 11.19.2.

Tabela 12 – Factores de emissão usados para obtenção de factor de emissão específicos do projecto (AP-42 (EPA))

Os dados de base considerados foram os seguintes:

<b>Dados de referência de laboração da exploração (sit. base)</b>		
<b>Ítem</b>	<b>Quantidades</b>	
Área total do projecto	1,00	ha
Vida útil da exploração	17	anos
Volume total a desmontar	44 610	m <sup>3</sup>
Ritmo médio de desmonte	1 800	m <sup>3</sup> /ano
Humidade do material extraído (EN 13755)	4,0	%
Fluxo de veículos pesados	1	veículos/dia
Peso médio de cada veículo descarregado	18	toneladas
Peso médio de cada veículo carregado	30	toneladas
Percurso efectuado em estrada pavimentada	2,6	km
Percurso efectuado em estrada não pavimentada	1,20	Km
N.º de dias úteis de trabalho / Ano	240	dias/ano
Área máxima exposta à erosão pelo vento	1,0	ha

**Tabela 13 – Dados de base para obter as emissões por tipo de fonte segundo a AP-42 (EPA)**

Estes dados permitem obter os factores de emissão gerados pela área de lavra actual e que se apresentam

<b>Emissão difusa de partículas PM<sub>10</sub></b>			<b>Factor de emissão</b>	
<b>Ítem</b>	<b>Emissão (g/dia)</b>			
Circulação de veículos em percurso pavimentado	1 353	17,9%	0,016	g/s.
Circulação de veículos em percurso não pavimentado	1 401	18,5%	0,016	g/s.
Áreas desmatadas expostas à erosão do vento	4 800	63,5%	5,56E-06	g.s/m <sup>2</sup>
<b>Emissão Total:</b>	<b>7 554</b>	<b>100%</b>		

**Tabela 14 – Contabilização das emissões anuais por tipo de fonte presente na lavra na situação futura**

Na situação futura os dados a considerar são os seguintes:

Dados de referência de laboração da exploração (sit. futura)		
Ítem	Quantidades	
Área total do projecto	2,00	ha
Vida útil da exploração	17	anos
Volume total a desmontar	44 610	m <sup>3</sup>
Ritmo médio de desmonte	1 800	m <sup>3</sup> /ano
Humidade do material extraído (EN 13755)	4,0	%
Fluxo de veículos pesados	1	veículos/dia
Peso médio de cada veículo descarregado	18	toneladas
Peso médio de cada veículo carregado	30	toneladas
Percurso efectuado em estrada pavimentada	2,6	km
Percurso efectuado em estrada não pavimentada	1,20	Km
N.º de dias úteis de trabalho / Ano	240	dias/ano
Área máxima exposta à erosão pelo vento	2,0	ha

Tabela 15 – Dados de base para obter as emissões por tipo de fonte segundo a AP-42 (EPA) na situação futura

Estes dados permitem obter os factores de emissão gerados pela área de lavra (global) futura e que se apresentam

Emissão difusa de partículas PM <sub>10</sub>			Factor de emissão	
Ítem	Emissão (g/dia)			
Circulação de veículos em percurso pavimentado	1 353	11,0%	0,016	g/s.
Circulação de veículos em percurso não pavimentado	1 401	11,3%	0,016	g/s.
Áreas desmatadas expostas à erosão do vento	9 600	77,7%	5,56E-06	g.s/m <sup>2</sup>
<b>Emissão Total:</b>	<b>12 354</b>	<b>100%</b>		

Tabela 16 – Contabilização das emissões anuais por tipo de fonte presente da nova área de lavra

O modelo usado foi o AERMOD View, da agência Norte Americana EPA, sendo usada a versão comercial mais recente 10.0.1 de 2021 da *Lakes Environmental*, sendo considerada a topografia existente. Estes modelos têm como base uma formulação gaussiana, utilizando a classificação da estabilidade de Pasquill-Gifford-Turner e surgindo como os mais indicados para a modelação da dispersão atmosférica na área em estudo, devido à possibilidade de simular a dispersão na atmosfera dos poluentes emitidos por fontes pontuais ou difusas, simples ou múltiplas, em terreno simples ou complexo.

Com base na área máxima do polígono irregular que contém toda a área da futura exploração e das vias de circulação não pavimentadas e pavimentadas, foi efectuada a simulação para valores de curto prazo (diários) e valores anuais com base nos dados meteorológicos horários anuais mais recentes disponíveis da estação mais próxima sendo obtidas as concentrações ao nível do solo, por forma a permitir obter padrões de distribuição de níveis de concentração de poluentes (isolinhas de concentração).

