

# AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO AR AMBIENTE

## DETERMINAÇÃO DE PARTÍCULAS EM SUSPENSÃO NA ATMOSFERA: FRAÇÃO PM<sub>10</sub>

RELATÓRIO N.º | AMB 122174/QAR01

DATA DE EMISSÃO | 30 DE NOVEMBRO DE 2023

## FICHA TÉCNICA

### IDENTIFICAÇÃO DO AUTOR

**Nome** Envisolutions  
**Sede** Rua Manuel Vieira da Cruz 25, 1º Drt Trás  
Ermesinde  
**Contacto** 220 996 067  
**Email** info@trcompliance.com

**Relatório nº** AMB 122174/QAR01

**Elaborado por** Rita Caetano  
Neide Margarido

**Aprovado por** Daniel Afonso

### IDENTIFICAÇÃO DO CLIENTE

**Nome** EDILAGES, SA – ENGENHARIA E CONSTRUÇÃO  
**Sede** R. Pedreira das Lages, 4560-155 Guilhufe, Penafiel  
**Contactos** 255 215 300  
**Email** geral@edilages.com

### IDENTIFICAÇÃO DA ENTIDADE PROPONENTE

**Nome** EDILAGES, SA – ENGENHARIA E CONSTRUÇÃO  
**Sede** R. Pedreira das Lages, 4560-155 Guilhufe, Penafiel  
**NIF** 508 559 871  
**Forma Jurídica** Sociedade anónima  
**Capital Social** 553.000,00 EUR  
**Email** geral@edilages.com  
**Website** <https://edilages.com/>

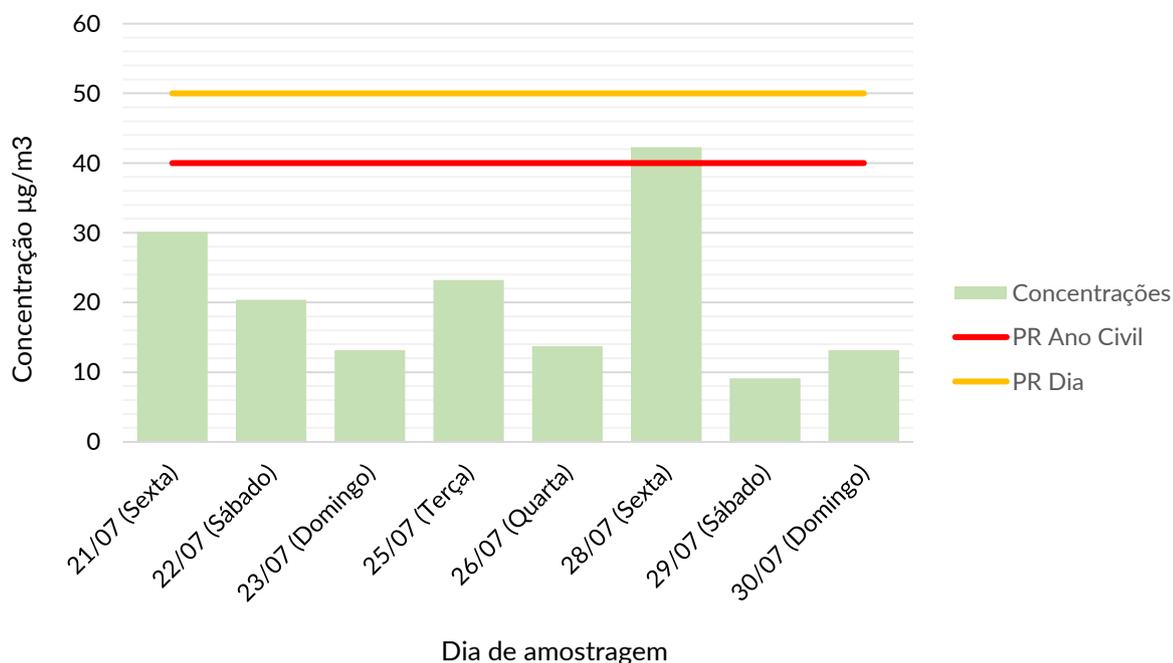
## RESUMO

O presente relatório é o resultado da avaliação à qualidade do ar ambiente, através da análise das partículas PM<sub>10</sub>.

As amostragens foram realizadas em 3 pontos (P1, P2, P3) próximos da área da pedreira n.º 4700 “Sorte das Lages”, localizada na freguesia de Guilhufe, concelho de Penafiel, distrito do Porto.

Os trabalhos de amostragem decorreram entre 21 e 30 de julho de 2023.

