



**Politécnico  
de Viseu**

Escola Superior  
de Tecnologia  
e Gestão de Viseu

Trabalho efetuado sob a orientação de



**Politécnico  
de Viseu**

Escola Superior  
de Tecnologia  
e Gestão de Viseu

Trabalho efetuado sob a orientação de

## **AGRADECIMENTOS**

- Agradeço ao Professor Doutor Paulo Pinho pela orientação do trabalho a desenvolver, pela disponibilidade e paciência em me ensinar as funcionalidades dos equipamentos de forma teórica e prática. Agradeço-lhe todo o apoio e incentivo constante, permitindo-me continuar com o desenvolvimento deste projeto.

- À Câmara Municipal de Viseu e Direção Municipal de Obras Públicas, Ambiente e Sustentabilidade, pelo interesse nesta matéria tendo permitido realizar este trabalho na Estação de Monitorização da Qualidade do Ar do Município de Viseu.

- Às chefias e colegas da Divisão de Ambiente, Higiene Urbana e Espaços Verdes, Divisão de Gestão de Infraestruturas e Equipamentos e Divisão de Informática, pelo apoio que me foi dado na realização dos trabalhos de limpeza, manutenção de equipamentos, e fornecimento de computador na Estação de Monitorização da Qualidade do Ar do Município de Viseu.

- Ao Instituto Politécnico de Viseu por ter facultado a Estação de Monitorização da Qualidade do Ar móvel para este trabalho e apoio técnico.

- À BHB – Sistemas de Controle e Medida, pela disponibilização do software da Horiba e apoio técnico.

## RESUMO

A avaliação da qualidade do ar, na atual política europeia é implementada através da diretiva 2008/50/CE, relativa à gestão e avaliação da qualidade do ar e baseia-se no princípio de que os Estados-Membros da União Europeia dividem os seus territórios num conjunto de zonas de gestão.

A maior parte das grandes cidades da União Europeia são abrangidas como fazendo parte dessas zonas de gestão, contudo, as zonas e cidades que ficam fora do critério que obriga à avaliação em contínuo da qualidade do ar por implementação de Estações de Monitorização da Qualidade do Ar (EMQA), geralmente não dispõem de meios para avaliar a qualidade do ar, existindo, assim, uma grande lacuna de dados relativos à exposição destas populações à poluição atmosférica e uma relação entre a qualidade do ar e as fontes de emissão locais.

O Município de Viseu possui uma EMQA tendo sido adquirida no âmbito do Programa POLIS no ano de 2015 e localiza-se no Centro de Monitorização e Interpretação Ambiental (CMIA) de Viseu.

No âmbito desta dissertação foi avaliada a qualidade do ar na cidade de Viseu. A avaliação foi realizada com recurso à EMQA do Instituto Politécnico de Viseu. Foram realizadas 3 campanhas de caracterização da qualidade do ar em Parques da Cidade de Viseu e foram analisados dados passados (histórico) da monitorização realizada na Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Viseu. No âmbito deste trabalho foi também efetuada uma avaliação e tentativa de operacionalização da EMQA do Município de Viseu.

Foram igualmente desenvolvidas ações de sensibilização direcionadas a alunos do secundário, permitindo motivar os alunos para o estudo da poluição atmosférica, bem como ter a oportunidade de conhecer as características e o funcionamento de uma EMQA fora da sala de aula.

**Palavras-chave:** qualidade do ar; monitorização da qualidade do ar

## **ABSTRACT**

The air quality assessment in the current European policy is implemented through Directive 2008/50/EC on air quality management and assessment and is based on the principle that The Member States of the European Union divide their territories into a number of management areas.

Most major cities in the European Union are covered as part of these management areas, however, areas and cities that fall outside the criterion requiring the continuous assessment of air quality by implementation of Air Quality Monitoring Stations (EMQA) generally do not have the means to assess air quality, there is therefore a large gap in data on the exposure of these populations to air pollution and a relationship between air quality and local emission sources.

The Municipality of Viseu has an EMQA having been acquired under the POLIS Program in 2015 and is located in the Center for Environmental Monitoring and Interpretation (CMIA) of Viseu.

Within the scope of this dissertation, air quality was evaluated in the city of Viseu. The evaluation was carried out using the EMQA of the Polytechnic Institute of Viseu. Three air quality characterization campaigns were carried out in Parks of the City of Viseu, and past (historical) data of the monitoring performed at the Higher School of Technology and Management of Viseu were analyzed. In the scope of this work, an evaluation and attempt was also made to operationalize the EMQA of the Municipality of Viseu. For this purpose, a portable air quality monitoring station (indicative measurement) was also used, which allowed a set of campaigns to expand the spatial coverage to be used to characterize the air quality of the municipality.

