

ANÁLISE DE PARTÍCULAS PM₁₀ NO AR AMBIENTE

Relatório n.º MG.932-PM/25 Ed1

SOUSA & CATARINO, LDA

Rua D. Maria Pia, S/N, Moleanos

2460-615 Aljubarrota (Prazeres)

setembro 2025

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	5
2. DESCRIÇÃO DO TRABALHO	8
2.1. Desvios ao plano de monitorização.....	14
2.2. Desvios ao método de ensaio	14
3. EQUIPAMENTO UTILIZADO.....	15
4. DEFINIÇÕES	15
5. RESULTADOS OBTIDOS	17
6. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	36
6.1. Análise de conformidade	36

ANEXOS

Certificado de calibração do calibrador de caudal

Certificado de calibração do equipamento

Certificado de conformidade do equipamento usado segundo a norma EN 16450

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Parâmetros avaliados e método usado	8
Tabela 2 - Caracterização meteorológica do período de medição.....	14
Tabela 3 – Equipamentos utilizado nas medições.....	15
Tabela 4 - Resultados obtidos para PM ₁₀ no ponto de medição e comparação com valor limite para 24h e média anual.....	18
Tabela 5 – Indicadores de recolha de dados no período de medição e anual	19
Tabela 6 - Categorias de estabilidade de Beaufort.....	19
Tabela 7 - Frequências dos rumos de vento observados no período de medição e correspondentes rumos críticos	22
Tabela 8 - Frequências dos rumos de vento na estação de Monte Real (série IPMA).....	24
Tabela 9 - Dados de PM10 registados nas estações mais próximas, durante o período de amostragem (fonte: Qualar, APA)	25
Tabela 10 – Estimativa do valor médio anual e do 36º máximo diário no ponto de medição, para PM10	26
Tabela 11 - Estatísticas disponíveis de PM10 registados nas estações mais próximas (fonte: Qualar, APA)	27
Tabela 12 – Critério de recetores em função da distância.....	27
Tabela 13 – Factores de emissão usados para obtenção de factor de emissão específicos do projecto (AP-42 (EPA)).....	29
Tabela 14 – Dados de base para obter as emissões por tipo de fonte segundo a AP-42 (EPA).....	30
Tabela 15 – Factores de emissão obtidos por tipo de fonte presente na lavra na situação base	30
Tabela 16 – Factores de emissão obtidos por tipo de fonte presente na lavra na situação de lavra máxima.....	31
Tabela 17. – Indicadores estimados com emissão global, em cada ponto	35
Tabela 18. – Emissões mássicas nas situações de operação actual e futura.....	36
Tabela 13 – Média anual estimada de PM10 e comparação com LIA e LSA.....	37

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Esquema de recetor de fundo e recetor "crítico de jusante" para um determinado rumo de vento.....	10
Figura 2 - Amostrador usado no ponto de medição a sul da pedreira "Vale Cordeiro".....	11
Figura 3 - Localização da pedreira "Vale Cordeiro" e do ponto de medição de partículas PM10	12
Figura 4 – Envolvente da pedreira "Vale Cordeiro." num raio de 1000 metros.....	13
Figura 5 – Representação gráfica dos resultados obtidos para PM ₁₀ no ponto de medição e comparação com valor limite para 24h e média anual.....	18
Figura 6 – Rosa dos ventos do período de amostragem	20
Figura 7 – Rosa dos ventos do período de amostragem: sobreposição com o terreno real.....	21
Figura 8 - Classes de frequência dos ventos no período global de amostragem	23
Figura 9 – Decaimento de PM10 (média) em função da distância à fonte para vários tipos de materiais	28
Figura 10 – Malha de recetores considerada	32
Figura 11 – Altimetria da zona	33
Figura 12 – Isolinhas da dispersão de partículas PM10 específicas da fonte com média anual – situação base	33
Figura 13 – Isolinhas da dispersão de partículas PM10 específicas da fonte do 36º máximo diário – situação base.....	34
Figura 14 – Isolinhas da dispersão de partículas PM10 específicas da fonte com media anual – situação futura.....	34
Figura 15 – Isolinhas da dispersão de partículas PM10 específicas da fonte 36º máximo diário – Situação futura.....	35

Análise de partículas PM₁₀ no ar ambiente

Sousa & Catarino, Lda

1. INTRODUÇÃO

Caracterizaram-se as emissões de poeiras em suspensão na fração PM₁₀ por períodos de 24 horas durante 15 dias, num ponto de medição junto a uma habitação a Sul da zona envolvente de uma pedreira nominada por “Vale Cordeiro N.º 9”, localizada em Ataija de Cima Alcobaça, propriedade da empresa “Sousa & Catarino, Lda”, com a unidade em laboração nominal e indicada como sendo a normal.

Com esta avaliação pretende-se efetuar a análise de conformidade deste indicador face aos valores definidos para PM₁₀ 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 o indicador de qualidade do ar aplicável às partículas.

A exposição prolongada a partículas em suspensão (PM_{2.5} e PM₁₀) 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 (PM₁₀ e PM_{2.5}), o dióxido de azoto (NO₂) e o ozono ao nível de superfície (O₃), 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 diretrizes mais restritivas da Organização Mundial de Saúde (OMS), corresponde à exposição de 82% dos habitantes das cidades.

As partículas PM₁₀ 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 – PM₁₀) 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.

Requerente: Sousa & Catarino, Lda

Técnico de campo: Pedro Silva (Eng.º)

Elaborado por: Nuno André (Eng.º)

Aprovado por: Pedro Silva (Eng.º)

Data desta edição: 21/11/2025

Notas

- Os resultados apresentados neste relatório referem-se exclusivamente às medições dos parâmetros PM_{2.5} e/ou PM₁₀ nas condições operacionais observadas no(s) período(s) de medição;
- Os pareceres ou opiniões expressas no relatório não estão incluídos no âmbito da acreditação;
- A incerteza expandida está expressa pela incerteza-padrão multiplicada pelo fator de expansão $k=2,0$, o qual para uma distribuição normal corresponde a uma probabilidade de expansão de aproximadamente 95%;
- Este relatório só pode ser reproduzido na íntegra, exceto quando haja autorização expressa do LMA da Pedamb;
- Esta edição substitui integralmente qualquer edição anterior.

2. DESCRIÇÃO DO TRABALHO

As análises foram efetuadas com base em elementos constantes na norma europeia de referência EN16450:2017 - Ambient air - Automated measuring systems for the measurement of the concentration of particulate matter (PM₁₀; PM_{2,5}) por método equivalente, tal como constante 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 No caso presente serão analisados as partículas em suspensão através dum sensor ótico as partículas na fração aerodinâmica inferior a 10 µm (PM₁₀), ou seja, as partículas em suspensão suscetíveis de passar através de um filtro com 50% de eficiência para um diâmetro aerodinâmico de 10 µm.

Na tabela seguinte apresentam-se os parâmetros a determinar, bem como o respetivo método de amostragem e ensaio.

Tabela 1 - Parâmetros avaliados e método usado

Ensaio	Norma / Procedimento	Acreditação
Amostragem e determinação de partículas em suspensão: fração PM ₁₀ Método de dispersão de luz	EN 16450:2017	A

A – Ensaio Acreditado NA – Ensaio Não Acreditado

Foi utilizado um amostrador APM-2 (COMDE DERENDA, Alemanha) que se encontra devidamente validado para a norma em questão na gama de 0-1000 µg/m³, tendo sido efetuadas as amostragens a caudal constante durante períodos de 24 horas, em **15 dias** consecutivos, com início de cada amostragem às zero horas de cada dia.

O equipamento e os procedimentos de controlo de qualidade obedecem a especificações do fabricante do equipamento. O monitor de dispersão de luz mede pulsos de luz espalhados numa direção específica (ou seja, para a frente, para o lado ou para trás) e emite um sinal determinado pela dimensão e concentração de partículas transportadas pelo ar no fluxo da amostra. O instrumento é calibrado pela amostragem de concentrações de partículas de tamanhos padronizados, enquanto controla todos os outros parâmetros críticos. A concentração de massa PM_{2,5/10} é calculada pela conversão do número de partículas medidos por unidade de tempo, em massa por unidade de volume, usando análise de regressão linear múltipla dedicada ou com densidades de partículas predefinidas.

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 afetem 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 direta 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 instalados 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 direcionais* de amostragem.

Deve também atender-se aos seguintes fatores:

- a) Fontes interferentes;
- b) Segurança do equipamento;
- c) Acessibilidade;
- d) Disponibilidade de energia elétrica e comunicações telefónicas;
- e) Visibilidade do local em relação ao espaço circundante;
- f) Segurança do público e dos operadores;
- g) Conveniência de efetuar 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 direção 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 direção dos ventos dominantes.

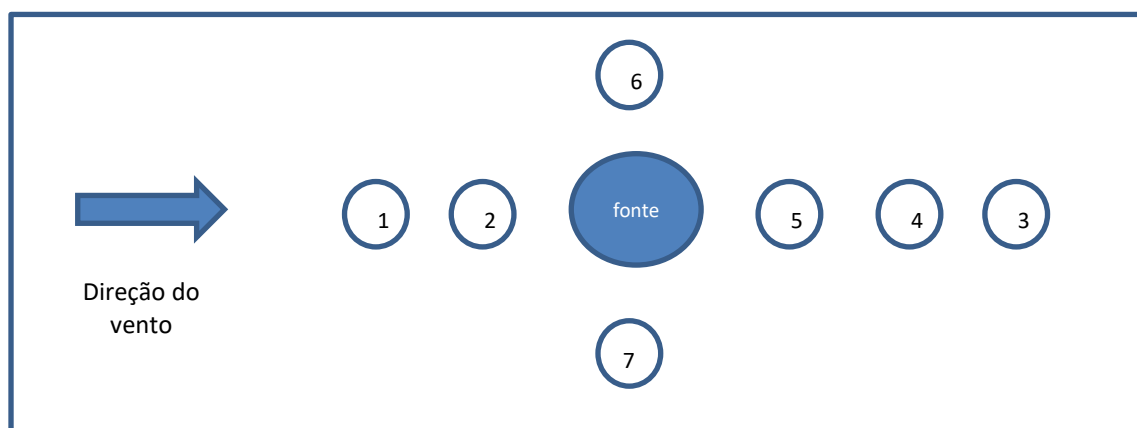


Figura 1 - Esquema de recetor de fundo e recetor "crítico de jusante" para um determinado rumo de vento

Como a avaliação efetuada utiliza um método de amostragem *omnidirecional* (colheita em todas as direções), 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.

Para a realização das medições foi colocado um amostrador junto a uma habitação a cerca de 80 metros a sul da envolvente da pedreira "Vale Cordeiro", propriedade da empresa "Sousa & Catarino, Lda" conforme mostrado na Figura 2.. Assim sendo, estima-se que um período alargado de medição irá permitir obter dias com situações de propagação favorável (situação de downwind/jusante).



Figura 2 - Amostrador usado no ponto de medição a sul da pedreira “Vale Cordeiro”.

Na Figura 3 é mostrada a localização da pedreira “Vale Cordeiro” e do ponto de medição de partículas PM₁₀. Verificou-se que na envolvente da pedreira existe a presença de outras fontes de eventual emissão de material particulado fino em suspensão, em concreto a estrada IC9.