Os resultados obtidos estão dispostos na seguinte figura.



O valor limite para o período de referência do ano civil, definido por lei, foi ultrapassado no ponto de amostragem P3, no dia 28/07.

## Índice

Ficha Técnica .....	2
Resumo .....	3
1 Introdução .....	5
1.1 Enquadramento legal .....	5
1.2 Poluentes em estudo.....	5
2 Metodologia e Equipamentos .....	7
2.1 Metodologia de determinação .....	7
2.2 Equipamento usado.....	7
2.3 Locais de medição.....	8
3 Resultados .....	9
3.1 Concentração de PM <sub>10</sub> .....	9
4 Conclusões .....	14
<b>ANEXO I - CARTOGRAFIA DOS PONTOS DE AMOSTRAGEM.....</b>	<b>15</b>
<b>ANEXO II - FOTOS DOS LOCAIS DE AMOSTRAGEM .....</b>	<b>17</b>
<b>ANEXO III - DADOS METEOROLÓGICOS .....</b>	<b>19</b>

## 1 INTRODUÇÃO

No presente relatório são apresentados os resultados da campanha de monitorização da Qualidade do Ar realizada na envolvente da pedreira n.º 4700 denominada de Sorte das Lages, localizada na freguesia de Guilhufe, concelho de Penafiel.

Com esta avaliação pretende-se efetuar a caracterização da situação de referência no que concerne à qualidade do ar e correspondente análise da conformidade relativamente aos valores limite estabelecidos pelo Decreto-Lei n.º 102/2010 na sua redação atual.

Os parâmetros monitorizados foram as partículas em suspensão PM<sub>10</sub>. Para além dos poluentes atmosféricos, foram ainda considerados os seguintes parâmetros meteorológicos durante o período da campanha: velocidade e direção do vento, temperatura média do ar, humidade relativa e precipitação.

Os valores de concentração obtidos para os diversos poluentes em estudo foram sujeitos a um enquadramento face aos valores existentes na legislação e em referências bibliográficas.

### 1.1 ENQUADRAMENTO LEGAL

O Decreto-Lei n.º 102/2010, de 23 de setembro, alterado pelo Decreto-Lei nº43/2015 de 27 de março, fixa os objetivos para a qualidade do ar ambiente, tendo em consideração as normas, as orientações e os programas da Organização Mundial da Saúde destinados a evitar, prevenir ou reduzir as emissões de poluentes atmosféricos. Os valores-limite para a proteção da saúde humana, tal como estabelecidos no Anexo XII, para as partículas em suspensão PM<sub>10</sub> são os descritos na Tabela 1.

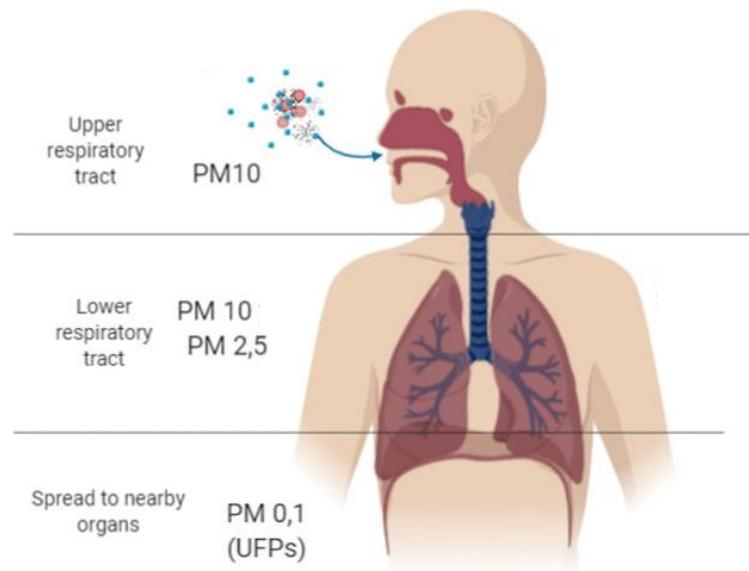
Tabela 1- Valores-limite para as partículas em suspensão PM<sub>10</sub>

PM <sub>10</sub>		
Período de Referência	Valor Limite	Margem de Tolerância
1 Dia	50 µg/m <sup>3</sup> , a não exceder mais de 35 vezes por ano civil	50%
Ano Civil	40 µg/m <sup>3</sup>	20%

### 1.2 POLUENTES EM ESTUDO

As partículas inaláveis são substâncias que se encontram em suspensão na atmosfera. Estas podem ter diferentes fontes, desde fontes antropogénicas, como por exemplo, indústrias, transportes, aquecimento doméstico com combustão de biomassa, a fontes naturais, como o transporte de partículas de longa distância com origem em regiões áridas, ou mesmo a ação do vento sobre o solo. Estas partículas em suspensão são uma mistura de substâncias orgânicas e inorgânicas, presentes na atmosfera no estado líquido e sólido (REA, Portal do Estado do Ambiente).