Awareness-raising actions aimed at secondary students have also been developed, allowing students to be motivated to study air pollution, as well as to have the opportunity to know the characteristics and functioning of an EMQA outside the classroom.

**Keywords:** air quality; monitoring air quality

# ÍNDICE

## GERAL

ÍNDICE DE TABELAS .....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	viii
LISTA DE SIGLAS/ ABREVIATURAS .....	xi
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Enquadramento .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Objetivos .....</b>	<b>2</b>
<b>1.3 Metodologia do Trabalho .....</b>	<b>3</b>
<b>1.4 Estrutura da Dissertação .....</b>	<b>4</b>
<b>2. PRINCIPAIS EFEITOS DA QUALIDADE DO AR .....</b>	<b>5</b>
<b>3. AVALIAÇÃO E GESTÃO DA QUALIDADE DO AR AMBIENTE .....</b>	<b>8</b>
<b>3.1 Gestão e Qualidade do Ar .....</b>	<b>8</b>
<b>3.2 Enquadramento Legislativo Relativo à Qualidade do Ar .....</b>	<b>12</b>
<b>3.2.1 União Europeia .....</b>	<b>12</b>
<b>3.2.2 Portugal .....</b>	<b>13</b>
<b>3.3 Monitorização da Qualidade do Ar .....</b>	<b>14</b>
<b>3.3.1 Redes de Medição .....</b>	<b>17</b>
<b>3.3.2 Tipologias de EMQA .....</b>	<b>18</b>
<b>3.3.3 Funcionamento de uma EMQA .....</b>	<b>18</b>
<b>3.3.4 Comunicação .....</b>	<b>19</b>
<b>3.3.5 Métodos de medição .....</b>	<b>20</b>
<b>3.4 Índice de Qualidade do Ar .....</b>	<b>21</b>
<b>3.5 Controlo e Garantia de Qualidade .....</b>	<b>23</b>
<b>3.6 Planos de Qualidade do Ar .....</b>	<b>24</b>
<b>3.7. Transmissão de Informação .....</b>	<b>24</b>
<b>3.8 Previsão da Qualidade do Ar .....</b>	<b>26</b>
<b>3.9 Divulgação de Informação e Sensibilização da População .....</b>	<b>26</b>
<b>4. CARACTERIZAÇÃO DO MUNICIPIO DE VISEU .....</b>	<b>31</b>
<b>4.1 Caracterização do Município de Viseu .....</b>	<b>31</b>
<b>4.2 Fontes de Emissão e Poluentes Atmosféricos .....</b>	<b>37</b>
<b>4.2.1 Controlo de Emissões Poluentes .....</b>	<b>45</b>
<b>5. CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DO AR DA CIDADE DE VISEU .....</b>	<b>47</b>
<b>5.1 Caracterização da Qualidade do Ar com base em dados Históricos .....</b>	<b>49</b>

5.1.1	Análise da qualidade do ar no ano 2021 – EMQA Fornelo do Monte.....	49
5.1.2	Análise da qualidade do ar no ano 2021 – EMQA IPV.....	53
5.1.3	Análise comparativa dos poluentes O <sub>3</sub> , NO <sub>2</sub> e PM10 através das EMQA do IPV e de Fornelo do Monte nos anos 2019,2020,2021.....	56
5.2	Caracterização da qualidade do ar com base em campanhas de monitorização mensais.....	63
5.2.1	Parque Aquilino Ribeiro.....	63
5.2.2	Mata do Fontelo.....	69
5.2.3	Parque Urbano de Santiago.....	73
5.3	Dados de qualidade do ar com base na EMQA do Município de Viseu.....	76
5.3.1	Dados estatísticos do O <sub>3</sub> obtidos através da EMQA do Município de Viseu de 18/11/2022 a 29/11/2022. ....	77
6.	DISCUSSÃO/ CONCLUSÃO.....	79
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	82
ANEXO I.....		85
Operacionalização da Estação de Monitorização da Qualidade do Ar do Município de Viseu.....		86
Primeira fase: Limpeza exterior e interior da Estação.....		87
Segunda fase: Colocar em funcionamento o ar condicionado.....		88
Terceira fase: Verificação e calibração dos equipamentos.....		89
Quarta fase: Colocação do computador com programação HORIBA.....		90
Quinta fase: Apoio técnico da BHB.....		91
ANEXOII.....		92
Realização de Ações de Sensibilização a Alunos da Escola Secundária Alves Martins..		93

## ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1: DESCRIÇÃO DAS TAREFAS A DESENVOLVER .....	3
TABELA 2: OBJETIVOS DA QUALIDADE DO AR. VALORES LIMITE E VALORES ALVO .....	11
TABELA 3: DIRETIVAS EUROPEIAS ATUAIS .....	13
TABELA 4: DIFUSÃO DE INFORMAÇÃO POR POLUENTE.....	27
TABELA 5: AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO AR EM FORNELO DO MONTE NO ANO DE 2021. ÍNDICE QUALAR RELATIVO AO O <sub>3</sub> .....	50
TABELA 6: AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO AR EM FORNELO DO MONTE NO ANO DE 2021. ÍNDICE QUALAR RELATIVO AO NO <sub>2</sub> .....	51
TABELA 7: AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO AR EM FORNELO DO MONTE NO ANO DE 2021. ÍNDICE QUALAR RELATIVO ÀS PM <sub>10</sub> .....	52
TABELA 8: AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO AR EM VISEU NO ANO DE 2021. ÍNDICE QUALAR RELATIVO AO O <sub>3</sub> .....	54
TABELA 9: AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO AR EM VISEU NO ANO DE 2021. ÍNDICE QUALAR RELATIVO AO NO <sub>2</sub> .....	54
TABELA 10: AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO AR EM VISEU NO ANO DE 2021. ÍNDICE QUALAR RELATIVO ÀS PM <sub>10</sub> .....	55
TABELA 11: VALORES ANUAIS DE OZONO OBTIDOS PELA EMQA FORNELO DO MONTE...	56
TABELA 12: VALORES ANUAIS DE OZONO OBTIDOS PELA EMQA DO IPV .....	57
TABELA 13: VALORES ANUAIS DE DIÓXIDO DE AZOTO OBTIDOS PELA EMQA FORNELO DO MONTE .....	58
TABELA 14: VALORES ANUAIS DE DIÓXIDO DE AZOTO OBTIDOS PELA EMQA DO IPV .....	59
TABELA 15: VALORES ANUAIS DE PM <sub>10</sub> OBTIDOS PELA EMQA FORNELO DO MONTE .....	61
TABELA 16: VALORES ANUAIS DE PM <sub>10</sub> OBTIDOS PELA EMQA DO IPV .....	62
TABELA 17: VALORES DE OZONO OBTIDOS PELA EMQA DO MUNICÍPIO DE VISEU NO PERÍODO DE 18/11/2022 A 29/11/2022.....	77

# ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 – COMPARAÇÃO DE TAMANHO ENTRE AS PM10 E PM2.5 E OS GRÃOS DE AREIA E CABELO HUMANO .....	7
FIGURA 2 - DEFINIÇÃO DA ESTRATÉGIA DE AVALIAÇÃO DAS ZONAS E AGLOMERAÇÕES. ....	17
FIGURA 3 - FLUXO DE DADOS DE QUALIDADE DO AR.....	19
FIGURA 4 - MÉTODO DE CÁLCULO DO ÍNDICE QUALAR PARA O PRÓPRIO DIA (ATUAL) E PARA OUTRO DIA DIFERENTE DO ATUAL (HISTÓRICO). ....	22
FIGURA 5 - CLASSIFICAÇÃO DO ÍNDICE DE QUALIDADE DO AR.....	23
FIGURA 6 - FLUXO DE INFORMAÇÃO A ENVIAR PARA A COMISSÃO EUROPEIA .....	25
FIGURA 7 - INTERFACE DE VISUALIZAÇÃO DO ÍNDICE DE QUALIDADE DO AR AO NÍVEL DA ESTAÇÃO .....	28
FIGURA 8 - INTERFACE DE VISUALIZAÇÃO DO SISTEMA DE AVISOS DO QUALAR, ACIONADO QUANDO SE VERIFICA A PREVISÃO E/OU OCORRÊNCIA DE EPISÓDIOS DE FRACA QUALIDADE DO AR. ....	28
FIGURA 9 - FERRAMENTAS DE DIVULGAÇÃO AO PÚBLICO EM GERAL .....	29
FIGURA 10 - VALOR DE DENSIDADE POPULACIONAL E POPULAÇÃO RESIDENTE EM VISEU. ANO 2021 .....	31
FIGURA 11 - POPULAÇÃO EMPREGADA POR SETOR DE ATIVIDADE ECONÓMICA EM VISEU .....	32
FIGURA 12- HIPSOMETRIA DO MUNICÍPIO DE VISEU .....	33
FIGURA 13 - MÉDIAS DA TEMPERATURA MÁXIMA, MÉDIA E MÍNIMA MENSAL DO AR .....	34
FIGURA 14 - N.º DE DIAS DE TEMPERATURAS MÁXIMAS E MÍNIMAS MENSAL.....	34
FIGURA 15 - PRECIPITAÇÃO MÉDIA TOTAL NO PERÍODO DE 1981-2010 EM VISEU .....	35
FIGURA 16 - MÉDIA DO NÚMERO DE DIAS COM PRECIPITAÇÃO DIÁRIA NO PERÍODO DE 1981-2010.....	36
FIGURA 17 - MASSA DE CO EMITIDA POR KM <sup>2</sup> , NOS ANOS DE 2015, 2017 E 2019 NO MUNICÍPIO DE VISEU E EM PORTUGAL.....	39
FIGURA 18 - MASSA DE NO <sub>x</sub> EMITIDA POR KM <sup>2</sup> , NOS ANOS DE 2015, 2017 E 2019 NO MUNICÍPIO DE VISEU E EM PORTUGAL.....	40
FIGURA 19 - MASSA DE COV EMITIDA POR KM <sup>2</sup> , NOS ANOS DE 2015, 2017 E 2019 NO MUNICÍPIO DE VISEU E EM PORTUGAL.....	41
FIGURA 20 - MASSA DE PM10 EMITIDA POR KM <sup>2</sup> , NOS ANOS DE 2015, 2017 E 2019 NO MUNICÍPIO DE VISEU E EM PORTUGAL.....	41
FIGURA 21 – EMISSÃO DE SO <sub>x</sub> NOS ANOS DE 2015, 2017 E 2019, POR ATIVIDADE, NO MUNICÍPIO DE VISEU .....	42
FIGURA 22 - EMISSÃO DE NO <sub>x</sub> NOS ANOS DE 2015, 2017 E 2019, POR ATIVIDADE, NO MUNICÍPIO DE VISEU .....	43
FIGURA 23 - EMISSÃO DE COV NOS ANOS DE 2015, 2017 E 2019, POR ATIVIDADE, NO MUNICÍPIO DE VISEU .....	43
FIGURA 24 - EMISSÃO DE PM10 NOS ANOS DE 2015, 2017 E 2019, POR ATIVIDADE, NO MUNICÍPIO DE VISEU .....	44
FIGURA 25 - EMISSÃO DE CO NOS ANOS DE 2015, 2017 E 2019, POR ATIVIDADE, NO MUNICÍPIO DE VISEU .....	45
FIGURA 26 - REDE DE MONITORIZAÇÃO DA QUALIDADE DO AR NA REGIÃO CENTRO.....	47
FIGURA 27 - ESTAÇÃO DE MONITORIZAÇÃO FIXA DE FORNELO DO MONTE.....	48
FIGURA 28 - ESTAÇÃO DE MONITORIZAÇÃO MÓVEL DO IPV .....	48
FIGURA 29 - ESTAÇÃO DE MONITORIZAÇÃO FIXA DO MUNICÍPIO DE VISEU.....	49
FIGURA 30 – VARIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO HORÁRIA DE O <sub>3</sub> NO ANO DE 2021, DETERMINADA NA EMQA DE FORNELO DO MONTE .....	50
FIGURA 31 - VARIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO HORÁRIA DE NO <sub>2</sub> NO ANO DE 2021, DETERMINADA NA EMQA DE FORNELO DO MONTE .....	51