Figura 3 - Localização da pedreira "Vale Cordeiro" e do ponto de medição de partículas PM₁₀

Todo o aglomerado habitacional importante situa-se a Norte, Sul Este e Oeste da exploração, nas aldeias de Vale Vazão, Ataija de Cima, Casais de Baixo e Cadoiço, respetivamente.

Na Figura 4 é mostrada a envolvente da pedreira "Vale Cordeiro" num raio de 1000 metros.

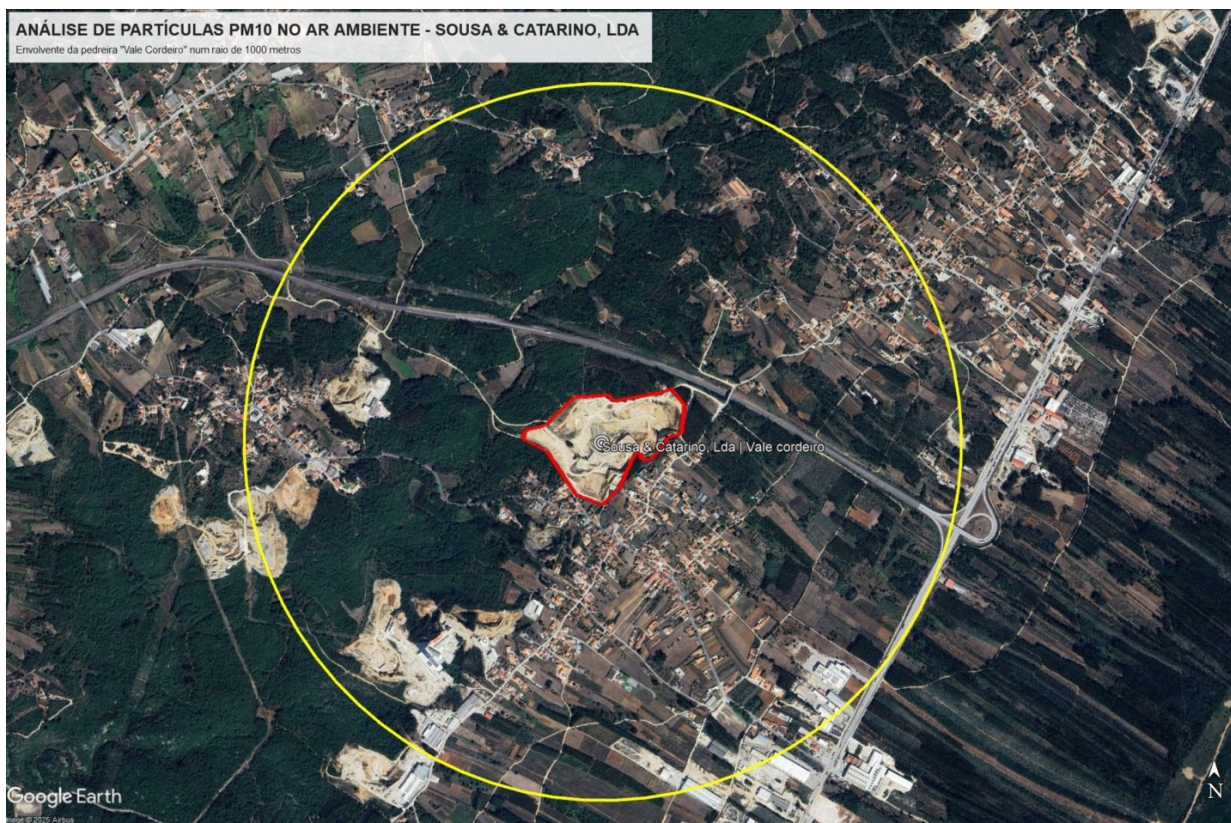


Figura 4 – Envoltente da pedreira "Vale Cordeiro." num raio de 1000 metros

A laboração da pedreira ocorre das 8:30h às 17:30h em dias úteis da semana. Durante a campanha a empresa encontrou-se em laboração normal no período das monitorizações, conforme comprovado visualmente e pela informação fornecida pelos responsáveis da pedreira.

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		
05/09/2025	19	76	12,3	248	OSO	1017	0,0
06/09/2025	18	76	8,6	316	NO	1013	0,0
07/09/2025	20	86	12,6	256	OSO	1016	11,7
08/09/2025	18	75	22,3	305	NO	1020	0,0
09/09/2025	18	73	19,5	332	NNO	1021	0,0
10/09/2025	20	92	11,0	291	ONO	1020	1,7
11/09/2025	20	85	11,3	257	OSO	1023	0,0
12/09/2025	20	82	12,4	271	O	1022	0,0
13/09/2025	18	78	9,8	383	Não é	1022	0,0
14/09/2025	20	87	14,0	374	Não é	1023	0,1
15/09/2025	19	81	17,9	305	NO	1022	0,0
16/09/2025	17	84	7,5	375	Não é	1021	0,0
17/09/2025	17	80	7,9	275	O	1021	0,0
18/09/2025	18	77	6,7	240	OSO	1020	0,1
19/09/2025	21	69	7,0	248	OSO	1019	0,1
20/09/2025	19	83	12,5	350	N	1020	0,0
21/09/2025	17	68	24,2	308	NO	1021	0,0
22/09/2025	15	65	15,7	288	ONO	1020	0,0

2.1. Desvios ao plano de monitorização

Nada a reportar.

2.2. Desvios ao método de ensaio

Nada a reportar.

3. EQUIPAMENTO UTILIZADO

Na Tabela 3 são fornecidas informações relativas aos equipamentos utilizados durante as medições de partículas PM₁₀.

Tabela 3 – Equipamentos utilizado nas medições

Equipamento	Ref. ^a interna	N.º série
APM-2 COMDE DERENDA	14/23/AA	20282
Calibrador caudal BIOS DC LITE	03/22/AA	1879

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_{2.5} – partículas em suspensão suscetíveis de serem recolhidas através de uma tomada de amostra seletiva com eficiência de corte de 50%, para um diâmetro aerodinâmico de 2.5µm.

PM₁₀ – partículas em suspensão suscetíveis de serem recolhidas através de uma tomada de amostra seletiva 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 efetuadas num local fixo, quer de modo contínuo quer por amostragem aleatória;

Medições indicativas - são medições que respeitam objetivos 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 objetivas - são métodos de avaliação que permitem estimar concentrações respeitando objetivos 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 objetiva. O valor limite associado ao limiar inferior de avaliação (LIA) é utilizado para balizar as possíveis técnicas de avaliação a utilizar para monitorizar a qualidade do ar ambiente, quando se obtêm valores de concentração inferiores ao LIA ou entre o LIA e Limiar superior de avaliação (LSA);

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. As concentrações acima do limiar superior de avaliação (LSA) são já reveladores de valores de concentração suficientemente altos, o que em caso de registo de ocorrência, sugere o aumento da frequência da monitorização de forma a aferir o seu comportamento em torno do valor limite (valor que nunca deve ser ultrapassado);

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;

Recetores sensíveis – população e/ou áreas protegidas afetadas pela exploração do projeto ou pelas atividades complementares do mesmo (circulação de veículos de carga afetos à atividade e outras).

5. RESULTADOS OBTIDOS

Nas tabelas seguintes apresentam-se os resultados da análise obtida ao parâmetro PM₁₀ analisado. É efetuado 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.

O período de integração dos dados de qualidade do ar respeita os critérios de validação para a agregação de dados e cálculo dos parâmetros estatísticos constantes na parte A do Anexo XII do Decreto-Lei n.º 102/2010, de 23 de setembro, alterado e republicado pelo Decreto-Lei n.º 47/2017 de 10 de maio, concretamente 90% dos valores de uma hora ou dos valores por períodos de 24 horas ao longo do ano para a média anual, e 75% das médias horárias (pelo menos 18 valores) para o limite diário.

A incerteza expandida das medições não será considerada na comparação dos valores de campanha com os critérios utilizados para a Declaração de Conformidade, no seguimento da comunicação do Laboratório de Referência do Ambiente da APA (Agência Portuguesa do Ambiente) com a referência S005665-202001-LRA 03/LRA/2020. No caso das medições indicativas, esta incerteza relativa deverá ser inferior a 50% para o valor limite (VLE), satisfazendo os objetivos de qualidade do ar estabelecidos no Anexo II, parte A do Decreto-Lei n.º 102/2010, de 23 de setembro, alterado e republicado pelo Decreto-Lei n.º 47/2017 de 10 de maio.

Como o período de medição não cumpriu os critérios do Decreto-Lei n.º 102/2010, republicado pelo Decreto-Lei n.º 47/2017, para medições indicativas (monitorizações em 14% de um ano uniformemente distribuídas), os dados obtidos não serão avaliados segundo os critérios definidos na legislação, não sendo por isso possível verificar o cumprimento estrito ou não dos limites legais.

Tabela 4 - Resultados obtidos para PM₁₀ no ponto de medição e comparação com valor limite para 24h e média anual

PM10							
Local de amostragem: Habitação a S da pedreira Coordenadas: 39°33'23.03"N 8°54'13.24"W							
Dia N°	Dia de amostragem		Direção predominante do vento		Concentração medida	Incerteza	Valor limite *
			Ângulo (°)	Orientação	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]
1	05/09/2025	sexta-feira	248	OSO	24,0	±6,1	50
2	06/09/2025	sábado	316	NO	17,0	±5,9	50
3	07/09/2025	domingo	256	OSO	6,0	±5,8	50
4	08/09/2025	segunda-feira	305	NO	9,0	±5,8	50
5	09/09/2025	terça-feira	332	NNO	9,0	±5,8	50
6	10/09/2025	quarta-feira	291	ONO	12,0	±5,9	50
7	11/09/2025	quinta-feira	257	OSO	6,0	±5,8	50
8	12/09/2025	sexta-feira	271	O	6,0	±5,8	50
9	13/09/2025	sábado	383	Não é	11,0	±5,8	50
10	14/09/2025	domingo	374	Não é	12,0	±5,9	50
11	15/09/2025	segunda-feira	305	NO	12,0	±5,9	50
12	16/09/2025	terça-feira	375	Não é	15,0	±5,9	50
13	17/09/2025	quarta-feira	275	O	15,0	±5,9	50
14	18/09/2025	quinta-feira	240	OSO	11,0	±5,8	50
15	19/09/2025	sexta-feira	248	OSO	15,0	±5,9	50
Valor médio do período:					12,0		40 **
Valor máximo do período:					24,0		

* 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.

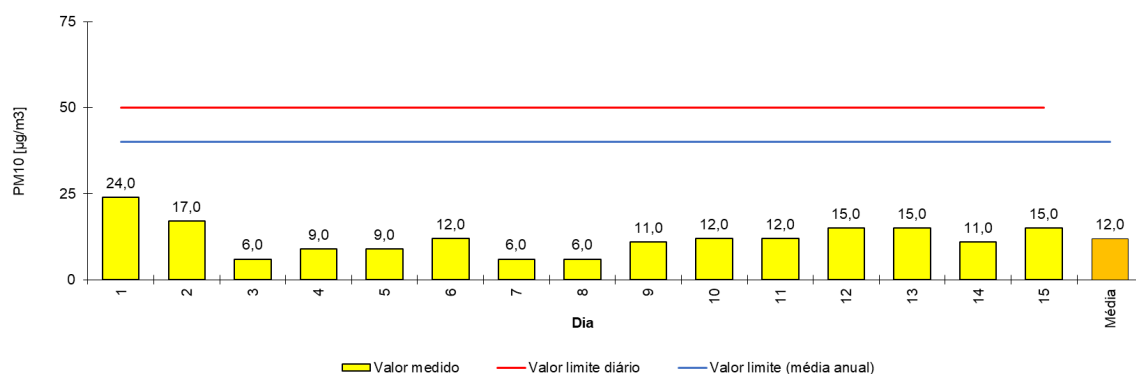


Figura 5 – Representação gráfica dos resultados obtidos para PM₁₀ no ponto de medição e comparação com valor limite para 24h e média anual

A Tabela 5 mostra a taxa de recolha de dados no ponto de medição. São indicadas a taxa de recolha de dados durante o período da campanha e a taxa de recolha em relação ao período anual.