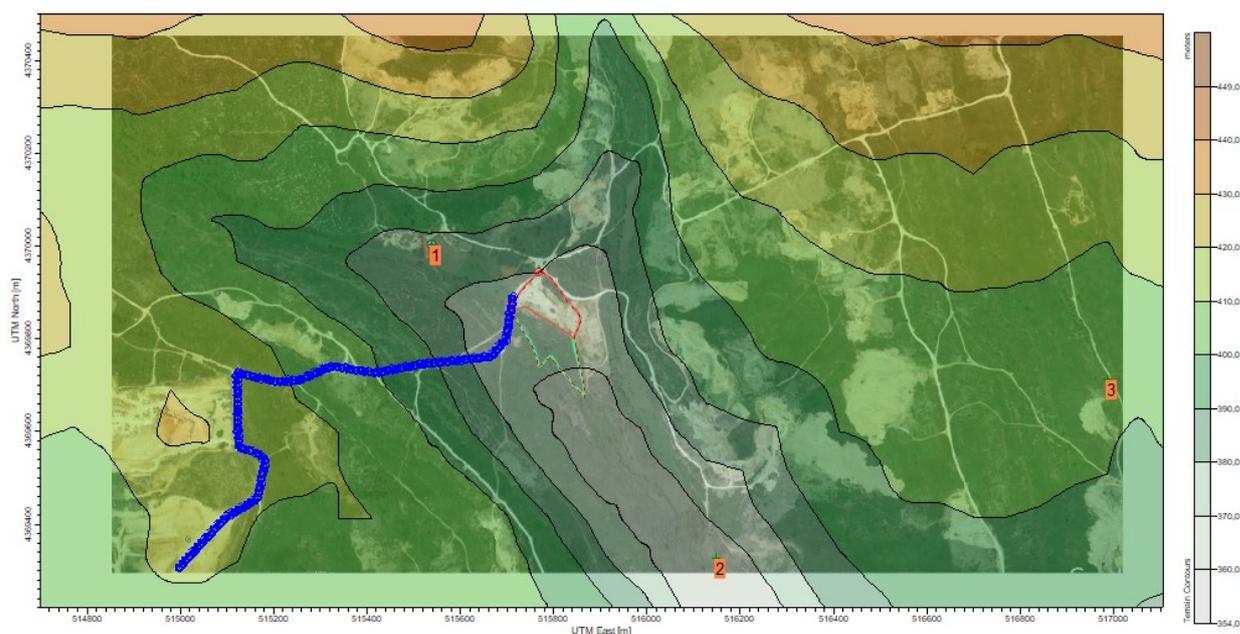
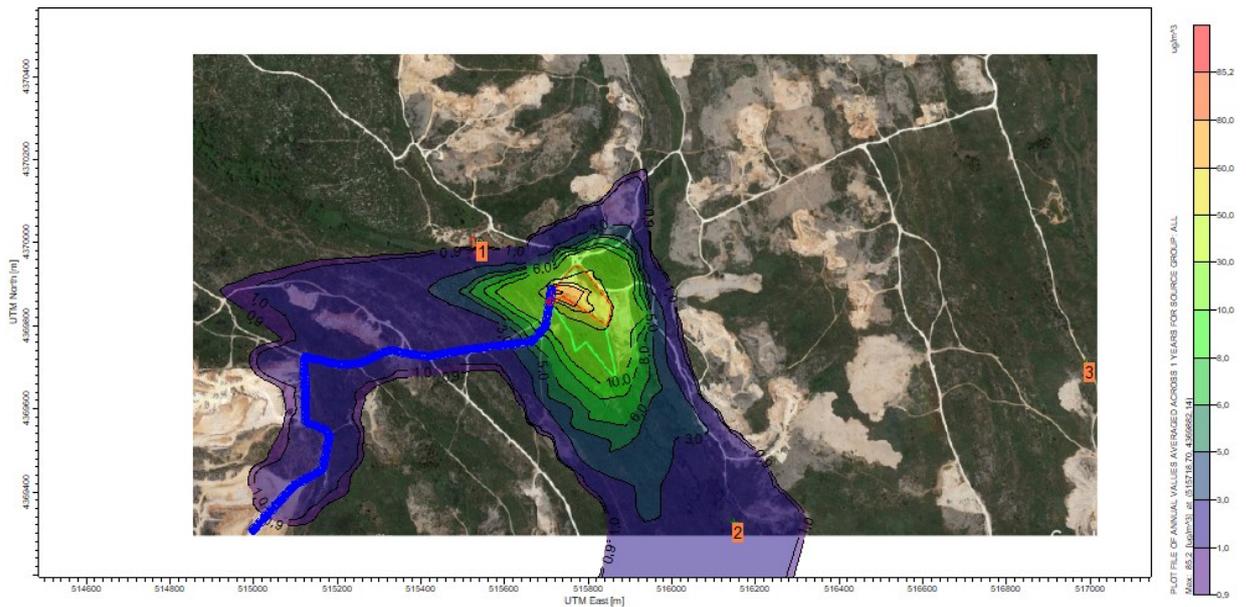