FIGURA 32 - VARIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO HORÁRIA DE PM10 NO ANO DE 2021, DETERMINADA NA EMQA DE FORNELO DO MONTE .....	52
FIGURA 33- VARIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO HORÁRIA DE O <sub>3</sub> NO ANO DE 2021, DETERMINADA NA EMQA DO IPV .....	53
FIGURA 34- VARIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO HORÁRIA DIÁRIA DE NO <sub>2</sub> , NO ANO DE 2021, DETERMINADA NA EMQA DO IPV .....	54
FIGURA 35- VARIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO HORÁRIA DIÁRIA DE PM10, NO ANO DE 2021, DETERMINADA NA EMQA DO IPV .....	55
FIGURA 36 - LOCALIZAÇÃO DA EMQA DO IPV NO PARQUE AQUILINO RIBEIRO .....	64
FIGURA 37 – EMQA DO IPV NO PARQUE AQUILINO RIBEIRO NO PERÍODO DE MONITORIZAÇÃO.....	64
FIGURA 38 .- AVISO DE REALIZAÇÃO DAS CAMPANHAS DE MONITORIZAÇÃO NOS 3 PARQUES DA CIDADE DE VISEU .....	65
FIGURA 39 - VARIAÇÃO HORÁRIA DA CONCENTRAÇÃO DE O <sub>3</sub> OBTIDA PELAS EMQA DE FORNELO DO MONTE E DO IPV NO PERÍODO COMPREENDIDO ENTRE 14/04/2022 A 14/05/2022.....	65
FIGURA 40 - VARIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO MÉDIA HORÁRIA DE O <sub>3</sub> OBTIDA PELAS EMQA DE FORNELO DO MONTE E DO IPV NO PERÍODO COMPREENDIDO ENTRE 14/04/2022 A 14/05/2022.....	66
FIGURA 41 - VARIAÇÃO MÉDIA DIÁRIA DA CONCENTRAÇÃO DE NO <sub>2</sub> OBTIDA PELAS EMQA DE FORNELO DO MONTE E DO IPV NO PERÍODO COMPREENDIDO ENTRE 14/04/2022 A 14/05/2022.....	67
FIGURA 42 - VARIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO HORÁRIA DE NO <sub>2</sub> OBTIDA PELAS EMQA DE FORNELO DO MONTE E DO IPV NO PERÍODO COMPREENDIDO ENTRE 14/04/2022 A 14/05/2022.....	67
FIGURA 43 - VARIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO MÉDIA HORÁRIA DE PM10 OBTIDA PELAS EMQA DE FORNELO DO MONTE E DO IPV NO PERÍODO COMPREENDIDO ENTRE 14/04/2022 A 14/05/2022.....	68
FIGURA 44 - VARIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO MÉDIA DIÁRIA DE PM10 OBTIDA NAS EMQA DE FORNELO DO MONTE E DO IPV.....	69
FIGURA 45 - LOCALIZAÇÃO DO PONTO DE AMOSTRAGEM DA EMQA DO IPV NA MATA DO FONTELO.....	70
FIGURA 46 - VARIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE O <sub>3</sub> OBTIDA NAS EMQA DE FORNELO DO MONTE E DO IPV .....	70
FIGURA 47 - VARIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO MÉDIA HORÁRIA DE O <sub>3</sub> OBTIDA PELAS EMQA DE FORNELO DO MONTE E DO IPV NO PERÍODO COMPREENDIDO ENTRE 17/05/2022 A 14/06/2022.....	71
FIGURA 48 - VARIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE NO <sub>2</sub> OBTIDA NAS EMQAR DE FORNELO DO MONTE E DO IPV.....	72
FIGURA 49 - VARIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO MÉDIA HORÁRIA DE NO <sub>2</sub> OBTIDA PELAS EMQA DE FORNELO DO MONTE E DO IPV NO PERÍODO COMPREENDIDO ENTRE 17/05/2022 A 14/06/2022.....	72
FIGURA 50 - VARIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO MÉDIA DIÁRIA DE PM10 OBTIDA NAS EMQA DE FORNELO DO MONTE E DO IPV.....	73
FIGURA 51 - PONTO DE AMOSTRAGEM EMQA DO IPV NO PARQUE URBANO DE SANTIAGO .....	74
FIGURA 52 - VARIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE O <sub>3</sub> OBTIDA NAS EMQA DE FORNELO DO MONTE E DO IPV .....	74
FIGURA 53 - VARIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO MÉDIA HORÁRIA DE O <sub>3</sub> OBTIDA PELAS EMQA DE FORNELO DO MONTE E DO IPV NO PERÍODO COMPREENDIDO ENTRE 17/06/2022 A 14/07/2022.....	75
FIGURA 54 - VARIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE PM10 OBTIDA NAS EMQA DE FORNELO DO MONTE E DO IPV NO PERÍODO COMPREENDIDO ENTRE 17/06/2022 A 14/07/2022 ...	75
FIGURA 55 - VARIAÇÃO HORÁRIA DA CONCENTRAÇÃO DE O <sub>3</sub> OBTIDA PELAS EMQA DO MUNICÍPIO DE VISEU NO PERÍODO COMPREENDIDO ENTRE 18/11/2022 A 29/11/2022..	76

FIGURA 56 - VARIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO MÉDIA HORÁRIA DE O <sub>3</sub> OBTIDA PELA EMQA DO MUNICÍPIO DE VISEU NO PERÍODO COMPREENDIDO ENTRE 18/11/2022 A 29/11/2022 .....	77
FIGURA 57 - CAMADA POLUENTE NA CIDADE DE VISEU A 31/01/2022 .....	80
FIGURA 58 - LOCALIZAÇÃO DA EMQA DO MUNICÍPIO DE VISEU.....	86
FIGURA 59 - EXTERIOR DA EMQAR DO MUNICÍPIO DE VISEU LOCALIZADA NO CENTRO DE MONITORIZAÇÃO E INTERPRETAÇÃO AMBIENTAL DE VISEU .....	87
FIGURA 60 - LIMPEZA DA ZONA EXTERIOR E INTERIOR DA EMQA DO MUNICÍPIO DE VISEU .....	88
FIGURA 61 - CORTE DE RAMOS DE UMA ÁRVORE .....	88
FIGURA 62 - VERIFICAÇÃO DO ESTADO DA UPS.....	89
FIGURA 63 - MANUTENÇÃO EXTERIOR DO SISTEMA DE AR CONDICIONADO.....	89
FIGURA 64 - SISTEMA DE AR CONDICIONADO EXISTENTE NO INTERIOR DA EMQA .....	89
FIGURA 65 - MANUTENÇÃO E CALIBRAÇÃO DOS ANALISADORES E EQUIPAMENTOS EXISTENTES NO INTERIOR E EXTERIOR DA EMQA.....	90
FIGURA 66 - COLOCAÇÃO DE COMPUTADOR COM O PROGRAMA DA HORIBA.....	90
FIGURA 67 - ANALISADORES DE NO <sub>2</sub> E DE O <sub>3</sub> .....	91
FIGURA 68 - ANALISADOR DE PM10 .....	91
FIGURA 69 - SESSÃO DE SENSIBILIZAÇÃO REALIZADA AOS ALUNOS DO 10.º ANO DA ES ALVES MARTINS .....	93