Tabela 5 – Indicadores de recolha de dados no período de medição e anual

Ponto de medição	Número de dias avaliados	Taxa de recolha na campanha [%]	Taxa de recolha anual [%]
Ponto único (39°33'23.03"N 8°54'13.24"W)	15	100%	4,1%

As figuras seguintes apresentam a rosa dos ventos e a classe de frequência para o período global de medição de catorze dias. Esta informação é obtida com a utilização dos dados de medição diários no programa WRPLOT.

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

Tabela 6 - 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

A Figura 6 mostra a rosa dos ventos durante o período de amostragem. É possível verificar na campanha a dominância dos rumos **Norte**, sendo esta uma das orientações “críticas” de propagação favorável de material particulado para o ponto de medição.

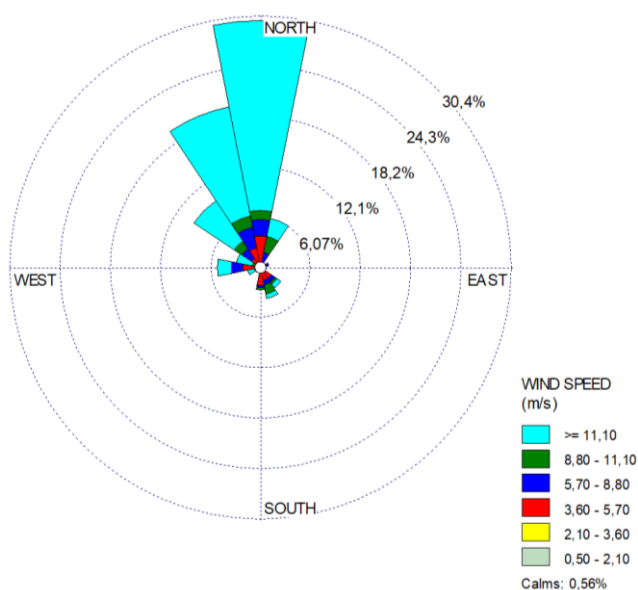


Figura 6 – Rosa dos ventos do período de amostragem

A Figura 7 apresenta a rosa dos ventos sobreposta com o terreno real do período de amostragem, para o ponto de medição.

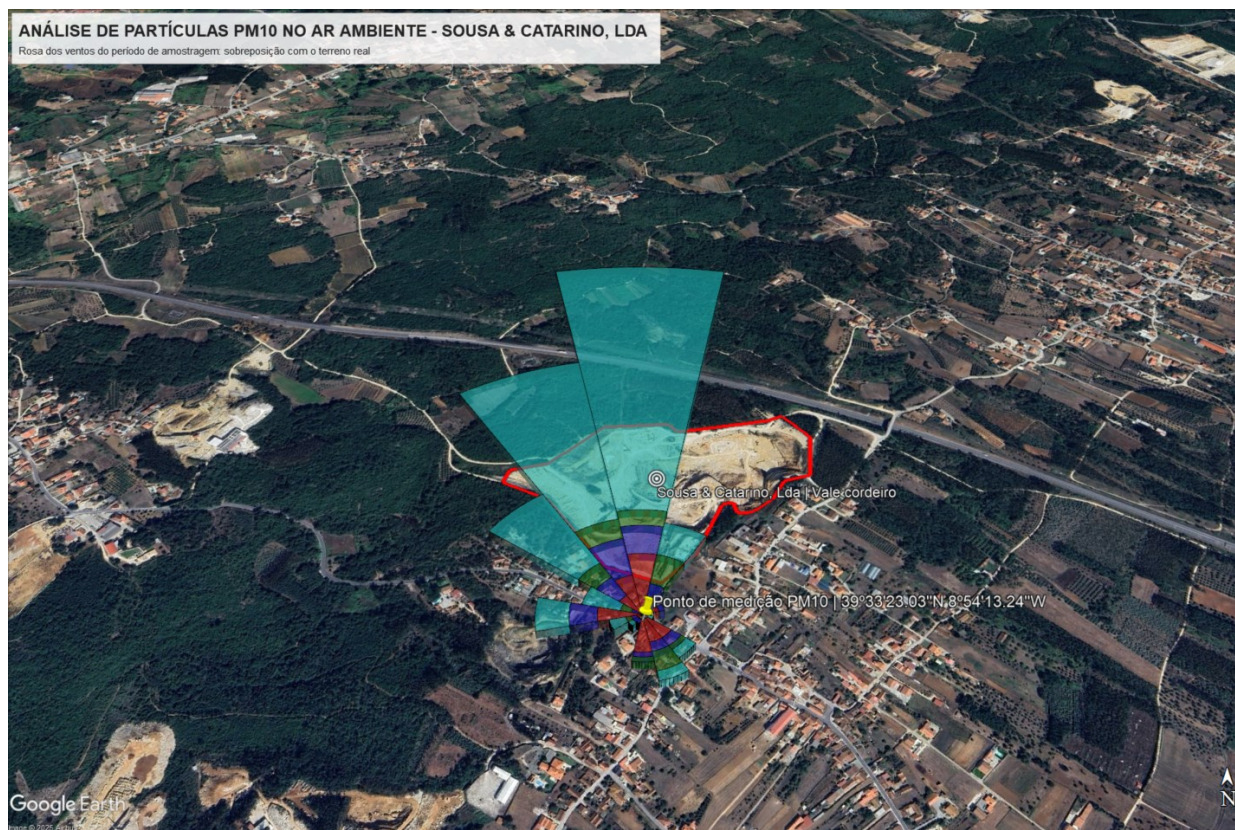


Figura 7 – Rosa dos ventos do período de amostragem: sobreposição com o terreno real

A Tabela 7 apresenta a distribuição da frequência dos rumos de vento registados no período de amostragem. A vermelho são assinalados os rumos considerados como “críticos” face à localização do recetor avaliado.

É possível verificar que os rumos críticos para o ponto de amostragem, de origem **Nor-Noroeste, Norte e Nor-Nordeste** representaram **55,5%** dos registos no período de medição. A velocidade média do vento observada foi de **13,3 m/s**.

Tabela 7 - Frequências dos rumos de vento observados no período de medição e correspondentes rumos críticos

Gama	Sector	Frequência registada %
348,75 - 11,25	N	29,7
11,25 - 33,75	NNE	6,1
33,75 - 56,25	NE	0,6
56,25 - 78,75	ENE	1,1
78,75 - 101,25	E	0,3
101,25 - 123,75	ESE	0,6
123,75 - 146,25	SE	3,1
146,25 - 168,75	SSE	3,9
168,75 - 191,25	S	2,8
191,25 - 213,75	SSO	0,6
213,75 - 236,25	SO	0,8
236,25 - 258,75	OSO	1,7
258,75 - 281,25	O	5,3
281,25 - 303,75	ONO	3,1
303,75 - 326,25	NO	9,7
326,25 - 348,75	NNO	19,7
	Calmos	0,6

A vermelho: rumos críticos

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 direção 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 entre “vento fresco” na maior parte do tempo.

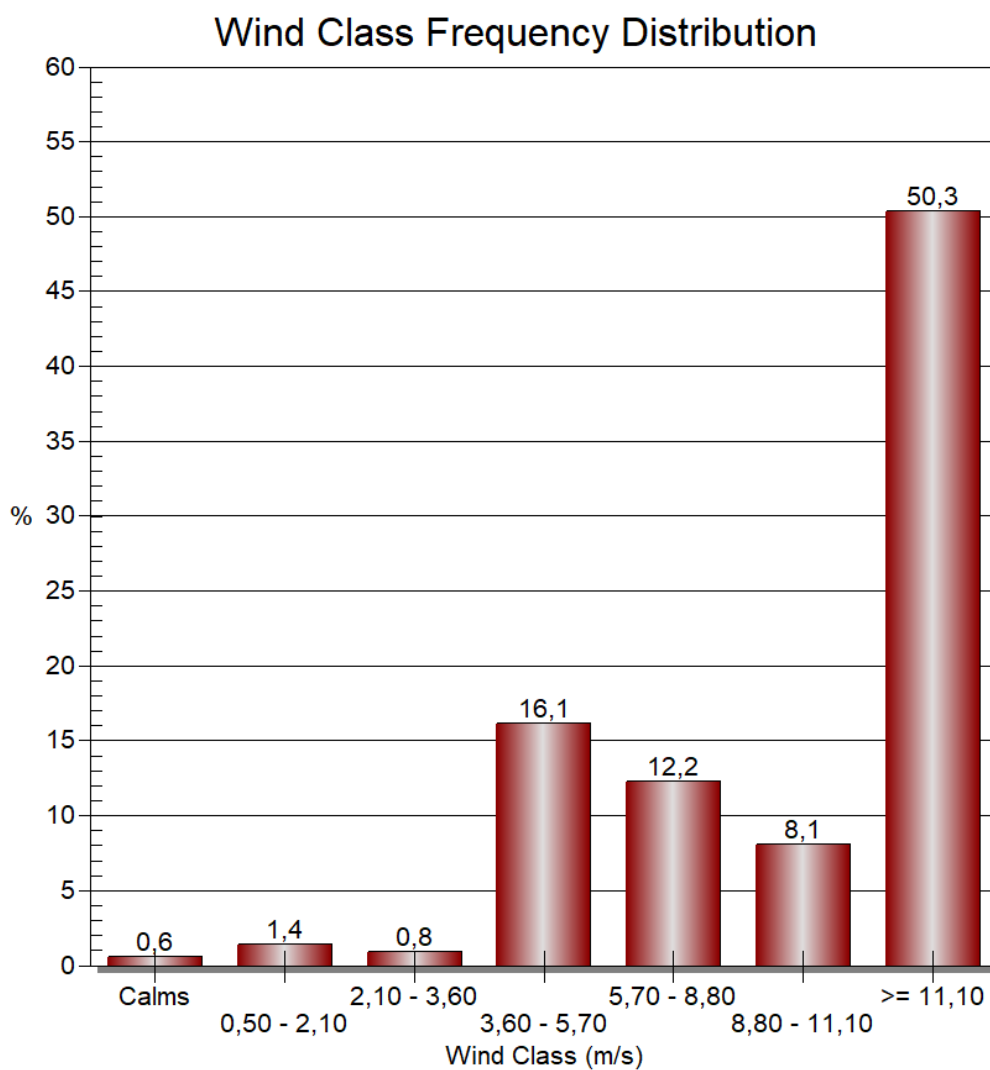


Figura 8 - Classes de frequência dos ventos no período global de amostragem

Os dados da estação meteorológica de Monte Real são apresentados na Tabela 8. Verifica-se que existe uma frequência dos rumos de Noroeste muito elevada nos meses secos do ano, pelo que todos os locais sensíveis sitos a Sudeste serão sempre críticos face aos rumos observados.