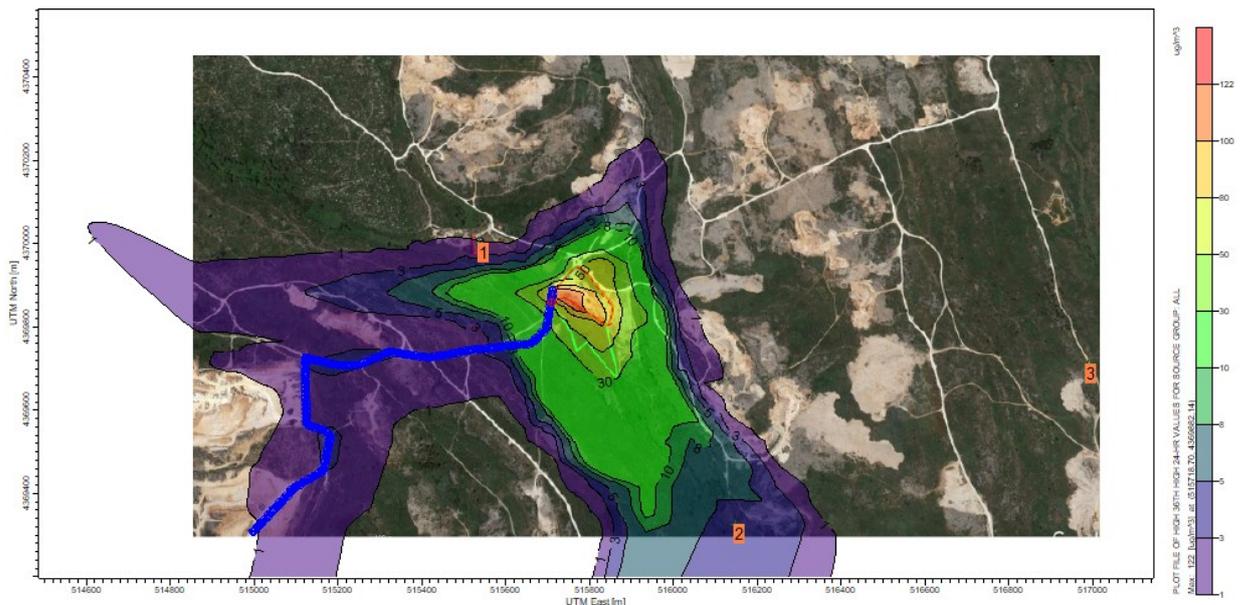
Figura 13 – Altimetria e vias consideradas nas modelizações

É possível ainda obter a concentração esperada em pontos específicos de recepção, sendo neste caso solicitada a previsão para o ponto P1 a Norte onde foram feitas as medições pontuais, e para mais dois pontos (não sensíveis) sitos na envolvente mas apenas para controlo uma vez que não existem mais recetores sensíveis num raio de 3300 metros.

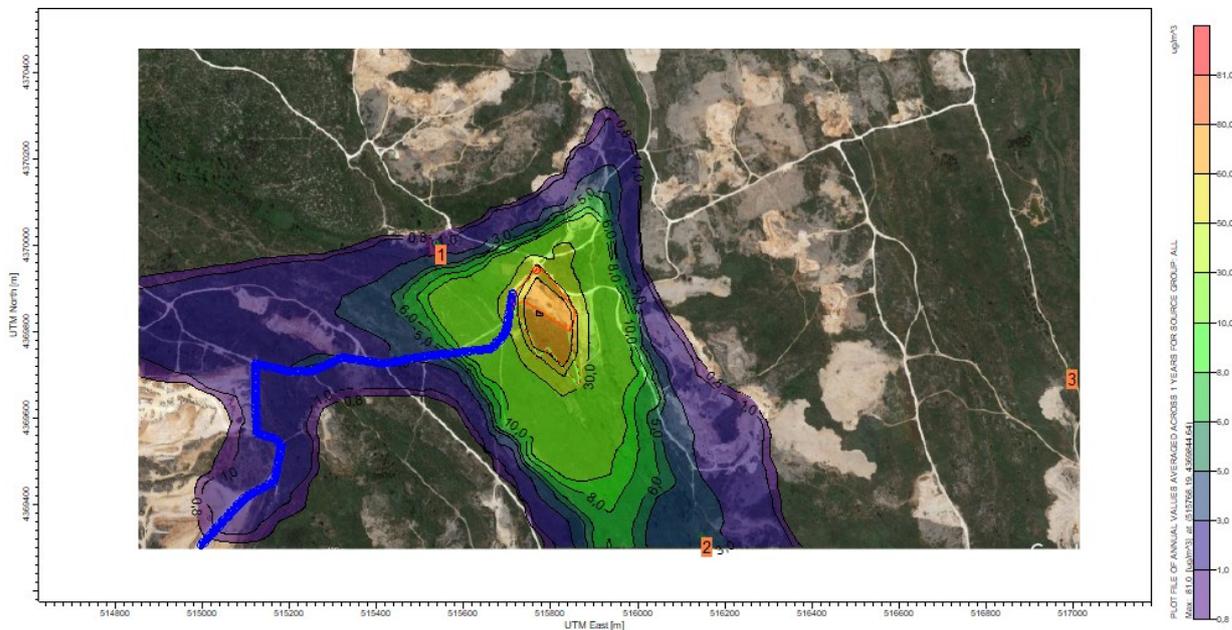
No modelo, além de ser inserido o polígono da exploração na fase actual e futura, é ainda inserido como fontes de linha a “emissão de estradas não pavimentadas e pavimentadas”. As figuras seguintes traduzem o penacho da dispersão anual de partículas PM<sub>10</sub> produzida pelo modelo nas duas situações para os indicadores “36º máximo diário” e para a “média anual”.