## LISTA DE SIGLAS/ ABREVIATURAS

EMQA	ESTAÇÃO DE MONITORIZAÇÃO DA QUALIDADE DO AR
CMIA	CENTRO DE MONITORIZAÇÃO E INTERPRETAÇÃO AMBIENTAL
CCDR	COMISSÕES DE COORDENAÇÃO E DESENVOLVIMENTO REGIONAL
PM10	MATERIAL PARTICULADO COM DIÂMETRO DE 10 MICRÓMETROS OU MENOS
PM2,5	MATERIAL PARTICULADO COM DIÂMETRO DE 2,5 MICRÓMETROS OU MENOS
IPV	INSTITUTO POLITÉCNICO DE VISEU
APA	AGÊNCIA PORTUGUESA DO AMBIENTE
OMS	ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE
AEA	AGÊNCIA EUROPEIA DO AMBIENTE
LIA	LIMIAR INFERIOR DE AVALIAÇÃO
LSA	LIMIAR SUPERIOR DE AVALIAÇÃO
VL	VALOR LIMITE
ATMIS	SISTEMA DE RECOLHA E PROCESSAMENTO DE DADOS DE QUALIDADE DO AR
LRN	LABORATÓRIO DE REFERÊNCIA NACIONAL
IQAR	ÍNDICE DE QUALIDADE DO AR
DRA	DIREÇÕES REGIONAIS DAS REGIÕES AUTÓNOMAS
PNCPA	PLANO NACIONAL DE REDUÇÃO DE POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA
COVNM	COMPOSTOS ORGÂNICOS VOLÁTEIS NÃO METANO
UE	UNIÃO EUROPEIA
CAMS	SERVIÇO DE MONITORIZAÇÃO ATMOSFÉRICO COPERNICUS
EEE	ESPAÇO ECONÓMICO EUROPEU
INERPA	INVENTÁRIO NACIONAL DE EMISSÕES POR FONTES E REMOÇÃO POR SUMIDOUROS DE POLUENTES ATMOSFÉRICOS

# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1 Enquadramento

O Governo português reconhece que a política do ambiente constitui um elemento estruturante da estratégia de desenvolvimento sustentável do País e da qualidade de vida dos cidadãos.

É a avaliação da qualidade do ar, designadamente a sua monitorização, que permite adquirir o conhecimento indispensável para que possam ser implementadas as medidas de gestão adequadas com vista à melhoria da qualidade do ar, redução da concentração dos vários poluentes atmosféricos existentes na atmosfera, bem como assegurar a devida informação ao público.

Portugal está dotado de estações e redes de medição fixas para a avaliação da qualidade do ar ambiente nas zonas de gestão, na sua maior parte geridas e operadas pelas Comissões de Coordenação e Desenvolvimento Regional (CCDR).

A localização destas Estações de Monitorização de Qualidade do Ar (EMQA) obedece a um conjunto de critérios, nomeadamente fontes de emissão (localização e caracterização das fontes poluentes), ordenamento do território (utilização do solo), densidade populacional (distribuição da população na zona), meteorologia (direção e a velocidade do vento, a estabilidade atmosférica e a altura da camada de mistura) e dados disponíveis sobre a qualidade do ar, de forma a poderem ter uma função de proteção da saúde humana, da vegetação e dos ecossistemas.

Estas estações devem ser instaladas em zonas e aglomerações nas quais é provável que a população esteja, direta ou indiretamente exposta a níveis elevados dos poluentes, durante um período significativo em relação ao período considerado para o(s) valor(es) limite e em outras áreas, dentro das zonas e aglomerações, que sejam representativas da exposição da população em geral.

Em cada EMQA são monitorizados um conjunto de poluentes, nomeadamente o Ozono ( $O_3$ ), Dióxido de azoto ( $NO_2$ ), Monóxido de carbono (CO), Dióxido de enxofre ( $SO_2$ ), Material Particulado com diâmetro de 10 micrómetros ou menos (PM10), Material Particulado com diâmetro de 2,5 micrómetros ou menos (PM2,5), Benzeno ( $C_6H_6$ ), em função da sua localização (urbana, suburbana ou rural) e do tipo de área (tráfego, industrial ou de fundo).