Tabela 8 - Frequências dos rumos de vento na estação de Monte Real (série IPMA)

Estação	Monte Real								
Mês	% N	% O	% NO	% E	% NE	% SO	% S	% SE	% Calmo
Janeiro	9.4	9.0	7.9	2.7	2.8	9.4	12.9	28.1	17.8
Fevereiro	14.2	10.3	12.2	6.2	6.4	6.6	10.2	18.1	15.8
Março	18.5	7.9	14.1	6.8	7.0	7.4	7.1	15.0	16.2
Abril	27.9	10.6	20.2	3.3	5.2	7.7	5.7	5.7	3.7
Maio	32.4	10.6	25.1	1.4	2.6	7.4	5.7	3.5	11.3
Junho	32.7	13.4	29.7	1.9	2.4	5.9	2.6	1.7	9.7
Julho	38.2	13.0	32.8	1.2	1.8	2.7	1.9	1.1	7.2
Agosto	42.8	8.3	29.8	0.8	2.0	1.8	1.6	1.2	11.7
Setembro	25.3	12.8	20.4	1.2	2.1	6.2	4.8	5.6	21.6
Outubro	16.0	7.7	13.5	3.6	4.8	6.1	8.2	16.3	23.8
Novembro	13.9	7.0	11.2	4.3	6.2	5.2	10.3	23.5	18.4
Dezembro	16.3	5.5	8.0	5.5	8.3	3.8	8.3	24.6	19.7
Média	24.0	9.7	18.8	3.2	4.3	5.8	6.6	12.0	15.6

A Tabela 9 apresenta as concentrações médias diárias de PM₁₀ obtidas nas estações de qualidade do ar da região mais próximas, com dados disponíveis (dados não validados).

Tabela 9 - Dados de PM₁₀ registados nas estações mais próximas, durante o período de amostragem (fonte: Qualar, APA)

PM ₁₀						
Estação:			Chamusca	Ervedeira	Lourinhã	Resultado das medições
Tipo:			Rural/Fundo	Rural/Fundo	Rural/Fundo	
Dia N.º	Dia de amostragem		[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]
1	05/09/2025	sexta-feira	26	19	13	24
2	06/09/2025	sábado	22	19	12	17
3	07/09/2025	domingo	12	14	8	6
4	08/09/2025	segunda-feira	14	19	8	9
5	09/09/2025	terça-feira	10	18	9	9
6	10/09/2025	quarta-feira	7	15	11	12
7	11/09/2025	quinta-feira	6	9	9	6
8	12/09/2025	sexta-feira	6	15	6	6
9	13/09/2025	sábado	9	17	12	11
10	14/09/2025	domingo	7	15	7	12
11	15/09/2025	segunda-feira	8	18	9	12
12	16/09/2025	terça-feira	11	21	18	15
13	17/09/2025	quarta-feira	13	24	15	15
14	18/09/2025	quinta-feira	21	17	16	11
15	19/09/2025	sexta-feira	32	31	26	15
Valor médio do período:			14	18	12	12

ND - Não Disponível

Como não existem valores em pelo menos 14% dos dias do ano, é possível por regressão linear efetuar a **estimativa do valor médio anual e do 36º máximo diário daquela zona** usando os valores dos dias das medições obtidos no ponto de medição e nas estações mais próximas (**Erro! A origem da referência não foi encontrada.**). Esta estimativa é calculada com os dados validados de 2023.

Tabela 10 – Estimativa do valor médio anual e do 36º máximo diário no ponto de medição, para PM₁₀

Dia nº	Dados não validados de 2024 [µg/m³]						Medições [µg/m³]
	Chamusca	Ervedeira	lourinhã	Ponto de amostragem			
1	26	19	13	24			
2	22	19	12	17			
3	12	14	8	6			
4	14	19	8	9			
5	10	18	9	9			
6	7	15	11	12			
7	6	9	9	6			
8	6	15	6	6			
9	9	17	12	11			
10	7	15	7	12			
11	8	18	9	12			
12	11	21	18	15			
13	13	24	15	15			
14	21	17	16	11			
15	32	31	26	15			
Período	Campanha	Anual (*)	Campanha	Anual (*)	Campanha	Anual (*)	Campanha
Médias	13,6	13,0	18,1	19,0	11,9	15,0	12
Percentil (90,14)/36º máximo	24,5	19,0	22,9	27,0	17,2	23,0	16
(*) Dados validados de 2023							R ²
Média (estimativa)							14
36º máximo (estimativa)							24
							68%
							5%

No caso presente e com base nas medições realizadas, é estimado para as PM₁₀ no ponto de medição, um valor médio anual *naquela zona em análise* de **14 µg/m³** e um 36º máximo diário de **24 µg/m³**.

Na tabela seguinte são apresentadas informações acerca do parâmetro PM₁₀ nas estações de qualidade do ar mais próximas da zona em questão e os valores médios anuais (com dados validados).

Tabela 11 - Estatísticas disponíveis de PM₁₀ registados nas estações mais próximas (fonte: Qualar, APA)

Registos do Ano 2024 para PM ₁₀					
Estação	Designação	Valor limite diário [µg/m³]	Excedências permitidas	36º máximo diário (*) [µg/m³]	Média Anual (*) [µg/m³]
Chamusca	VL + MT (valor limite + margem de tolerância)	50	35	19	13
Ervedeira				27	19
Lourinhã				23	15

(*) Calculado com dados validados

Os valores estimados com os resultados das medições encontram-se ligeiramente acima dos valores médios anuais das PM₁₀ obtidos na estação de Ervedeira que cobre a zona em questão. Em relação ao 36º máximo diário, os valores estimados que já incluem a operação da unidade da unidade encontram-se bem ajustados aos dados da estação da Chamusca.

O Institute of Air Quality Management (IAQM, UK 2016) realizou numerosos estudos de emissões de PM₁₀ durante vários anos com diversos tipos de materiais da indústria extrativa inglesa, e definiu as seguintes categorias de recetores em função da distância às fontes:

Tabela 12 – Critério de recetores em função da distância

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

Na figura seguinte é possível visualizar que, no caso específico de calcário, o decaimento das concentrações médias de PM₁₀ observa-se até distâncias da fonte na ordem dos 450 metros. No caso presente, o recetor avaliado encontra-se a uma distância inferior a esta, pelo que estará próximo e dentro da área de influência da pedreira aquando da ocorrência de rumos que o posicione na jusante dos ventos.

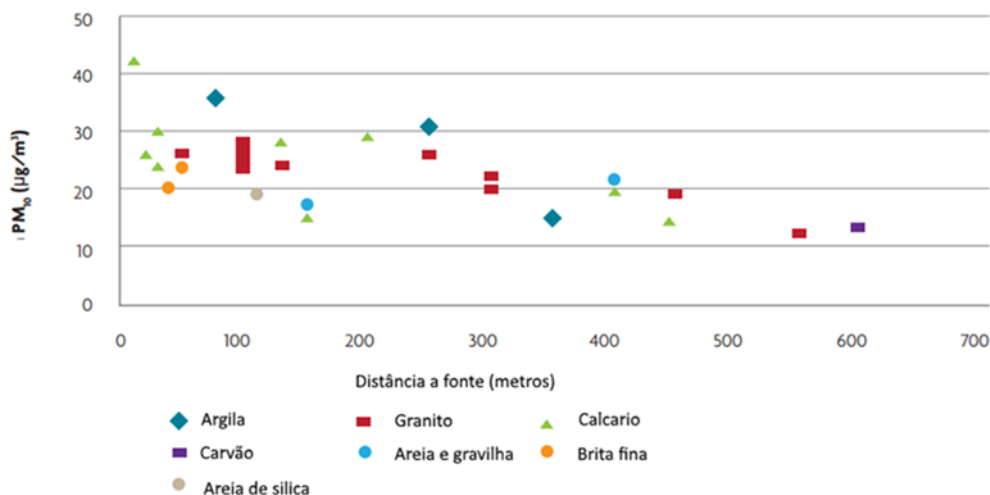


Figura 9 – Decaimento de PM₁₀ (média) em função da distância à fonte para vários tipos de materiais

6. PREVISÃO DE IMPACTES

O projeto de ampliação da pedreira abrange uma área total de pedreira com 43895 m², correspondente à ampliação de 16495 m² da área licenciada da pedreira que é de 27400 m².

O recurso mineral explorado na pedreira é o calcário sedimentar com a designação comercial de “Vidraços de Atafja”, azul e creme, os quais possuem uma utilização como rocha ornamental, apresentando características físico-mecânicas e parâmetros de qualidade e tecnológicos que lhe conferem aptidão para a aplicação em acabamentos interiores e exteriores na construção civil, garantindo ainda a Sousa & Catarino o fornecimento desta matéria-prima aos clientes que apreciam este material para a produção de chapa serrada, lancil, ladrilho, cantaria, alvenaria, perpianho, colunas e outros produtos finais.

A ampliação não envolve o aumento da área de lavra da pedreira que é de 21773 m², mas tão somente a integração na área da pedreira dos 16495 m² afetos ao parque de blocos da pedreira e aos depósitos de resíduos de extração (escombros) pelo que a exploração será realizada em moldes totalmente semelhantes aos realizados na situação actual.

Nestas condições, torna-se necessário efectuar a modelação das emissões específicas da fonte de forma a se obter a estimativa dos indicadores anuais na fase em que existe a redução da área exposta a erosão actual por via da recuperação ambiental da escombreira, numa área estimada de 0.4 ha e o asfaltamento da via de acesso à unidade.

Assim 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 PM₁₀ do polígono máximo 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 difusa de partículas PM ₁₀	
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 13 – Factores de emissão usados para obtenção de factor de emissão específicos do projecto (AP-42 (EPA))

Os dados usados nesta estimativa foram os seguintes:

Cenário 1 – Via de acesso não pavimentada e sem escombreira

Dados de referência de laboração da exploração (sit. base)		
Ítem	Quantidades	
Área do projecto em exploração	2.1	ha
Vida útil da exploração	24	anos
Volume em desmonte	195 250	m ³
Ritmo médio de desmonte	8 135	m ³ /ano
Humidade do material extraído (EN 13755)	4	%
Fluxo actual de veículos pesados	4	veículos/dia
Peso médio de cada veículo descarregado	13	toneladas
Peso médio de cada veículo carregado	30	toneladas
Percurso efectuado em estrada pavimentada	0.0	km
Percurso efectuado em estrada não pavimentada	0.2	km
N.º de dias úteis de trabalho / Ano	252	dias/ano
Área actual exposta à erosão pelo vento	4.4	ha

Tabela 14 – Dados de base para obter as emissões por tipo de fonte segundo a AP-42 (EPA)

Com base nestes elementos é possível obter os factores de emissão para as áreas de exploração efectiva que irão ficar a descoberto, bem como das vias pavimentadas e não pavimentadas.