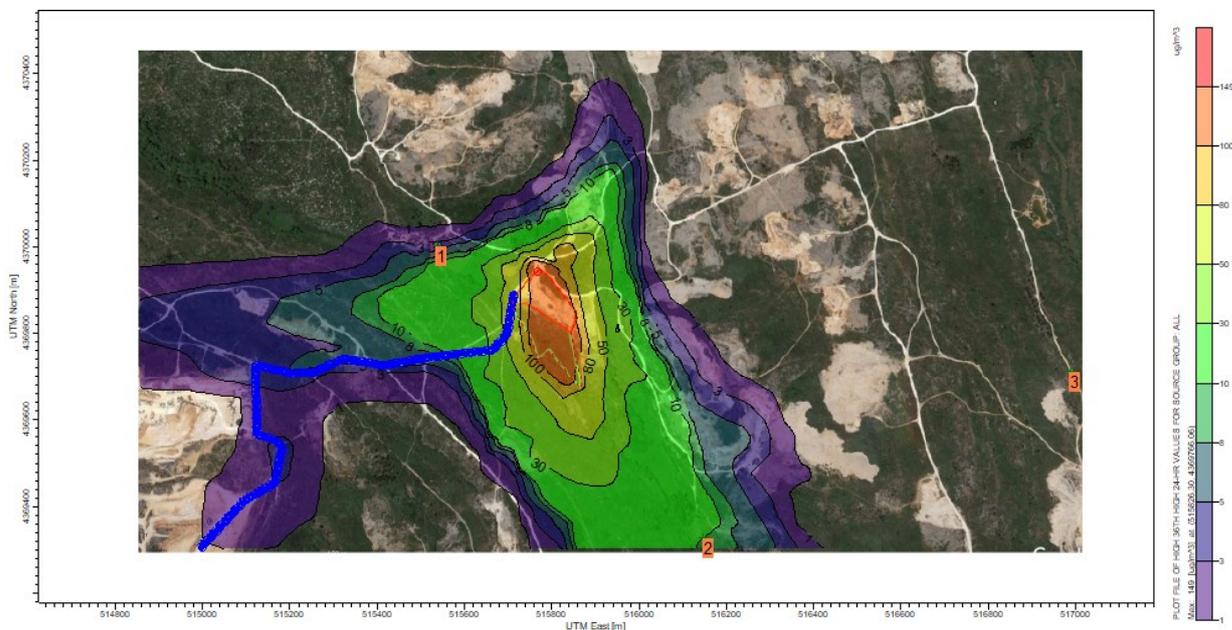
**Figura 14 – Isolinhas da dispersão de partículas PM<sub>10</sub> específicas da fonte (media anual) – Situação base**



**Figura 15 – Isolinhas da dispersão de partículas PM<sub>10</sub> específicas da fonte (36º máximo diário) – Situação base**



**Figura 16 – Isolinhas da dispersão de partículas PM<sub>10</sub> específicas da fonte (media anual) – Situação futura**



**Figura 17 – Isolinhas da dispersão de partículas PM<sub>10</sub> específicas da fonte (36º máximo diário) - Situação futura**

A tabela seguinte indica o resumo dos vários indicadores estimados nos pontos em análise:

Local / Valores estimados	Situação actual	Situação futura	Situação actual	Situação futura
	Media anual (µg/m³)	Media anual (µg/m³)	36º maximo diário (µg/m³)	36º maximo diário (µg/m³)
P1	0,6	1,3	1,3	3,6
P2	1,4	3,6	3,9	9,9
P3	0,1	0,1	0,2	0,5

Tabela 17. – Indicadores estimados de com emissão global, em cada ponto

### 6.1. Impactes cumulativos

Com base nos valores obtidos nas medições reais realizadas no ponto P1, foi possível estimar os indicadores anuais da zona usando regressão linear, com os valores obtidos nas estações da zona.

Esta estimativa permite obter a “concentração actual da zona”, ou seja, a “concentração de fundo de PM10” geradas por todas as fontes de PM10 presentes, na situação antes da ampliação. Desta forma foi estimado para a situação actual daquela zona um *valor médio anual* de **12µg/m³** e para o *36º máximo diário* um valor de **21µg/m³**.

Com base nestes valores e nos estimados que irão ser gerados pela nova área de lavra global, obtêm-se assim os dois indicadores para cada ponto assumindo a ausência de qualquer medida mitigadora:

Ponto N.º 1	36º maximo diário (µg/m³)	Media anual (µg/m³)	Fontes consideradas	Origem
A- Ponto de medição	21	12	Todas as presentes na situação base	Estimado por regressão / Percentil 90,4
B - Area em exploração actual	1,3	0,6	Emissões exclusivas da unidade	Modelizado para a fonte particular na sit. Base
C - "Concentração de fundo de PM10" da zona	20	11	Todas as outras fontes presentes, sem a pedreira	Calculado (A-B)
D - Emissão com lavra maxima	3,6	1,3		Modelizado para a fonte particular na sit. Futura
E - Emissão global com a lavra maxima	23	13	-	Calculado (C+D)
Limite	≤35 dias acima de 50	40	-	-

Tabela 18. – Indicadores anuais estimados para o ponto 1

Ponto Nº 2 -Sul	36º máximo diário (µg/m³)	Media anual (µg/m³)	Fontes consideradas	Origem
B - Area maxima em exploração	10	4	Emissões exclusivas da unidade	Modelizado para a fonte particular na sit. Futura
C -"Concentração de fundo de PM10" da zona	20	11	Todas as outras fontes presentes, sem a pedraira	Calculado
D - Emissão com lavra maxima	30	15	-	Calculado (B+C)
Limite	≤35 dias acima de 50	40	-	-

Tabela 19. – Indicadores anuais estimados para o ponto 2

Ponto Nº 3 - Este	36º máximo diário (µg/m³)	Media anual (µg/m³)	Fontes consideradas	Origem
B - Area maxima em exploração	0,5	0,1	Emissões exclusivas da pedraira	Modelizado para a fonte particular na sit. Futura
C -"Concentração de fundo de PM10" da zona	20	11	Todas as outras fontes presentes, sem a pedraira	Calculado
D - Emissão com lavra maxima	20	12	-	Calculado (B+C)
Limite	≤35 dias acima de 50	40	-	-

Tabela 20. – Indicadores anuais estimados para o ponto 3

## 6.2. Emissões globais anuais

A tabela seguinte permite observar as emissões mássicas anuais na situação actual e futura por tipo de fonte, com base nos factores de emissão atrás obtidos.