Atualmente diversos Municípios estão a optar por dotar a cidade com uma rede de monitorização de qualidade do ar com recurso a estações portáteis, que fornecem dados

de qualidade inferior (maior incerteza), mas que devido ao seu menor custo de aquisição e manutenção, permitem uma maior dispersão espacial. (Município de Lisboa, 2022); (Município de Águeda, 2022).

O presente trabalho consistiu em elaborar um documento que refletisse uma análise da qualidade do ar no Município de Viseu, bem como a operacionalização da EMQA do Município de Viseu, encontrando-se inoperacional há cerca de 7 anos.

Para a caracterização da qualidade do ar no Município de Viseu, foram realizadas três campanhas de medição da qualidade do ar em três parques distintos da cidade de Viseu, nomeadamente no Parque Aquilino Ribeiro, Mata do Fontelo e Parque Urbano de Santiago.

Estas campanhas foram realizadas utilizando a EMQA do Instituto Politécnico de Viseu (IPV) no período da primavera e início do verão, de abril a julho de 2022.

A operacionalização da EMQA do Município de Viseu, teve como objetivo permitir que no futuro a mesma possa incorporar uma rede municipal de EMQA em parceria com outras Entidades, criando-se uma ferramenta que sirva para obtenção de dados de qualidade do ar com o propósito de prevenir, informar e sensibilizar os decisores políticos e a população em geral no que diz respeito à saúde da população do Município de Viseu.

## **1.2 Objetivos**

A realização deste trabalho teve como principais objetivos:

- Efetuar a caracterização da qualidade do ar do Município de Viseu com base nos dados históricos disponíveis, quer os obtidos pela EMQA do IPV quer da EMQA de Fornelo do Monte, situada no Município de Vouzela e pertencente à rede nacional de estações de monitorização da qualidade do ar. A EMQA de Fornelo do Monte é a estação de monitorização, pertencente à rede nacional de estações de monitorização da qualidade do ar, mais próxima da cidade de Viseu.
- Efetuar a caracterização da qualidade do ar na cidade de Viseu durante o período compreendido entre abril e julho de 2022, em três parques da cidade de Viseu, nomeadamente no parque Aquilino Ribeiro, Mata do Fontelo e Parque Urbano de Santiago, utilizando a EMQA do IPV.
- Operacionalizar a EMQA do Município de Viseu, de forma a utilizar a mesma para a caracterização da qualidade do ar na cidade de Viseu.

### 1.3 Metodologia do Trabalho

O trabalho decorreu entre dezembro de 2021 e dezembro de 2022 e foi seccionado em 6 tarefas principais. A descrição das tarefas desenvolvidas é apresentada na Tabela 1.

Tabela 1: Descrição das tarefas a desenvolver

<b>Tarefa</b>	<b>Título</b>	<b>Descrição</b>
T1	Pesquisa Bibliográfica	Exploração do estado da arte acerca da monitorização da qualidade do ar e dos equipamentos de baixo custo utilizados no âmbito das medições indicativas e procedimentos de validação dos mesmos.
T2	Caracterização histórica da qualidade do ar no Município de Viseu	Tratamento de dados de qualidade do ar históricos disponíveis, designadamente dados recolhidos pela Estação de Monitorização da Qualidade do Ar do IPV. Análise dos dados de qualidade do ar da Estação de Monitorização de Fornelo do Monte, localizada em Vouzela e pertencente à Rede Nacional de Qualidade do Ar.
T3	Caracterização da qualidade do ar no Município de Viseu com recurso à Estação de Monitorização da Qualidade do Ar do IPV	Utilização da Estação de Monitorização da Qualidade do Ar do IPV para efetuar 3 campanhas mensais em três locais da cidade de Viseu.
T4	Operacionalização da Estação de Monitorização da Qualidade do Ar do Município de Viseu	A operacionalização da estação implicará a realização de um conjunto de verificações e calibração dos equipamentos.
T5	Caracterização da qualidade do ar no Município de Viseu com recurso à Estação de Monitorização da Qualidade do Ar do Município de Viseu	Utilização da Estação de Monitorização da Qualidade do Ar do Município de Viseu para caracterizar a qualidade do ar na cidade de Viseu.
T6	Análise da qualidade do Ar da cidade e do Município de Viseu	Análise dos dados das campanhas de monitorização e determinação da qualidade do ar e das fontes ou fenómenos atmosféricos responsáveis pela qualidade do ar observada.