Emissão difusa de partículas PM ₁₀ (sit. base)			Factor de emissão	
Ítem	Emissão (g/dia)			
Circulação de veículos em percurso não pavimentado	5 768	21.5%	0.067	g/s.
Áreas desmatadas expostas à erosão do vento	21 120	78.5%	5.56E-06	g.s/m2
Emissão Total:	26 888	100%		

Tabela 15 – Factores de emissão obtidos por tipo de fonte presente na lavra na situação base

Cenário 2 – Via de acesso pavimentada e com escombreira com recuperação ambiental

Dados de referência de laboração da exploração (sit. futura)		
Ítem	Quantidades	
Área do projecto em exploração	2.1	ha
Vida útil da exploração	24	anos
Volume em desmonte	195 250	m ³
Ritmo médio de desmonte	8 135	m ³ /ano
Humidade do material extraído (EN 13755)	4	%
Fluxo actual de veículos pesados	4	veículos/dia
Peso médio de cada veículo descarregado	13	toneladas
Peso médio de cada veículo carregado	30	toneladas
Percurso efectuado em estrada pavimentada	0.2	km
Percurso efectuado em estrada não pavimentada	0.0	km
N.º de dias úteis de trabalho / Ano	252	dias/ano
Área actual exposta à erosão pelo vento	4.0	ha

Emissão difusa de partículas PM ₁₀ (sit. Futura)			Factor de emissão	
Ítem	Emissão (g/dia)			
Circulação de veículos em percurso pavimentado	571	2.9%	0.007	g/s.
Áreas desmatadas expostas à erosão do vento	19 200	97.1%	5.56E-06	g.s/m2
Emissão Total:	19 771	100%		

Tabela 16 – Factores de emissão obtidos por tipo de fonte presente na lavra na situação de lavra máxima

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 e áreas expostas activas que contém toda a área da exploração e das vias de circulação não 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).

E possível ainda obter a concentração esperada em pontos específicos de recepção, sendo neste caso solicitada a previsão para vários pontos sensíveis na sua envolvente próxima e numa malha de 440 pontos sites num raio de 1000 metros sendo a análise focada nos 9 receptores mais próximos. No modelo, além de ser inserido o polígono da exploração, é ainda inserido como *fontes de linha* a “emissão de estradas não pavimentadas e pavimentadas”.



Figura 10 – Malha de recetores considerada



Figura 11 – Altimetria da zona

As figuras seguintes traduzem o penacho da dispersão anual de partículas PM₁₀ produzida pelo modelo na situação futura (pior caso) para o indicador “36º máximo diário anual” e para a “média diária anual” nas duas situações

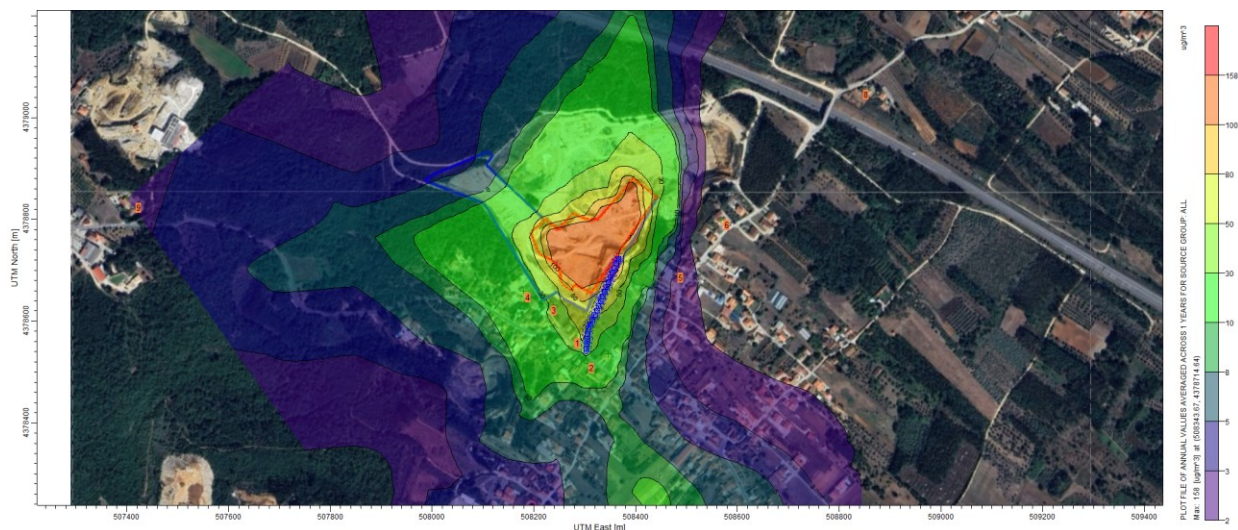


Figura 12 – Isolinas da dispersão de partículas PM₁₀ específicas da fonte com média anual – situação base

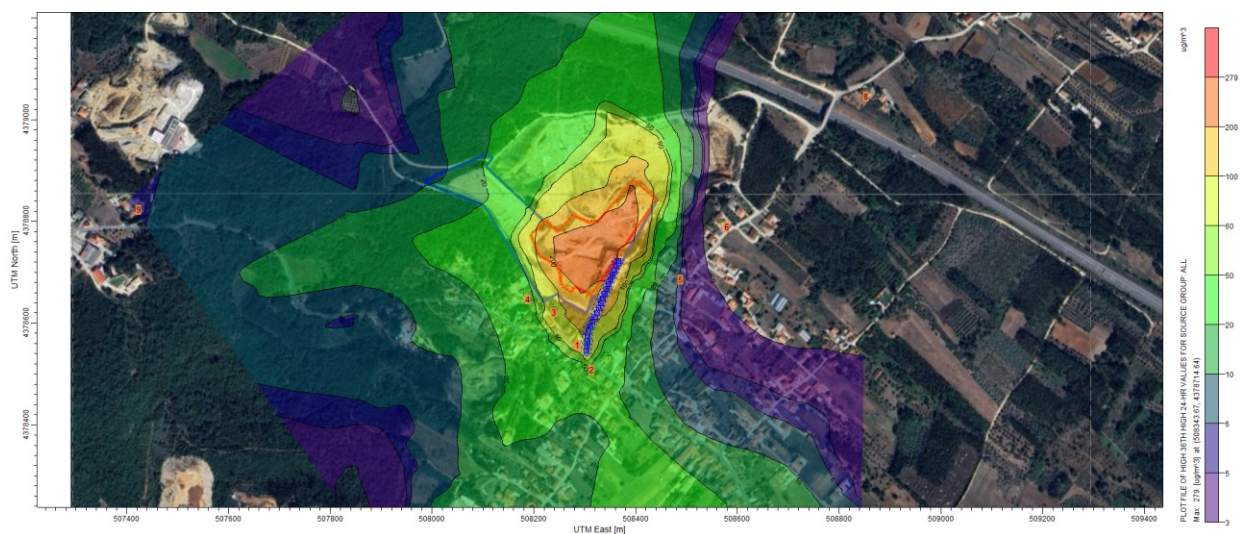


Figura 13 – Isolinhas da dispersão de partículas PM₁₀ específicas da fonte do 36º máximo diário – situação base

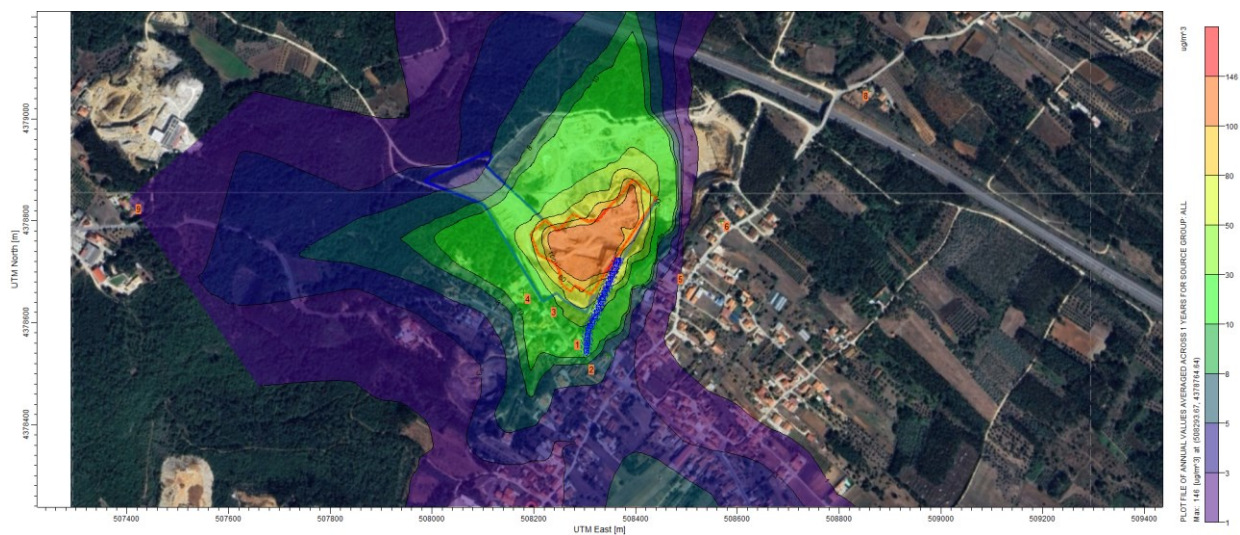


Figura 14 – Isolinhas da dispersão de partículas PM₁₀ específicas da fonte com media anual – situação futura

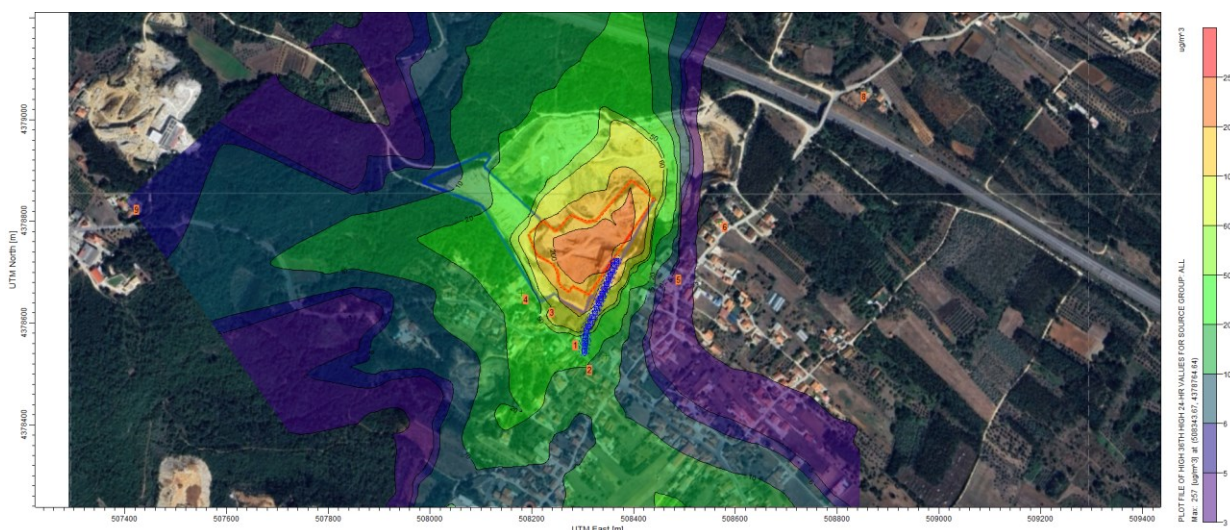


Figura 15 – Isolinhas da dispersão de partículas PM10 específicas da fonte 36º máximo diário – Situação futura

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

	Situação base		Situação futura	
Local sensível	Media anual (µg/m³)	36º máximo diário (µg/m³)	Media anual (µg/m³)	36º máximo diário (µg/m³)
P1	39	70	14	34
P2 (ponto de medição)	21	54	7	20
P3	32	68	22	59
P4	19	40	13	35
P5	14	34	5	14
P6	2	5	1	3
P7	1	1	1	1
P8	1	1	1	1
P9	2	5	2	5