Fonte de emissão:	Emissão Actual	Unidade	Emissão Futura
Vias asfaltadas	203	Kg/ano	203
Vias não asfaltadas	210	Kg/ano	210
Erosão em area desmatadas	720	Kg/ano	1440
Rebentamentos+perfurações	0		6,4 ton/ano
Britadeira(primario + secundário, 1320 ton/dia)	0		823 Kg/ano
Central de betão (descarga+transporte em tapete coberto, 60 ton/dia)	0		94 kg/ano
Filler (AP42: fine crushing controlled, 130 ton/dia)	0		21 kg/ano
<b>TOTAL</b>	<b>1,1</b>	<b>Ton/ano</b>	<b>1,9</b>
<b>Considerações :</b>			
Nº diário de veiculos considerados	1	un	1
Nº dias secos considerados (Maio a Setembro)	150	un	150
Area maxima da exploração	10 000	m²	20000
<b>Emissão global em mg/m².dia (valor recomendado 100 a 350 *)</b>	<b>755</b>		<b>618</b>

\* valor indicado como não suscetível de gerar queixas em periodos de pico de emissão (Vallack and Shillito, 1998, QUARG, 1996)

Tabela 21. – Emissões mássicas nas situações de operação actual e futura

## 7. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

### 7.1. Análise de conformidade na situação actual

É possível verificar na situação avaliada as seguintes situações:

- O valor médio do parâmetro PM<sub>10</sub> do período de medição é de 12 µg/m<sup>3</sup>. O valor médio obtido apresenta um valor inferior ao valor limite anual definido para protecção de saúde humana (40 µg/m<sup>3</sup>). A análise deste valor será sempre indicativa e não extrapolável, uma vez que os limites legais se referem a um ano, enquanto o valor obtido reporta apenas ao período de medição;
- O valor limite diário do parâmetro PM<sub>10</sub> (50 µg/m<sup>3</sup>) **não foi excedido** em nenhum dos dias durante o período de amostragem. Nas estações próximas também não foi excedido o valor limite diário;
- O valor que corresponde a 80% do valor limite diário (40 µg/m<sup>3</sup>) **não foi excedido** durante a campanha. A Agência Portuguesa do Ambiente define que se a monitorização de PM<sub>10</sub> não ultrapassar o valor de 40 µg/m<sup>3</sup>, as medições anuais não são obrigatórias e nova avaliação deverá ser realizada pelo menos ao fim de cinco anos. No caso de este valor ser ultrapassado, a monitorização deverá ser efectuada anualmente, em particular em época seca;
- A estimativa efectuada do indicador “média anual” realizada com os valores obtidos na campanha de amostragem permite verificar que este deverá ser sempre igual ou inferior a 12 µg/m<sup>3</sup>, ou seja, **bastante abaixo** do limite anual de 40 µg/m<sup>3</sup>;
- A estimativa efectuada do indicador “36º máximo das médias diárias diário” realizada com os valores obtidos no período de amostragem permite verificar que este deverá ser sempre igual ou inferior a 21 µg/m<sup>3</sup>, ou seja, **bastante inferior** ao limite diário de 50 µg/m<sup>3</sup>, o que indicia que não deverão existir mais de 35 dias de excedência do limite diário;
- Face aos valores observados no fim-de-semana, **não é claramente perceptível** a influência das eventuais variações na intensidade de tráfego na qualidade do ar da zona;
- Os rumos de vento registados **não colocaram** o receptor na janela meteorologia mais favorável à propagação de material fino (na jusante dos ventos) embora com fraca frequência.

- Com base nos dados da Agência Portuguesa do Ambiente (APA), **não existiram alertas de concentrações elevadas de poeiras PM<sub>10</sub>** provenientes dos desertos do Norte de África (Sahara e Sahel) para o período de medição (*Previsão de Evento Natural*);
- O **índice de qualidade do ar definido pela Agência Portuguesa do Ambiente** de uma determinada área resulta da média aritmética calculada para cada um dos poluentes medidos em todas as estações da rede dessa área. Os valores assim determinados são comparados com as gamas de concentrações associadas a uma escala de cores sendo os piores poluentes responsáveis pelo índice. O índice diário (obtido com as médias diárias) varia de **Muito Bom** a **Mau** para cada poluente de acordo com a matriz de classificação seguidamente apresentada:

Tabela 22 - Classificação do Índice de Qualidade do Ar para PM<sub>10</sub> em µg/m<sup>3</sup> (2019)

Classificação	PM10	PM2.5	NO2	O3	SO2
Muito Bom	0-20	0-10	0-40	0-80	0-100
Bom	21-35	11-20	41-100	81-100	101-200
Médio	36-50	21-25	101-200	101-180	201-350
Fraco	51-100	26-50	201-400	181-240	351-500
Mau	101-1200	51-800	401-1000	241-600	501-1250

A figura seguinte mostra graficamente o Índice de Qualidade do Ar para PM<sub>10</sub> nos dias do período de amostragem.