Diariamente, o ser humano inala cerca de 10 m<sup>3</sup> de ar, representando assim, uma elevada exposição aos poluentes nocivos existentes no ar. A imagem seguinte esquematiza o processo da inalação do ar, e a sua diferenciação por frações:



**Figura 1- Esquema do Trato Respiratório Humano aquando da inalação de partículas**

A fração de partículas inaláveis é a porção de partículas que passa pelas narinas e pela boca, e entra no trato respiratório durante a inalação. A determinação do seu valor tem como objetivo avaliar o potencial risco causado por partículas com diâmetro inferior a 100  $\mu\text{m}$  depositadas em qualquer lugar do aparelho respiratório.

A porção composta por partículas que são pequenas o suficiente para passar pela laringe e entrar nos pulmões durante a inalação designa a fração torácica. Essa fração é utilizada na avaliação do risco que está associado ao depósito de partículas perigosas em qualquer lugar das vias pulmonares (traqueia, brônquios, bronquíolos) e na região de troca gasosa (alvéolos). A esta fração corresponde a inalação de partículas menores que 25  $\mu\text{m}$ .

Relativamente à fração respirável, esta é composta por partículas que são pequenas o suficiente para entrar na região alveolar dos pulmões durante a inalação e correspondem às partículas de diâmetro inferior a 10 $\mu\text{m}$ , designadas por PM<sub>10</sub>. Estas são consideradas o poluente atmosférico que mais danos causa à saúde humana, nomeadamente no continente europeu.

A inalação destas partículas afeta pessoas de todas as idades, podendo causar asma, bronquite crónica e doenças respiratórias e doenças cardíacas graves, podendo levar, assim, a uma redução na esperança média de vida.

Para proteger a saúde humana, a EU, através da Diretiva 2008/50/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 21 de maio de 2008, estabeleceu um valor limite diário de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  que não deve ser excedido mais de 35 dias do ano civil e um valor limite anual de 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  para as partículas com diâmetro inferior a 10 $\mu\text{m}$  (PM<sub>10</sub>). Em Portugal estes valores limite passaram a estar contemplados no Decreto-Lei nº102/2010, na sua versão atual.

Segundo o Relatório do Estado do Ambiente da APA, o cálculo da média anual nacional é elaborado com base nos dados relativos à pior situação registada em cada zona ou aglomeração, tendo em conta a utilização de todas

as estações existentes na zona com eficiência de medição superior a 75%. A tendência de evolução da exposição da população às PM<sub>10</sub> é efetuada através da agregação nacional dos valores médios anuais, associados à pior situação registada em cada zona ou aglomeração.

## 2 METODOLOGIA E EQUIPAMENTOS

### 2.1 METODOLOGIA DE DETERMINAÇÃO

A avaliação da qualidade do ar foi feita de acordo com o método de referência estabelecido pelo anexo VII do Decreto-Lei n.º 102/2010, de 23 de outubro.

De acordo com esse anexo, o método de referência para a amostragem e medição de PM<sub>10</sub> é o método descrito na norma EN 12341:1999 «Air Quality - Determination of the PM<sub>10</sub> fraction of suspended particulate matter - Reference method and field test procedure to demonstrate reference equivalence of measurement methods». Esta norma foi, entretanto, retirada e substituída pela sua versão mais recente: EN 12341:2023 «Ambient air - 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».

Esta norma europeia descreve um método padrão para determinar as concentrações mássicas de PM<sub>10</sub> ou PM<sub>2,5</sub> de partículas em suspensão no ar ambiente, através da amostragem das partículas em filtros e da sua pesagem numa balança. O método baseia-se na recolha, num filtro, de um fluxo de 2,3 m<sup>3</sup>/h de ar ambiente durante 24h. O filtro utilizado é pesado antes e no final do ensaio, sendo a massa de PM<sub>10</sub> obtida pela diferença entre esses dois valores.

O ensaio de amostragem da fração PM<sub>10</sub> das partículas em suspensão no ar ambiente foi realizado pela empresa **Envisolutions**. O ensaio de gravimetria foi realizado, também, pela mesma empresa nas suas instalações.