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

6.1. Emissões globais anuais

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

Fonte de emissão:	Emissão Actual	Unidade	Emissão Futura
Vias asfaltadas	0	Ton/ano	0.09
Vias não asfaltadas	0.865	Ton/ ano	0
Erosão em area desmatadas	3.2	Ton/ ano	2.9
TOTAL	4.1		3.0
Considerações :			
Nº veiculos diário	4	un	4
Area exposta erosão	43895	m ²	40000
Nº dias secos considerados	150	un	150
Emissão global em mg/m ² .dia (valor recomendado 100 a 350 *)	608		667

Tabela 18. – Emissões mássicas nas situações de operação actual e futura

7. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

7.1. Análise de conformidade na situação base

- O valor médio do parâmetro PM₁₀ medido foi de 12 µg/m³ no ponto de medição. O valor médio obtido na campanha apresenta um valor inferior ao valor limite anual definido para proteção de saúde humana (40 µg/m³);
- A estimativa efetuada do indicador “média anual” realizada com os valores obtidos no período de amostragem permite verificar que este deverá ser sempre igual ou inferior a 14 µg/m³ no ponto de medição, ou seja, **abaixo** do limite anual de 40 µg/m³;
- O valor limite diário para as PM₁₀ (50 µg/m³) **não foi excedido em nenhum dia**;
- A estimativa efetuada 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 24 µg/m³ no ponto de medição, ou seja, **inferior** ao limite diário de 50 µg/m³, o que indicia que não deverão existir mais de 35 dias de excedência do limite diário;

- O limiar inferior de avaliação (LIA) para a média diária de partículas PM₁₀ não foi ultrapassado no ponto de medição. O limiar superior de avaliação (LSA) não foi ultrapassado, conforme indicado na tabela seguinte:

Tabela 19 – Média anual estimada de PM₁₀ e comparação com LIA e LSA

Local	Valor obtido PM ₁₀	LIA média anual		LSA média anual		Unidade
		Valor Limite	Valor medido	Valor Limite	Valor medido	
Ponto de medição	14	25	Inferior	35	Inferior	[µg/m³]

- 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 **colocaram** o recetor na janela meteorológica mais favorável à propagação de material fino (o recetor situou-se a jusante do vento em 55,5% dos rumos registados);
- Com base nos dados da Agência Portuguesa do Ambiente (APA) **não existiram alertas de concentrações elevadas de poeiras PM_{2.5}/PM₁₀** provenientes dos desertos do Norte de África (Sahara e Sahel) para o período de medição (*Previsão de Evento Natural*);

7.2. Análise de conformidade na situação futura

- Para a *média anual* e nos pontos estudados, obteve-se, após modelação, uma estimativa de concentração na situação futura inferior aos valores obtidos na situação actual em todos os pontos, pelo que as concentrações deverão ser inferiores a 22µg/m³. Os valores estimados por modelização em P2 apresentam-se significativamente superiores aos obtidos com medições reais, num factor de 2 o que garante boa margem de segurança .
- Para o 36º máximo diário, é estimado em todos os pontos na situação futura um valor inferior a 50µg/m³. No ponto P3 (habitação adjacente em ruínas) estima-se que poderá exceder em mais de 35 dias o valor limite diário, nas duas situações, assumindo, no entanto, a ausência de qualquer medida mitigadora junto deste recetor e que este vira a ter ocupação.

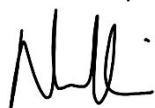
8. MEDIDAS MITIGADORAS

Como medidas mitigadoras dos impactes em época seca de possíveis situações de empoeiramento nos locais na jusante dos ventos sugerem-se as seguintes:

- Proceder à aspersão controlada de água sobre os depósitos e sobre os acessos internos de terra batida, sobretudo nos dias mais secos e ventosos do período estival,
- Asfaltamento da via de acesso à pedreira;
- Se possível, implementar de um sistema fixo de aspersão de água, de controle automático com temporizador, ao redor das zonas mais sensíveis de emissão, nomeadamente os acessos e as zonas mais utilizadas por equipamentos pesados;
- Evitar a formação de depósitos em altura de forma a minimizar a propagação de partículas para o exterior por ação do vento;
- Beneficiar os acessos internos da área da pedreira, através do espalhamento de inertes grosseiros, de regularizações e compactações pontuais, e de limpeza e manutenção de bermas;
- Limpeza e manutenção dos pavimentos das vias de circulação externos;
- Manutenção da cortina arbórea existente e criação de outras caso necessário;
- Limitar a velocidade dos veículos e máquinas pesadas no interior e nos acessos exteriores da Pedreira;
- Utilização de equipamentos dotados de recolha automática de poeiras ou, em alternativa, de injeção de água.

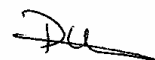
Marinha Grande, 11 de setembro de 2025

Elaborado por:



Eng.º Nuno André

Emissão aprovada por:



Eng.º Pedro Silva

9. BIBLIOGRAFIA

Decreto-lei nº 102/2010 de 23 de setembro

Decreto-lei n.º 43/2015 de 27 de março

Decreto-lei n.º 47/2017 de 10 de maio

Portaria n.º 395/2015, de 4 de novembro

www.qualar.com

EN 12341:2014 ambient air - standard gravimetric measurement method for the determination of the PM10 or PM2.5 mass concentration of suspended particulate matter

Guia metodológico para a avaliação do fator qualidade do ar em procedimentos de avaliação de impacto ambiental (CCDR LVT)

Manual do software Aermol, Lakes Environmental 2021

ANEXOS

Certificado de Calibração Nº CL-44781CD-24

(Calibration Certificate)

Equipamento
(Equipment) Caudalímetro de Ar

Fabricante
(Manufacturer) Bios

Modelo
(Model) Dry Cal DC-Lite

Nº Série
(Serial Number) 1879

Código Interno
(Internal Code) 03/22/AA

Data de Execução

2024-06-26

Data de Emissão

2024-06-27

Cliente
(Client) Pedamb - Engenharia Ambiental Lda

Morada
(Address) Rua Aníbal H. Abrantes, 13
2430-069 Marinha Grande

Condições Ambientais
(Environmental Conditions)

Temperatura (Temperature)	22 ± 1 °C
Humidade Relativa (Relative Humidity)	45 ± 10 %hr

Local de Calibração
(Calibration Location) Nas instalações do Laboratório - Site III
(Permanent Laboratory Facilities - Site III)

Procedimento
(Procedure) PC 1801, Edição A, Revisão 00

Rastreabilidade
(Traceability) 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).
(The presented results are traced to national or international standards that carry out the units of measurement according to the International System of Units (SI).)

Incerteza
(Uncertainty) 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.
(The expanded measurement uncertainty shown is expressed by the standard measurement uncertainty, multiplied by an expansion factor "k" which corresponds to a coverage probability of approximately 95%. The uncertainty was calculated in accordance with Doc. EA-4/02.)

Revisão Nº 01 ao Certificado Nº CL-44781CD-24
Revision Nº 01 to Certificate Nº CL-44781CD-24

Validade desconhecida

Digitally signed by Trescal Portugal, Lda
Date: 2024.06.27 13:36:04 +01:00
Reason: Documento aprovado electronicamente

Executado Por

Nuno Rodrigues

O Responsável Técnico

Rodrigues

Nuno Rodrigues

Os resultados apresentados referem-se apenas aos itens calibrados. Não pode ser reproduzido parcialmente
(The results presented refer only to the calibrated items. Cannot be partially reproduced.)

Trescal Portugal

Site I: Rua 1º de Dezembro, nº 2, 2695-727 São João da Talha	Telf: +351 219 585 378
Site II: Rua do Ouro, Lote 13, 2950-007 Palmela	Telf: +351 212 389 409
Site III: Rua Central da Gandra, nº 1512, R/C, 4585-116 Gandra	Telf: +351 224 229 449
Email: info.portugal@trescal.com	website: www.eialab.com

Página 1 de 2
(Page 1 of 2)

Resultados »»» Alcance: 5000 ml/min »»» Resolução: 0,01 ml/min

(Results »»» Range: 5000 ml/min »»» Resolution: 0,01 ml/min)

Valor do Padrão [ml/min] (Standard Value)	Leitura no Equipamento [ml/min] (Instrument Reading)	Erro [ml/min] (Error)	Vef (Degrees of freedom)	k (Expansion factor)	Incerteza [± ml/min] (Uncertainty)
49,948	49,75	-0,20	50	2,05	0,21
99,822	99,29	-0,53	50	2,05	0,41
201,600	199,70	-1,90	50	2,05	0,83
1 719,100	1 699,00	-20,1	50	2,05	7,1
2 232,800	2 203,00	-29,8	50	2,05	9,2
2 526,800	2 504,00	-23	50	2,05	10
3 143,500	3 099,00	-45	50	2,05	13
3 334,000	3 299,00	-35	50	2,05	14

Condições de Referência na Calibração:

(Reference Conditions)

Temperatura (°C): (Temperature)	23,0
Pressão (mbar): (Pressure)	996
Gás: (Gas)	Ar

Motivo da revisão: Formatação e atualização dos dados inseridos.

Motivo da Revisão:

(Reason for reviewing)

Página 2 de 2

(Page 2 of 2)

Trescal Portugal

Email: info.portugal@trescal.com

website: www.eialab.com

Laboratório de Caudal

Sistema de Aprovação de Equipamento com Critério de Aceitação

Data de Calibração	26/06/2024
Código do Equipamento	03/22/AA
Designação	Caudalímetro de Ar
Certificado de Calibração Nº	CL-44781CD-24
Laboratório de Calibração	Trescal Portugal

$ CA \geq Erro + Inc $		
Critério de Aceitação [CA] $CA = X [\%] + Y [Abs]$		
Valor Relativo	5	%
Valor Absoluto		ml/min

Unidades: ml/min

Resolução = 0,01 ml/min

Valores de Certificado

Pontos da Gama de Operação	Valor do Padrão [ml/min]	Leitura no Equipamento [ml/min]	Incerteza $\pm$ [ml/min]
☒ Sim	49,948	49,75	0,21
☒ Sim	99,822	99,29	0,41
☒ Sim	201,600	199,70	0,83
☒ Sim	1 719,100	1 699,00	7,1
☒ Sim	2 232,800	2 203,00	9,2
☒ Sim	2 526,800	2 504,00	10

Valores Calculados

Erro [ml/min]	$ CA \geq Erro + Inc $
-0,2	0,82 % ==> Aprovado
-0,5	0,94 % ==> Aprovado
-1,9	1,35 % ==> Aprovado
-20,1	1,58 % ==> Aprovado
-29,8	1,75 % ==> Aprovado
-22,8	1,30 % ==> Aprovado

Regra de Decisão

$$|CA| \geq |Erro| + |Inc|$$

Critério de Aceitação (CA) fornecido pelo cliente.