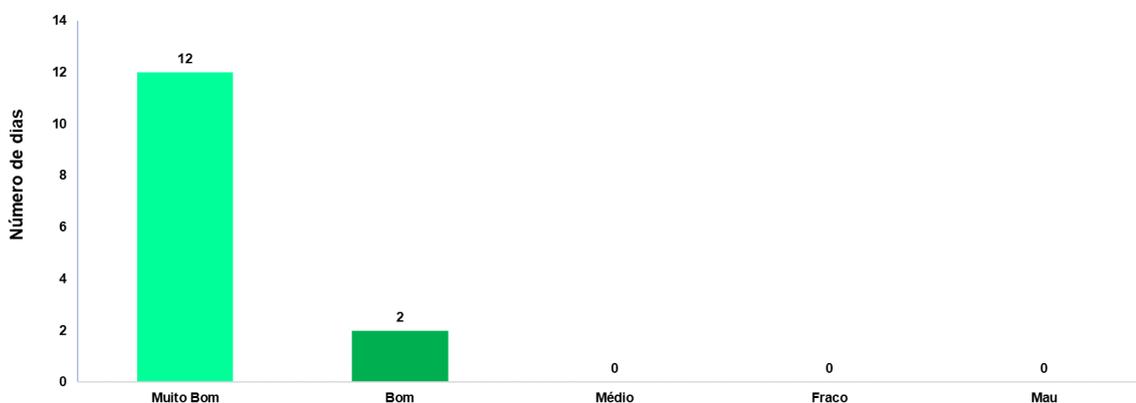


Figura 18 – Índice de Qualidade do Ar para PM<sub>10</sub> durante o período de medição

## 7.2. Análise de conformidade na situação futura

- No ponto P1 avaliado, obteve-se, após modelação, uma estimativa de concentração de PM<sub>10</sub> **inferior a 40µg/m<sup>3</sup>** para a *média anual* na situação de exploração com a área máxima da lavra. Nos demais locais analisados (P2 e P3), este indicador apresentará igualmente valores inferiores ao limite anual, o que revela que este indicador não deverá ser excedido nesses locais.
- Para o 36º máximo diário, é estimado na situação de plena laboração da nova área de lavra em P1, P2 e P3 **um valor inferior a 50µg/m<sup>3</sup>**, o que revela que nesses locais não irá ocorrer mais de 35 dias anuais com excedência do limite diário. O limiar superior de avaliação para este indicador (35µg/m<sup>3</sup>) correspondente a 70% do valor limite não será igualmente superado em nenhum local, com base nesta estimativa.
- As emissões globais apresentam, na situação futura, um valor de potencial incomodidade de 618mg/m<sup>2</sup>. dia, acima do recomendado em bibliografia, mas melhor que na situação de base, não tendo sido considerado, no entanto, a implementação de qualquer medida mitigadora.

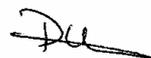
Marinha Grande, 7 de setembro de 2023

Elaborado por:



Eng.ª Susana Cordeiro

Director Técnico:



Eng.º Pedro Silva

# Anexos



Signature Not Verified

Digitally signed by  
LABMETRO Online  
Date: 2020.07.10  
11:25:09 +01:00  
Reason: Documento  
aprovado  
electronicamente

Laboratório de Calibração em  
Metrologia Física



Instalações Oeiras

## Certificado de Calibração

Data de emissão: 2020.07.09

Certificado N.º : CGAST30/20

Página 1 de 2

Equipamento:	<b>Calibrador primário de fluxo de ar</b>	Indicação:	Digital
	Marca: Drycal	Nº ident.:	02/20/AA
	Modelo: DCL-MH	Nº série:	1018
	Intervalo de medição: 0,2 l/min a 0,9999 l/min	Resolução: (do dispositivo afixador)	0,0001 l/min
	Intervalo de medição: 1 l/min a 9,999 l/min	Resolução: (do dispositivo afixador)	0,001 l/min
	Intervalo de medição: 10 l/min a 20 l/min	Resolução: (do dispositivo afixador)	0,01 l/min

Cliente: **PEDAMB ENGENHARIA AMBIENTAL LDA**  
 RUA ANÍBAL H ABRANTES, Nº 13  
 2430-069 MARINHA GRANDE

Data de Calibração: 2020.07.09

Condições Ambientais: Temperatura: ( 19,8 ± 0,5) °C Humidade Relativa: 56,7 %hr

Procedimento: PO.M-DM/GÁS - 001 Ed.I Rev.01  
 PO.M-DM/GÁS - 004 Ed.F Rev.00

Rastreabilidade: Gasómetro 500 dm³ Nº ID LG 002, rastreado ao IPQ - Instituto Português da Qualidade.  
 Cronómetro Nº LG 048, rastreado ao ISQ - Instituto de Soldadura e Qualidade.

Estado do Equipamento: Não foram identificados aspectos relevantes que afectassem os resultados.

Resultados: Encontram-se apresentados na(s) folhas em anexo.  
 "A incerteza expandida apresentada, está expressa pela incerteza-padrão multiplicada pelo factor de expansão k=XX, o qual para uma distribuição normal corresponde a uma probabilidade de, aproximadamente, 95%. A incerteza foi calculada de acordo com o documento EA-4/02."