Para este ensaio foram realizadas amostragens de 24h, em três pontos diferentes próximos da área do projeto, num total de 11 dias.

### 2.2 EQUIPAMENTO USADO

Equipamento	Marca/Modelo
Amostrador sequencial (PMx sequential sampler)	Dado Lab Modelo Giano
Medidor de temperatura e humidade (Outside Air Radiation Shield)	Dwyer Instruments, Inc. / Modelo RHRS
Anemómetro	Davis Instruments/ Modelo padrão para Vantage Pro2
Calibrador primário	AMETEK (n.º série - 011894021)
Balança eletrónica de precisão	VWR/ Modelo SMG215i-ION

## 2.3 LOCAIS DE MEDIÇÃO

Foram selecionados três locais onde foram realizadas as amostragens, tendo em consideração alguns aspetos como:

- Proximidade ao projeto;
- População mais exposta às partículas provenientes da atividade em análise;
- Disponibilidade dos moradores para aceitar ter a máquina na sua propriedade;
- Condicionais associados à existência e disponibilidade de eletricidade (alimentação contínua);
- Local seguro para o equipamento (protegido contra influências externas).

**Tabela 2 Descrição dos pontos de amostragem selecionados**

Ponto	Freguesia	Município	Coordenadas	Tipo de recetor	Distância aproximada à área de estudo	Direção relativamente à área de estudo
P1	Guilhufe	Penafiel	41° 11' 21.0"N 8° 19' 02.8"W	Habitação	100m	Noroeste
P2	Guilhufe	Penafiel	41° 11' 29.0"N 8° 19' 20.3"W	Habitação	90m	Este
P3	Guilhufe	Penafiel	41° 11' 12.3"N 8° 19' 10.4"W	Habitação	50m	Sul

A cartografia dos pontos de amostragem, assim como as fotografias desses pontos, podem ser encontradas nos anexos I e II.

### 3 RESULTADOS

De seguida apresentam-se os resultados do ensaio elaborado. Os dados meteorológicos podem ser consultados em anexo.

#### 3.1 CONCENTRAÇÃO DE PM<sub>10</sub>

Na tabela seguinte, estão apresentados os valores obtidos da avaliação à qualidade do ar ambiente, relativamente ao parâmetro PM<sub>10</sub>.

É também apresentada na **Erro! A origem da referência não foi encontrada.** a respetiva rosa dos ventos relativa a esses dias de amostragem.

PONTO DE AMOSTRAGEM P1

PERÍODO DE AMOSTRAGEM 21 a 23/07/2023

ID Filtro	Data de início	Dia da semana	Hora de início (h:min)	Massa de PM <sub>10</sub> (µg)	Caudal (m <sup>3</sup> )	Tempo (h)	Concentração (µg/m <sup>3</sup> )
16	21/07	Sexta-feira	00:00:00	1663,3	2,3	24h	30,1
8	22/07	Sábado	00:00:00	1126,7	2,3	24h	20,4
6	23/07	Domingo	00:00:00	725,8	2,3	24h	13,1