Fora da Gama de Operação - FGO

Resultado Global

Aprovado

Observações:

Aprovado por Nuno Rodrigues

Trescal Portugal

Data 27/06/2024

Calibration Protocol



Air Pollution Monitor APM-2

S/N

20282

Date

31.08.2023

Tester

TT

Quantity		Value	Tolerance	
Photometer S/N		SE-0675	20282	
Photometer sensitivity (mV/ $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	1)	3,461	2	6
Offset voltage (mV)		523	100	1400
Ambient Temperatur ($^{\circ}\text{C}$)	2)	24,8	-10	50
Ambient Humidity (%)	2)	48,5	10	80
Ambient Pressure (hPa)	3)	1002	800	1100
Flow rate PM _{2.5} (l/min)	4)	3,321	3,234	3,366
Flow rate PM ₁₀ (l/min)	4)	3,324	3,234	3,366
Motor speed (%)		72,6	60	90
Leak rate ml/min	5)	0,90	0	20,8
Span Control PM _{2.5}	1)	0,961	0,90	1,10
Span Control PM ₁₀	1)	1,019	0,90	1,10

Reference Devices:

- 1) Comde Derenda APM-2 Master SN20268
- 2) Testo Feuchte/Temperaturmessgerät 610 46303675/0322
- 3) EP Ehrler Prüftechnik Engineering GmbH Absolutdruckmessgerät/-sensor 1434508
- 4) EP Ehrler Prüftechnik Engineering GmbH LMF2 00638
- 5) NXP Sensor für Leaktest K09488T

The device has PASSED the test.

CERTIFICATE

of Product Conformity (QAL1)

Certificate No.: 0000040336_02

Certified AMS: Air Pollution Monitor 2 (APM-2) for PM₁₀ and PM_{2,5}

Manufacturer: Comde-Derenda GmbH
Kieler Straße 9
14532 Stahnsdorf
Germany

Test Institute: TÜV Rheinland Energy GmbH

**This is to certify that the AMS has been tested
and found to comply with the standards
VDI 4202-1 (2010), VDI 4203-3 (2010),
EN 12341 (2014), EN 16450 (2017), EN 14907 (2005),
Guide for Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods (2010),
EN 15267-1 (2009) and EN 15267-2 (2009).**

Certification is awarded in respect of the conditions stated in this certificate
(this certificate contains 12 pages).
The present certificate replaces certificate 0000040336_01 dated 05 August 2019.



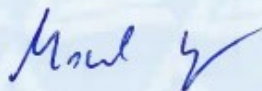
Suitability Tested
Complying with
2008/50/EC
EN 15267
Regular
Surveillance
www.tuv.com
ID 0000040336

Publication in the German Federal Gazette
(BAnz) of 11 April 2022

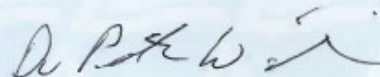
German Environment Agency
Dessau, 31 May 2022

This certificate will expire on:
11 April 2027

TÜV Rheinland Energy GmbH
Cologne, 30 May 2022



Dr. Marcel Langner
Head of Section II 4.1



ppa. Dr. Peter Wilbring

www.umwelt-tuv.eu
tre@umwelt-tuv.eu
Tel. + 49 221 806-5200

TÜV Rheinland Energy GmbH
Am Grauen Stein
51105 Köln

Test Institute accredited to EN ISO/IEC 17025 by DAkkS (German Accreditation Body).
This accreditation is limited to the accreditation scope defined in the enclosure to the certificate D-PL-11120-02-00.

Test report: 936/21219977/A dated 26 March 2014
and addendum 936/21253723/A dated 09 September 2021
Initial certification: 09 September 2014
Expiry date: 11 April 2027
Publication: BAnz AT 11.04.2022 B10, Chap. VI Notification 7

Approved application

The tested AMS is suitable for continuous ambient air monitoring of PM₁₀ and PM_{2,5} (stationary operation).

The suitability of the AMS for these applications was assessed based on a laboratory test and a field test at four different locations and over different time periods.

The AMS is approved for the temperature range from -20°C to +50°C (or -15°C to +40°C when used as a measuring system in accordance with EN 16450).

The notification of suitability of the AMS, performance testing and the uncertainty calculation have been effected on the basis of the regulations applicable at the time of testing. As changes in legal provisions are possible, any potential user should ensure that this AMS is suitable for monitoring the measured values relevant to the application.

Any potential user should ensure, in consultation with the manufacturer, that this AMS is suitable for the intended use.

Basis of the certification

This certification is based on:

- Test report 936/21219977/A dated 26 March 2014 issued by TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH and
- Addendum 936/21253723/A dated 09 September 2021 by TÜV Rheinland Energy GmbH
- Suitability announced by the German Environment Agency (UBA) as the relevant body
- The ongoing surveillance of the product and the manufacturing process

Publication in the German Federal Gazette: BAnz AT 05.08.2014 B11, chapter III No. 2.1,
UBA announcement dated 17 July 2014:

AMS designation:

Air Pollution Monitor 2 (APM-2) for suspended particulate matter PM₁₀ and PM_{2.5}

Manufacturer:

Comde-Derenda GmbH, Stahnsdorf

Field of application:

For continuous and simultaneous ambient air monitoring of suspended particulate matter, PM₁₀ and PM_{2.5} fractions (stationary sources)

Measuring ranges during performance testing:

Component	Certification range	Unit
PM ₁₀	0 – 1 000	µg/m³
PM _{2.5}	0 – 1 000	µg/m³

Software version: 3.0.1

Restrictions: None

Notes:

1. After applying the determined correction factors, the measuring system complies with the requirements of the Guide for Demonstration of Equivalence of Ambient Air Monitoring Methods for the component PM₁₀ and PM_{2.5}.
2. The candidates did not comply with the requirements for the equivalence test specified in standard EN 12341: 1998 for PM₁₀.
3. The long-term drift of the particle sensor's sensitivity could not be determined during the field test.
4. It is possible to monitor the measuring system telemetrically but it cannot be controlled that way.
5. The measuring system alternately determines the PM₁₀ and PM_{2.5} fractions in suspended particulate matter. During performance testing the system switched between the two fractions every two minutes.
6. After maintenance of the photometer, the instrument must be calibrated on-site regularly using a gravimetric PM₁₀ reference method in accordance with EN 12341. If possible, a seasonal calibration cycle should be set.
7. After maintenance of the photometer, the instrument must be calibrated on-site regularly using a gravimetric PM_{2.5} reference method in accordance with EN 14907. If possible, a seasonal calibration cycle should be set.
8. The test report on performance testing is available on the internet at www.qal1.de.

Test report:

TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH, Cologne
Report no.: 936/21219977/A dated 26 March 2014

Publication in the German Federal Gazette: BAnz AT 02.04.2015 B5, chapter IV notification 1, UBA announcement dated 25 February 2015:

1 Notification as regards Federal Environment Agency (UBA) notice of 17 July 2014 (BAnz AT 05.08.2014 B11, chapter III number 2.1)

An outlet filter of the Air Pollution Monitor 2 (APM-2) measuring system for PM₁₀ and PM_{2.5} manufactured by Comde-Derenda GmbH has been repositioned from its former position downstream of the pump to between the mass flow sensor and the pump.

Statement issued by TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH dated 27 September 2014

Publication in the German Federal Gazette: BAnz AT 14.03.2016 B7, chapter V notification 4, UBA announcement dated 14 March 2016:

4 Notification as regards Federal Environment Agency (UBA) notices of 17 July 2014 (BAnz AT 05.08.2014 B11, chapter II number 2.1) and of 25 February 2015 (BAnz AT 02.04.2015 B5, chapter IV notification 1)

The new software version of the APM-2 measuring system for suspended particulate matter PM₁₀ and PM_{2.5} manufactured by Comde-Derenda GmbH is:

Software version: 3.05.002

Statement issued by TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH dated 21 October 2015

Publication in the German Federal Gazette: BAnz AT 31.07.2017 B12, chapter II notification 34, UBA announcement dated 13 July 2017:

34 Notification as regards Federal Environment Agency (UBA) notices of 17 July 2014 (BAnz AT 05.08.2014 B11, chapter II number 2.1) and of 18 February 2016 (BAnz AT 14.03.2016 B7, chapter V notification 4)

The current software version of the Air Pollution Monitor 2 (APM-2) ambient air quality measuring system for suspended particulate matter PM₁₀ and PM_{2.5} manufactured by Comde-Derenda GmbH is:

3.07.002

The measuring system has been equipped with a 500 ml buffer bottle for compensating pressure fluctuations caused by the sampling pump.

The optional test method for checking the photometer's sensitivity externally by feeding propane gas is no longer available.

Statement issued by TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH dated 10 March 2017

Publication in the German Federal Gazette: BAnz AT 31.07.2020 B10, chapter II notification 1, UBA announcement dated 27 May 2020:

1 Notification as regards Federal Environment Agency (UBA) notices of 17 July 2014 (BAnz AT 05.08.2014 B11, chapter II number 2.1) and of 13 July 2017 (BAnz AT 31.03.2017 B12, chapter II notification 34)

The current software version of the Air Pollution Monitor 2 (APM-2) ambient air quality measuring system for suspended particulate matter PM_{2.5} and PM₁₀ manufactured by Comde-Derenda GmbH is:

3.08.001

In the future, hardware version 5.4 will be used for the input circuit.

Statement issued by TÜV Rheinland Energy GmbH dated 04 May 2020

Publication in the German Federal Gazette: BAnz AT 11.04.2022 B10, chapter VI notification 7, Announcement by UBA dated 09 March 2022:

7 Notification as regards Federal Environment Agency (UBA) notices of 17 July 2014 (BAnz AT 05.08.2014 B11, chapter III number 2.1) and of 27 May 2020 (BAnz AT 31.07.2020 B10, chapter II notification 1)

The measuring device Air Pollution Monitor 2 (APM-2) for suspended particulate matter PM_{2.5} and PM₁₀ of the company Comde-Derenda GmbH fulfills the requirements of EN 16450 (July 2017 edition) for an ambient temperature range from -15 °C to +40 °C. An addendum to the test report with report number 936/21253723/A can be viewed on the Internet at www.qal1.de.

The current software version is:

3.11.007

Furthermore, the following software version is approved for the measuring device:

3.09.021

Statement issued by TÜV Rheinland Energy GmbH dated 09 September 2021

Certified product

This certificate applies to automated measurement systems conforming to the following description:

The APM-2 measuring system for monitoring suspended particulate matter in ambient air consists of a PM₁₀ sampling head, a sampling pipe, a virtual impactor, the instrument with a control unit and a scattered light photometer unit, an outdoor sensor and a user manual in German.

The APM-2 measuring system uses scattered light to measure suspended particulate matter. The applied measurement method uses the physical characteristics of light scattering by microparticles. The scattered light photometer unit used consists of an intensity-stabilised laser diode and a semiconductor photodetector. Both components are arranged at an angle of 90° to each other, so it is a single-angle scattered light sensor. The light reflected from the particles located in a precisely defined measuring volume is detected by a detector. The photodetector generates a corresponding voltage signal (0-5 V), which is then amplified with low noise and represents a direct measure of the mass concentration of the aerosol in the measurement volume. For zero adjustment, filtered air is fed to the scattered light sensor at periodic intervals via a switching device.

The particulate sample passes through the PM₁₀ sampling head at a flow rate of 3.3 l/min and enters the sampling tube connecting the sampling head to the virtual impactor.

The virtual impactor is located on the top of the housing and is connected to the impactor head via the intake pipe. The virtual impactor splits the outside air (Q1) drawn in via an integrated pump at 3.3 l/min into two partial flows. The division takes place in the area of two opposing nozzles. The lateral flow Q2 (3.1 l/min) is drawn off between the two nozzles at right angles to the incoming air flow. Particles that cannot follow the lateral flow due to their inertia maintain their direction of movement and thus enter the lower axial flow Q3 (0.2 l/min). As a result, the flow is divided into the lateral flow, which only carries the smaller and lighter particles of the PM_{2.5} fraction, and the axial flow, which carries particles with a particle size of PM₁₀. Via low-loss switching devices (pinch valves with straight passage), the aerosol now enters the scattered light sensor either from the axial flow (enrichment mode) or from the lateral flow (normal mode). In the enrichment mode, the APM-2 thus detects the PM₁₀ concentration, in the normal mode the PM_{2.5} concentration. For zero adjustment, filtered air is supplied to the scattered light sensor at periodic intervals via the switching device.