Calibrado por

Nuno Filipe Dias

Responsável pela Validação

Tânia Farinha (Responsável Técnico)

labmetro@isq.pt

Lisboa: Av. Prof. Cavaco Silva, 33 • Taguspark • 2740-120 Oeiras • Portugal  
Tel.: +351 214 229 034/228 186

http://metrologia.isq.pt

Porto: Rua do Mirante, 258 • 4415-491 Grijó • Portugal  
Tel.: +351 227 471 958



Laboratório de Calibração em  
Metrologia Física

## Continuação do Certificado

Certificado N.º : CGAS730/20

Página 2 de 2

Registo de dados: (Ensaio realizado com ar)

Valor de Equipamento l/min	Valor de Referência l/min	Erro de Medição l/min	Erro Relativo %	Incerteza Expandida l/min	Factor de Expansão k
0,2076	0,1838	0,0238	12,95	± 0,0016	2,05
1,030	0,9832	0,047	4,76	± 0,0087	2,05
1,509	1,448	0,061	4,21	± 0,013	2,05
2,504	2,404	0,100	4,16	± 0,021	2,05
3,018	2,907	0,111	3,82	± 0,026	2,05
4,006	3,892	0,114	2,93	± 0,035	2,05
16,05	16,15	-0,10	-0,62	± 0,14	2,05
19,02	19,17	-0,15	-0,80	± 0,17	2,05

Calibrado por

Nuno Filipe Dias

Responsável pela Validação

Tânia Farinha (Responsável Técnico)

[labmetro@isq.pt](mailto:labmetro@isq.pt)

Lisboa: Av. Prof. Cavaco Silva, 33 • Taguspark • 2740-120 Oeiras • Portugal  
Tel.: +351 214 229 034/228 186

<http://metrologia.isq.pt>

Porto: Rua do Mirante, 258 • 4415-491 Grijó • Portugal  
Tel.: +351 227 471 958

**Equipamento** Balança  
**Fabricante** RADWAG  
**Modelo** XA 110/X  
**Nº de Série** 274024/09  
**Código Interno** 01/09/G

**Data de Execução**

2022-02-21

**Data de Emissão**

2022-02-21

**Entidade** Pedamb - Engenharia Ambiental Lda

**Morada** Rua Aníbal H.Abrantes,13  
2430-069 Marinha Grande

**Condições Ambientais**  
Temperatura T = 18,7 ± 1 °C  
Humidade Relativa H.R = 51,4 ± 10 %hr  
Pressão Atmosférica P.A. = 1024,8 ± 5 hPa

**Local de Calibração** Nas instalações do Cliente.  
Laboratório

**Procedimento** PC 0901, Edição A, Revisão 01

**Rastreabilidade** Os resultados apresentados estão rastreados a padrões nacionais ou internacionais que realizam as unidades de medição de acordo com o Sistema Internacional de Unidades (SI).

**Incerteza** A incerteza de medição expandida apresentada, está expressa pela incerteza de medição padrão, multiplicada por um fator de expansão "k" que corresponde a uma probabilidade de cobertura de aproximadamente 95%. A incerteza foi calculada de acordo com o Doc. EA-4/02.

Digitally signed by EIA - Electronica Industrial de Alverca Lda  
Date: 2022.02.21 15:44:19 +00:00  
Reason: Documento aprovado electronicamente

**Executado Por**

Gonçalo Balteiro

**O Responsável Técnico**

*Francisco Almeida*

Francisco Almeida

Os resultados apresentados referem-se apenas aos itens calibrados. Não pode ser reproduzido parcialmente

## Ensaio Prévio

Massa Padrão [ g ]	Leitura na Balança [ g ]	Erro de Indicação [ g ]
0,099996	0,10003	0,00003
20,000012	20,00007	0,00006

Foi efectuada a regulação do Instrumento de Pesagem, segundo as instruções do fabricante, com a sua Massa Interna.

## Ensaio de Excentricidade

Carga [ g ]	Posição	Leitura na Balança [ g ]
50,000040	Centro	50,00002
	Esquerda Superior	50,00006
	Direita Superior	50,00002
	Direita Inferior	49,99995
	Esquerda Inferior	49,99993

O valor da Excentricidade Máxima, calculado como a maior diferença de erros de indicação entre os cantos e o centro do prato, por aplicação excêntrica da carga de 50,000040 g foi de -0,00009 g

## Ensaio de Exatidão

Alcance: 0,001 a 100 g

»»

Resolução: 0,00001 g

Massa Padrão [ g ]	Leitura na Balança [ g ]	Erro de Indicação [ g ]	Vef	K	Incerteza Cal. ± [ g ]
-----	0,00000	0,0000000	> 500	2,00	0,0000058
0,001999	0,00198	-0,0000190	> 500	2,00	0,0000094
0,099996	0,09998	-0,000016	103	2,02	0,000015
0,500008	0,50001	0,000002	72	2,04	0,000021
20,000012	20,00000	-0,000012	55	2,05	0,000065
70,000052	70,00014	0,00009	57	2,04	0,00015

Pontos a pedido do cliente.