PONTO DE AMOSTRAGEM P2

PERÍODO DE AMOSTRAGEM 24 a 27/07/2023

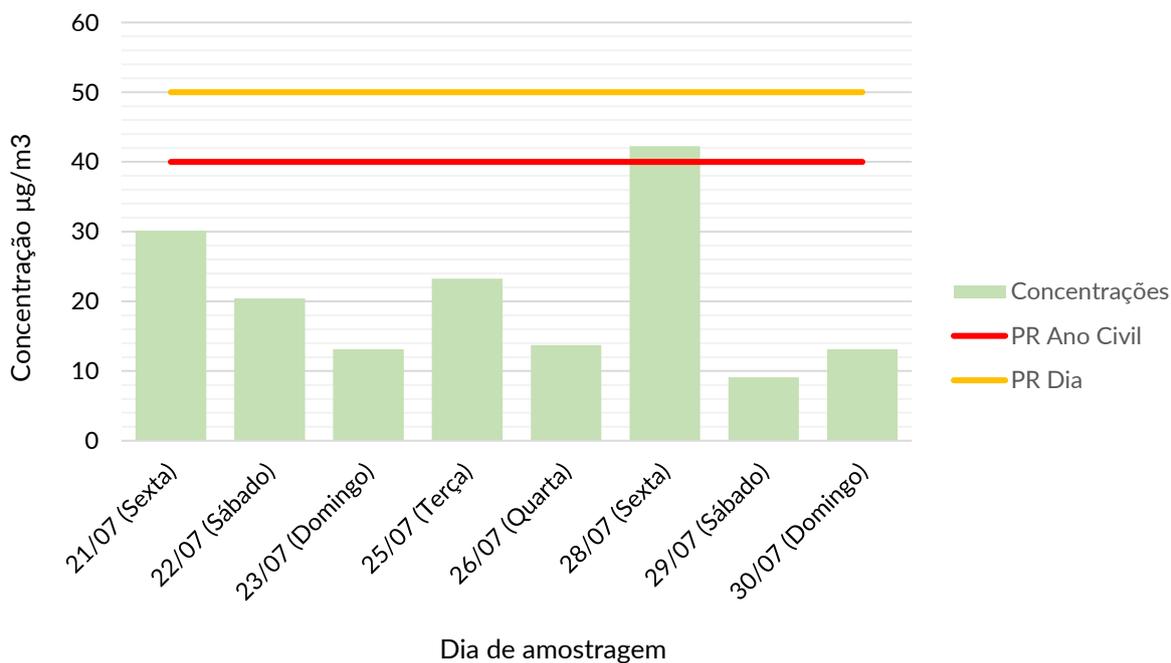
ID Filtro	Data de início	Dia da semana	Hora de início (h:min)	Massa de PM <sub>10</sub> (µg)	Caudal (m <sup>3</sup> )	Tempo (h)	Concentração (µg/m <sup>3</sup> )
10	25/07	Terça-feira	00:00:00	1283,3	2,3	24h	23,2
1	26/07	Quarta-feira	00:00:00	758,3	2,3	24h	13,7

PONTO DE AMOSTRAGEM P3

PERÍODO DE AMOSTRAGEM 28 a 30/07/2023

ID Filtro	Data de início	Dia da semana	Hora de início (h:min)	Massa de PM <sub>10</sub> (µg)	Caudal (m <sup>3</sup> )	Tempo (h)	Concentração (µg/m <sup>3</sup> )
71	28/07	Sexta-feira	00:00:00	2333,3	2,3	24h	42,3
13	29/07	Sábado	00:00:00	503,3	2,3	24h	9,1
9	30/07	Domingo	00:00:00	725,3	2,3	24h	13,1

O seguinte gráfico esquematiza os resultados obtidos relativamente aos valores limite estabelecidos pelo Decreto-Lei n.º 102/2012, de 23 de setembro, de acordo com os períodos de referência para um dia e para o ano civil. A linha laranja indica o valor limite diário para proteção da saúde humana (50 µg/m<sup>3</sup>) e a linha vermelha indica o valor limite anual para proteção da saúde humana (40 µg/m<sup>3</sup>).



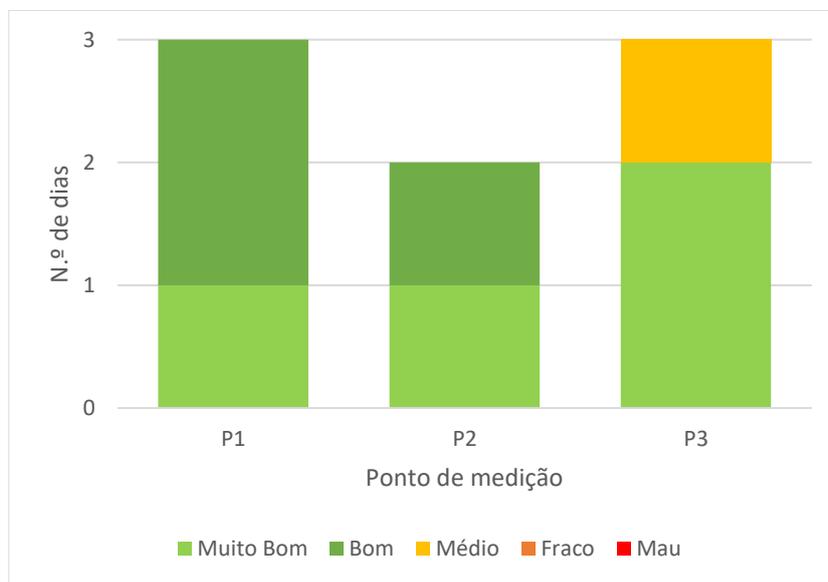
**Figura 2 Resultados obtidos comparativamente com os valores limite dos períodos de referência para um dia e para o ano civil**

O índice de qualidade do ar (QualAR) definido pela APA 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:

Classificação	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	NO <sub>2</sub>	O <sub>3</sub>	SO <sub>2</sub>
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