Within the scope of the performance test, the measuring system was operated in alternating mode between PM₁₀ and PM_{2.5} with a respective interval time of 2 min. Once per hour, a zero air flush was also carried out for approx. two minutes for zero point adjustment - this is indicated in the display with "Flush". The measured data is stored in the unit's memory and - if available - on an SD card.

General notes

This certificate is based upon the equipment tested. The manufacturer is responsible for ensuring that on-going production complies with the requirements of the EN 15267. The manufacturer is required to maintain an approved quality management system controlling the manufacture of the certified product. Both the product and the quality management systems shall be subject to regular surveillance.

If a product of the current production does not conform to the certified product, TÜV Rheinland Energy GmbH must be notified at the address given on page 1.

A certification mark with an ID-Number that is specific to the certified product is presented on page 1 of this certificate. This certification mark may be applied to the product or used in advertising materials for the certified product.

This document and the certification mark remains property of TÜV Rheinland Energy GmbH. With revocation of the publication the certificate loses its validity. After the expiration of the certificate and on requests of the TÜV Rheinland Energy GmbH this document shall be returned and the certificate mark must not be employed anymore.

The relevant version of this certificate and its expiration is also accessible on the internet: gal1.de.

History of documents

Certification of Air Pollution Monitor 2 (APM-2) is based on the documents listed below and the regular, continuous monitoring of the Quality Management System of the manufacturer:

Initial certification according to EN 15267

Certificate No. 0000040336_00: 09 September 2014
Expiry date of the certificate: 04 August 2019
Test report 936/21219977/A dated 26 March 2014
TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH
Publication BAnz AT 05.08.2014 B11, chapter III number 2.1
UBA announcement dated 17 July 2014

Notifications

Statement issued by TÜV Rheinland Energy GmbH dated 27 September 2014
Publication BAnz AT 02.04.2015 B5, chapter IV notification 1
UBA announcement dated 25 February 2015
(Hardware changes)

Statement issued by TÜV Rheinland Energy GmbH dated 21 October 2015
Publication BAnz AT 14.03.2016 B7, chapter V notification 4
UBA announcement dated 18 February 2016
(Software changes)

Statement issued by TÜV Rheinland Energy GmbH dated 10 March 2017
Publication BAnz AT 31.07.2017 B12, chapter II notification 34
UBA announcement dated 13 July 2017
(Software changes)

Renewal of certificate

Certificate No. 0000040336_01: 05 August 2019

Expiry date of the certificate: 04 August 2024

Notifications

Statement issued by TÜV Rheinland Energy GmbH dated 4 May 2020

Publication BAnz AT 31.07.2020 B10, chapter II notification 1

UBA announcement dated 27 May 2020

(Software changes)

Certificate based on a notification

Certificate No. 0000040336_02: 31 May 2022

Expiry date of the certificate: 11 April 2027

Statement issued by TÜV Rheinland Energy GmbH dated 9 September 2021

Test report 936/21253723/A dated 9 September 2021

Publication BAnz AT 11.04.2022 B10, chapter VI notification 7

UBA announcement dated 9 March 2022

(Comply with EN 16450 (2017), an addendum is added to the test report.)

Combination of equivalence test results for PM2.5 after slope correction

Comparison candidate with reference according to Standard EN 16450:2017				
Candidate	APM-2	SN Limit value	SN 3 & SN 4 30	µg/m³
Status of measured values	Raw data	Allowed uncertainty	25	%
All comparisons				
Uncertainty between Reference	0,55	µg/m³		
Uncertainty between Candidates	0,71	µg/m³		
	SN 3 & SN 4			
Number of data pairs	192			
Slope b	1,001	not significant		
Uncertainty of b	0,013			
Ordinate Intercept a	0,335	not significant		
Uncertainty of a	0,235			
Expanded meas. uncertainty W_{CM}	12,64	%		
All comparisons, $\geq 18 \mu\text{g}/\text{m}^3$				
Uncertainty between Reference	0,63	µg/m³		
Uncertainty between Candidates	1,13	µg/m³		
	SN 3 & SN 4			
Number of data pairs	49			
Slope b	0,967			
Uncertainty of b	0,033			
Ordinate Intercept a	1,292			
Uncertainty of a	1,019			
Expanded meas. uncertainty W_{CM}	18,70	%		

Comparison candidate with reference according to Standard EN 16450:2017				
Candidate	APM-2	SN Limit value	SN 3 & SN 4 30	µg/m³
Status of measured values	Raw data	Allowed uncertainty	25	%
Cologne, Winter				
Uncertainty between Reference	0,54	µg/m³		
Uncertainty between Candidates	0,71	µg/m³		
	SN 3		SN 4	
Number of data pairs	52		52	
Slope b	0,931		0,962	
Uncertainty of b	0,019		0,019	
Ordinate Intercept a	1,148		1,495	
Uncertainty of a	0,424		0,435	
Expanded meas. uncertainty W_{CM}	14,07	%	13,17	%
Bonn, Winter				
Uncertainty between Reference	0,62	µg/m³		
Uncertainty between Candidates	0,96	µg/m³		
	SN 3		SN 4	
Number of data pairs	51		51	
Slope b	1,037		1,097	
Uncertainty of b	0,031		0,032	
Ordinate Intercept a	-0,948		-0,964	
Uncertainty of a	0,706		0,725	
Expanded meas. uncertainty W_{CM}	15,61	%	20,61	%
Cologne, Summer				
Uncertainty between Reference	0,53	µg/m³		
Uncertainty between Candidates	0,62	µg/m³		
	SN 3		SN 4	
Number of data pairs	46		44	
Slope b	1,054		1,113	
Uncertainty of b	0,044		0,049	
Ordinate Intercept a	-0,279		-0,232	
Uncertainty of a	0,493		0,553	
Expanded meas. uncertainty W_{CM}	12,03	%	22,86	%
Rodenkirchen, Summer				
Uncertainty between Reference	0,52	µg/m³		
Uncertainty between Candidates	0,36	µg/m³		
	SN 3		SN 4	
Number of data pairs	45		45	
Slope b	1,150		1,133	
Uncertainty of b	0,050		0,051	
Ordinate Intercept a	-1,383		-1,482	
Uncertainty of a	0,565		0,567	
Expanded meas. uncertainty W_{CM}	22,59	%	18,94	%
All comparisons, ≥18 µg/m³				
Uncertainty between Reference	0,63	µg/m³		
Uncertainty between Candidates	1,13	µg/m³		
	SN 3		SN 4	
Number of data pairs	45		45	
Slope b	0,949		0,986	
Uncertainty of b	0,032		0,034	
Ordinate Intercept a	1,074		1,497	
Uncertainty of a	1,002		1,05	
Expanded meas. uncertainty W_{CM}	18,50	%	20,36	%
All comparisons				
Uncertainty between Reference	0,55	µg/m³		
Uncertainty between Candidates	0,71	µg/m³		
	SN 3		SN 4	
Number of data pairs	194		192	
Slope b	0,976	not significant	1,027	significant
Uncertainty of b	0,013		0,013	
Ordinate Intercept a	0,396	not significant	0,269	not significant
Uncertainty of a	0,228		0,245	
Expanded meas. uncertainty W_{CM}	12,25	%	14,81	%

Combination of equivalence test results for PM10 after correction slope and intercept.

Comparison candidate with reference according to Standard EN 16450:2017				
Candidate	APM-2	SN Limit value	SN 3 & SN 4 50	µg/m³
Status of measured values	Raw data	Allowed uncertainty	25	%
All comparisons				
Uncertainty between Reference	0,58	µg/m³		
Uncertainty between Candidates	1,30	µg/m³		
	SN 3 & SN 4			
Number of data pairs	193			
Slope b	1,001	not significant		
Uncertainty of b	0,021			
Ordinate Intercept a	-0,023	not significant		
Uncertainty of a	0,514			
Expanded measured uncertainty WCM	13,62	%		
All comparisons, ≥30 µg/m³				
Uncertainty between Reference	0,72	µg/m³		
Uncertainty between Candidates	2,33	µg/m³		
	SN 3 & SN 4			
Number of data pairs	33			
Slope b	1,061			
Uncertainty of b	0,065			
Ordinate Intercept a	-2,800			
Uncertainty of a	2,744			
Expanded measured uncertainty WCM	18,93	%		

Comparison candidate with reference according to Standard EN 16450:2017				
Candidate	APM-2	SN	SN 3 & SN 4	
Status of measured values	Raw data	Limit value Allowed uncertainty	50 25	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ %
Cologne, Winter				
Uncertainty between Reference	0,54	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
Uncertainty between Candidates	1,41	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
	SN 3		SN 4	
Number of data pairs	52		52	
Slope b	0,953		1,006	
Uncertainty of b	0,023		0,022	
Ordinate Intercept a	1,785		2,520	
Uncertainty of a	0,625		0,596	
Expanded measured uncertainty W_{CM}	10,72	%	15,06	%
Bonn, Winter				
Uncertainty between Reference	0,38	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
Uncertainty between Candidates	1,76	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
	SN 3		SN 4	
Number of data pairs	51		51	
Slope b	0,967		1,069	
Uncertainty of b	0,051		0,055	
Ordinate Intercept a	-0,523		-1,146	
Uncertainty of a	1,511		1,641	
Expanded measured uncertainty W_{CM}	19,26	%	20,77	%
Cologne, Summer				
Uncertainty between Reference	0,60	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
Uncertainty between Candidates	1,09	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
	SN 3		SN 4	
Number of data pairs	47		45	
Slope b	0,873		0,978	
Uncertainty of b	0,040		0,044	
Ordinate Intercept a	2,123		1,622	
Uncertainty of a	0,750		0,828	
Expanded measured uncertainty W_{CM}	18,99	%	9,70	%
Rodenkirchen, Summer				
Uncertainty between Reference	0,76	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
Uncertainty between Candidates	0,44	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
	SN 3		SN 4	
Number of data pairs	45		45	
Slope b	0,969		1,008	
Uncertainty of b	0,065		0,065	
Ordinate Intercept a	-1,719		-2,154	
Uncertainty of a	1,281		1,287	
Expanded measured uncertainty W_{CM}	16,54	%	12,32	%
All comparisons, $\geq 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$				
Uncertainty between Reference	0,72	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
Uncertainty between Candidates	2,33	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
	SN 3		SN 4	
Number of data pairs	33		33	
Slope b	1,028		1,095	
Uncertainty of b	0,064		0,066	
Ordinate Intercept a	-3,024		-2,618	
Uncertainty of a	2,701		2,61	
Expanded measured uncertainty W_{CM}	19,73	%	21,11	%
All comparisons				
Uncertainty between Reference	0,58	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
Uncertainty between Candidates	1,30	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
	SN 3		SN 4	
Number of data pairs	195		193	
Slope b	0,958	significant	1,045	significant
Uncertainty of b	0,020		0,022	
Ordinate Intercept a	0,190	not significant	-0,253	not significant
Uncertainty of a	0,485		0,543	
Expanded measured uncertainty W_{CM}	15,10	%	16,44	%