**CRITERIOS OPERACIONAIS - AR AMBIENTE PM10/PTS - PARTISOL 2025**



PESAGEM:	Item	Critério	Observações
	Temperatura media da sala	23°C ± 2°C	nas utimas 24 horas
	Humidade média da sala	50% ± 5	nas ultima 24 horas
	Filtros a usar de 47 mm	Quartzo ou PTFE	≥99,5% e diametro de 0,3 µm
	Deriva da balança c/ massa referênciã	< 20 µg	
	Nº Brancos de sala pesagens	1 por lote / 1 cada 20	
	Nº de brancos de campo	mínimo 1 ou 5%	
	Deriva da balança c/ filtros "brancos da sala"	< 40 µg	
	Tempo de climatização	≥48h	
	Temp. armazenamento dos filtros	<23°C	
	Tempo entre as 2 pesagens	12 horas	
	Variacão maxima entre pesagens de filtros usados	60 µg	se variacão > 60µg ANULAR !!
	Tempo pesagem apos colheita	< 10 dias	
	Tempo amostragem após pesagem	< 30 dias	
<b>CALIBRAÇÃO:</b>	<b>Equipamento de referência</b>	<b>Frequencia calibracão</b>	<b>Critério</b>
	Calibrador primário de caudal	Bianal	
	Termo higrómetro	Bianal	
	Barómetro	anual	
	Balança microanalítica	Anual	
	Balança microanalítica	Antes de usar (cal. interna)	
	Termo higrómetro (c/ logger) da sala	semestral (verificacão)	
	<b>PARTISOL 2025</b>	<b>Frequencia verificacão</b>	
	Sensor de temperatura	mensual	± 4°C
	Sensor de pressão	mensual	± 5 mmHg
	Caudal	3 em 3 meses	±2% VN (variación ) 5% caudal medio
	Fugas	apos 5 amostragens	< 80 ml/min
	Tubos, o-rings,	3 em 3 meses	
	Dreno de agua	apos amostragem	
	Porta filtros	apos amostragem	
Relógio	apos amostragem		
Tempo de amostragem	apos amostragem	1380 a 1500 minutos (24h = 1440min)	



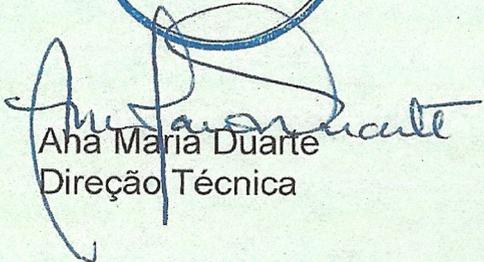
## Certificado de Participação

Certificamos que **PEDAMB - Engenharia Ambiental, Lda. - Laboratório de Monitorização Ambiental** participou no Ensaio de Aptidão de **Qualidade do Ar Ambiente – PARTÍCULAS EM AR AMBIENTE 2012.**

As regras de confidencialidade estipuladas impedem a divulgação da codificação, atribuída à entidade no Relatório Final, sem sua autorização prévia.

Lisboa, 6 de junho de 2013



  
Ana Maria Duarte  
Direção Técnica

UK Equivalence Programme for Monitoring of Particulate Matter

Analysis of TEOM datasets shows that the use of the 1.3 factor (in addition to those already contained within the TEOM units) does not lead to any adherence to the equivalence criteria set out in this study. Further, were the TEOM units to be replaced with any of the instruments that are deemed to meet the equivalence criteria (either with or without correction) there would likely be an increase in daily LV exceedences reported at locations with a significant volatile mass fraction. It would not be known whether this was due to the change in monitoring method or an actual change in ambient concentrations.

The following table provides an overall summary of the results of the current study for each instrument included. The operation of candidate instruments in configurations different from those employed in this study may constitute a different method, and it cannot be assumed that the conclusions are transferred.

Candidate Instrument	PM Size Fraction	Manufacturer	Equivalence Criteria Met?	Correction Required
Partisol 2025	PM <sub>10</sub>	Thermo Electron Corporation	Meets equivalence criteria.	No correction required.
TEOM	PM <sub>10</sub>	Thermo Electron Corporation	Does not meet equivalence criteria.	Correction does not aid the adherence of equivalence criteria.
PM <sub>10</sub> FDMS	PM <sub>10</sub>	Thermo Electron Corporation	Meets equivalence criteria.	No correction required.
PM <sub>2.5</sub> FDMS	PM <sub>2.5</sub>	Thermo Electron Corporation	Meets equivalence criteria.	No correction required.
SM200 by Beta	PM <sub>10</sub>	Opsis AB	Meets equivalence criteria.	No correction required.
SM200 by Mass	PM <sub>10</sub>	Opsis AB	Meets equivalence criteria after application of slope and intercept correction factors.	$SM200Mass_{Corrected} = \frac{(SM200Mass - 1.286)}{0.819}$
BAM <sup>†</sup>	PM <sub>10</sub>	Met-One	Meets equivalence criteria after application of a slope correction factor	<p>If flow reported at standard conditions:</p> $BAM_{Corrected} = \frac{BAM}{1.211}$ <p>If flow corrected to ambient conditions:</p> $BAM_{Ambient\ Corrected} = \frac{BAM_{Ambient}}{1.273}$

† The Met-One Smart heated BAM was also included in this study, however upon analysis of the data it was discovered that the instrument had been supplied with an incorrect configuration, and the instrument has been excluded from statistical analysis.