**Figura 3 Matriz de classificação do índice QualAr**

No caso presente, a qualidade do ar registada para o parâmetro PM<sub>10</sub>, no período de medição poderá ser classificada da seguinte forma:



**Figura 4 Esquemáticação dos valores obtido de acordo com o índice QualAR, por ponto de medição**

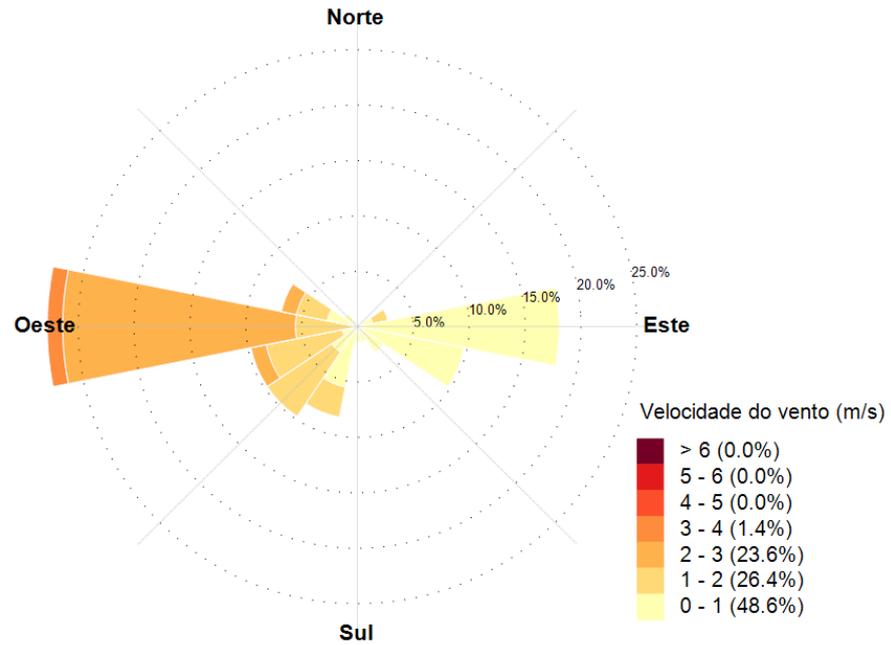


Figura 5 – Rosa dos ventos relativa às observações da direção e velocidade do vento em P1

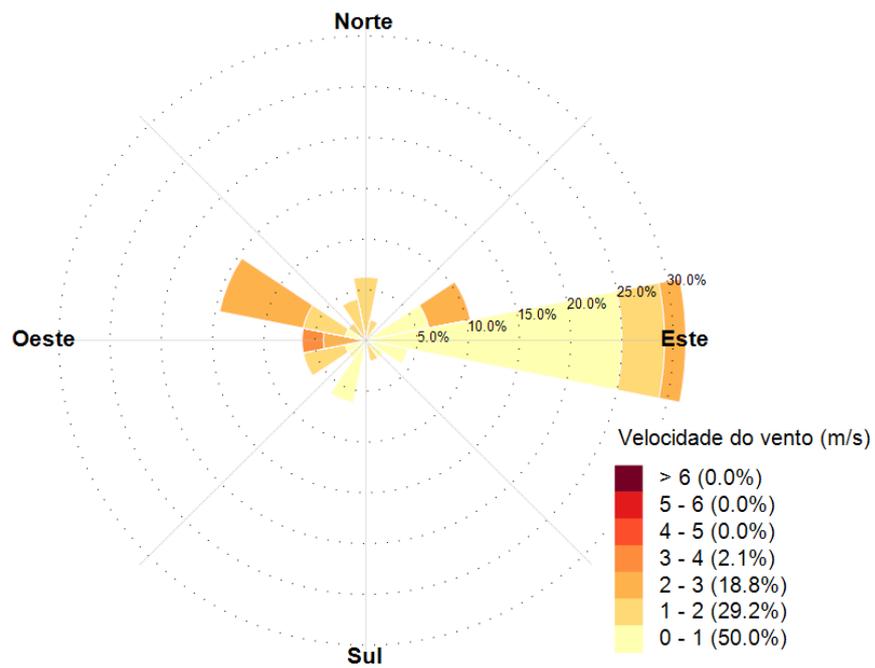


Figura 6 – Rosa dos ventos relativa às observações da direção e velocidade do vento em P2

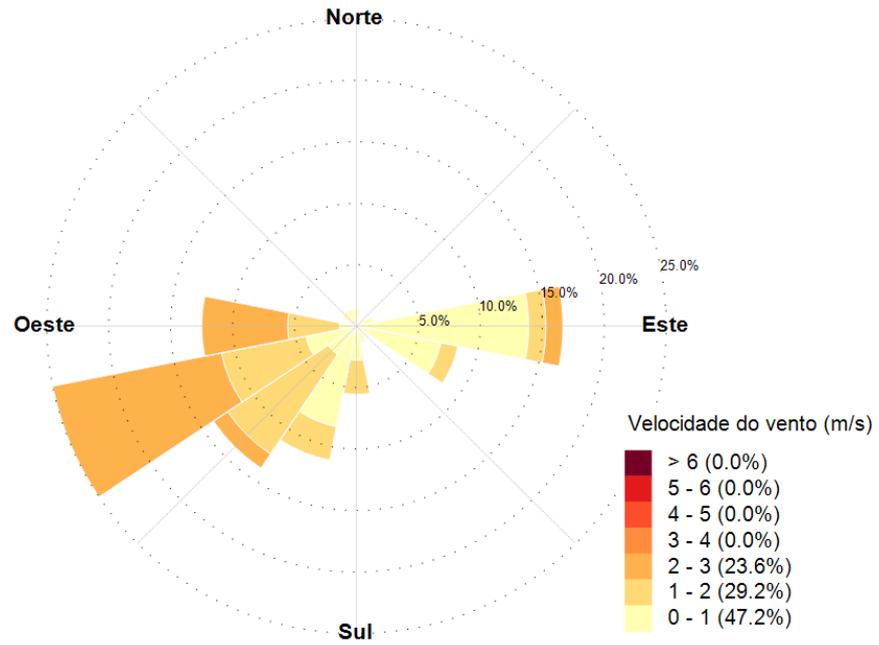


Figura 7 – Rosa dos ventos relativa às observações da direção e velocidade do vento em P3

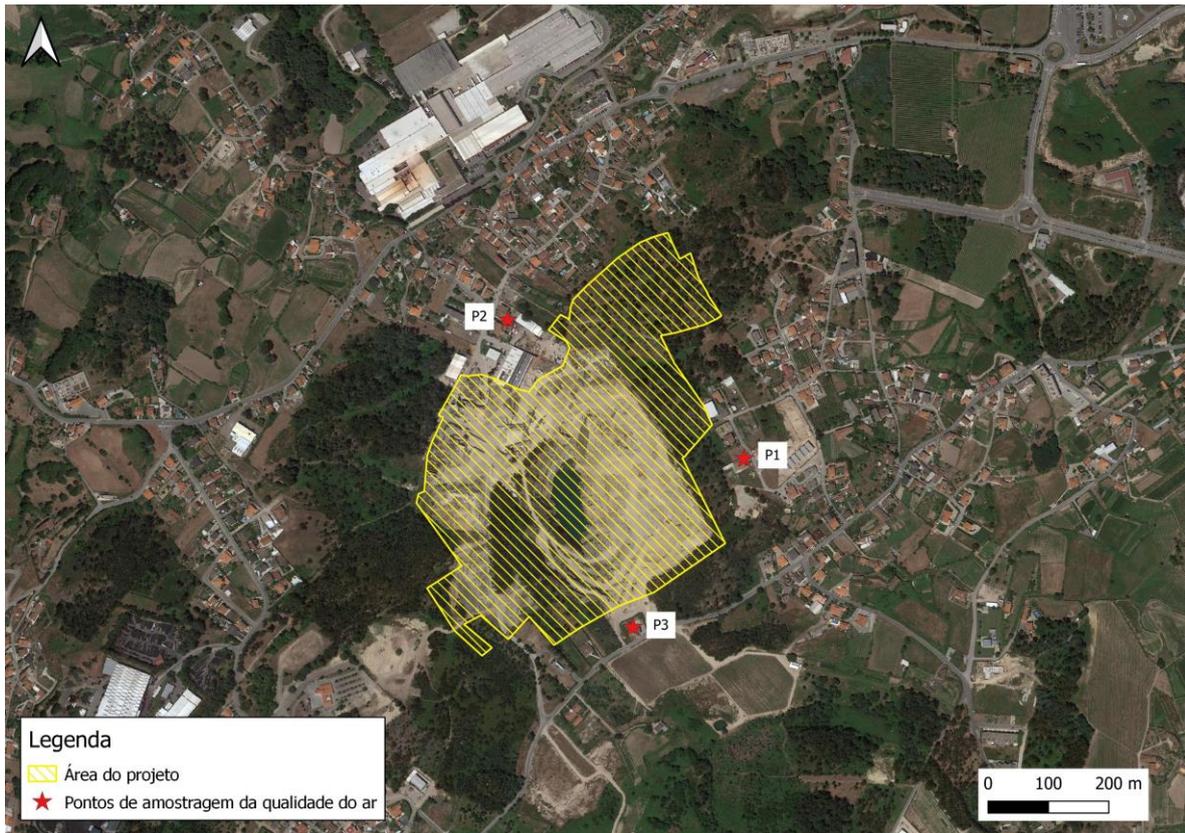
## 4 CONCLUSÕES

Atendendo aos resultados obtidos, esquematizados pela figura 2, é possível concluir que:

- O valor limite diário de PM10 ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) estabelecido no Decreto-Lei n.º 102/2010 não foi excedido.
- O valor limite anual de PM10 ( $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) estabelecido no Decreto-Lei n.º 102/2010 foi excedido no dia 28/07.

A análise destes valores será sempre indicativa e não extrapolável, uma vez que os limites legais são referentes ao período de referência de um ano, enquanto os valores obtidos são relativos a um período de medição de 8 dias.

# ANEXO I – CARTOGRAFIA DOS PONTOS DE AMOSTRAGEM



## ANEXO II – FOTOS DOS LOCAIS DE AMOSTRAGEM



Ponto 2



Ponto 3

## ANEXO III – DADOS METEOROLÓGICOS

Os dados meteorológicos diários da temperatura média, humidade relativa, velocidade média do vento e direção predominante medidos nos locais de amostragem P1, P2 e P3 encontram-se na tabela seguinte.

Data	Temperatura Média (°C)	Humidade Relativa (%)	Velocidade Média do Vento (m/s)	Direção Predominante
21/07/2023	19,8	64,3	1,4	Oeste
22/07/2023	22,2	60,2	1,2	Oeste
23/07/2023	19,4	66,6	1,4	Oeste
25/07/2023	20,6	57,2	1,3	Este
26/07/2023	24,4	56,4	1,3	Este
28/07/2023	21,2	63,3	1,4	Oeste
29/07/2023	22,2	72,7	1,3	Oeste
30/07/2023	20,5	77,0	1,2	Este

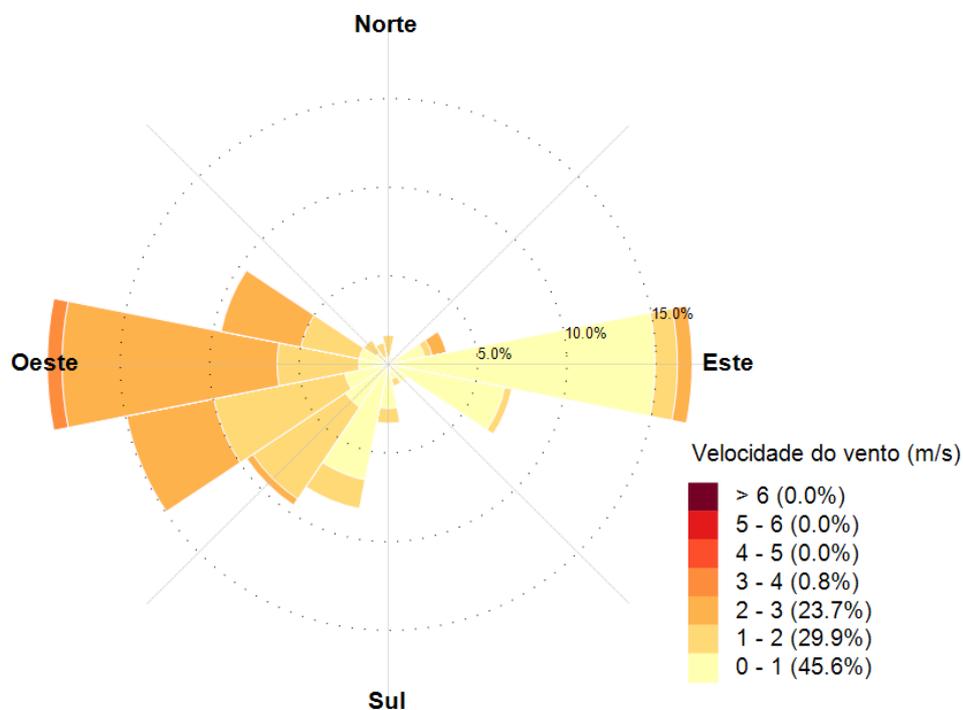


Figura 8- Rosa dos ventos relativa às observações da direção e velocidade do vento entre 21 e 30 de julho.