#### **1.4 Estrutura da Dissertação**

A dissertação encontra-se dividida em seis capítulos, desde a Introdução (capítulo 1), onde se explica o enquadramento do tema, passando pelos objetivos, abordagem e estrutura da dissertação. No capítulo 2 são apresentados conceitos relacionados com a avaliação e gestão da qualidade do ar ambiente. A metodologia do trabalho encontra-se constante no capítulo 3 e a análise dos resultados obtidos no capítulo 4.

Por último, a informação da discussão dos resultados obtidos (capítulo 5) e respetiva conclusão do trabalho (capítulo 6) terminam a dissertação.

## 2. PRINCIPAIS EFEITOS DA QUALIDADE DO AR

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), morrem cerca de 7 milhões de pessoas por ano devido à poluição do ar. Os dados mostram que cerca de 91% da população mundial vive em locais onde os níveis de poluentes no ar ultrapassam os limites fixados, o que equivale a 9 em cada 10 pessoas, sendo os países de baixo e médio rendimento a sofrer maiores impactos. (WHO, 2022).

Em 2021, a OMS publicou novas diretrizes de qualidade do ar após uma revisão sistemática das mais recentes evidências científicas que demonstram como a poluição do ar prejudica a saúde humana. A União Europeia (UE) também estabeleceu normas para os principais poluentes atmosféricos nas diretivas relativas à qualidade do ar ambiente. No Pacto Ecológico Europeu, a Comissão Europeia comprometeu-se a continuar a melhorar a qualidade do ar e a alinhar mais estreitamente as normas de qualidade do ar da UE com as recomendações da OMS. Este compromisso foi reproduzido no plano de ação de poluição zero, que estabeleceu uma visão para 2050 para reduzir a poluição do ar, da água e do solo para níveis não mais considerados prejudiciais à saúde e aos ecossistemas naturais. Além disso, o plano de ação para a poluição zero introduziu metas para 2030, em que, duas das quais, se centram no ar e visam o seguinte: (Agência Europeia do Ambiente, 2022)

- Reduzir os impactos da poluição atmosférica (mortes prematuras) na saúde em mais de 55%, em comparação com 2005;

- Reduzir em 25% a percentagem de ecossistemas da UE em que a poluição atmosférica ameaça a biodiversidade, em comparação com 2005.

Apesar das melhorias significativas nas últimas décadas, também em Portugal persistem problemas de poluição atmosférica com efeitos na saúde humana e no ambiente, principalmente relativos às partículas em suspensão, ao ozono e ao dióxido de azoto, tendo sido responsáveis pela morte prematura de 3.958 pessoas no ano de 2021.

Efetivamente, a implementação de várias medidas de redução de emissão de poluentes nem sempre contribuíram para a melhoria da qualidade do ar ambiente, sobretudo nas áreas urbanas.

Os efeitos da poluição do ar podem provocar danos ao nível do seguinte:

### **Saúde Humana**

- Doenças respiratórias (asma, bronquite, enfisema pulmonar) e cardiovasculares (enfarte do miocárdio, AVC);
- Problemas de fertilidade, podendo também estar associada a cancro do pulmão ou a Alzheimer e demência;
- Morte prematura e diminuição da qualidade de vida.

A poluição do ar urbana é uma das principais causas de doenças provocadas por fatores ambientais, quer nos países desenvolvidos, como nos países em desenvolvimento. A população que vive em cidades onde ocorre a exposição a elevados níveis de poluentes atmosféricos, têm maior suscetibilidade a desenvolver doenças do foro respiratório e cardiovascular.

A implementação de políticas e legislação destinada a controlar as emissões de poluentes atmosféricos visa promover a melhoria da qualidade do ar e, por sua vez, reduzir os custos decorrentes da incidência na população de doenças resultantes dessa exposição.

Ao mesmo tempo, aumentar a consciencialização pública para intervenções simples, como melhorar a eficiência dos equipamentos usados no aquecimento doméstico, ou alterar comportamentos na mobilidade do dia-a-dia usando os transportes públicos em vez de carro particular, são ações que podemos adotar para reduzir as fontes de poluentes para o ar em ambientes urbanos, resultando em ganhos para a saúde.

A poluição do ar pode afetar a saúde com efeitos de curto e longo prazo. Nas áreas urbanas aumenta o risco de doença respiratória aguda (ex. pneumonia) e crónica (ex. cancro do pulmão) e de doença cardiovascular. Os grupos sensíveis da população (crianças, idosos e doentes com problemas respiratórios) estão mais vulneráveis aos efeitos adversos resultantes da exposição à poluição do ar.

As partículas finas PM10 e PM2.5, devido ao seu reduzido tamanho, têm uma elevada capacidade de penetração no sistema respiratório e são, atualmente, o poluente atmosférico com maior impacte na saúde humana. Na Figura 1, é apresentada a comparação do tamanho das PM10 e PM2.5.

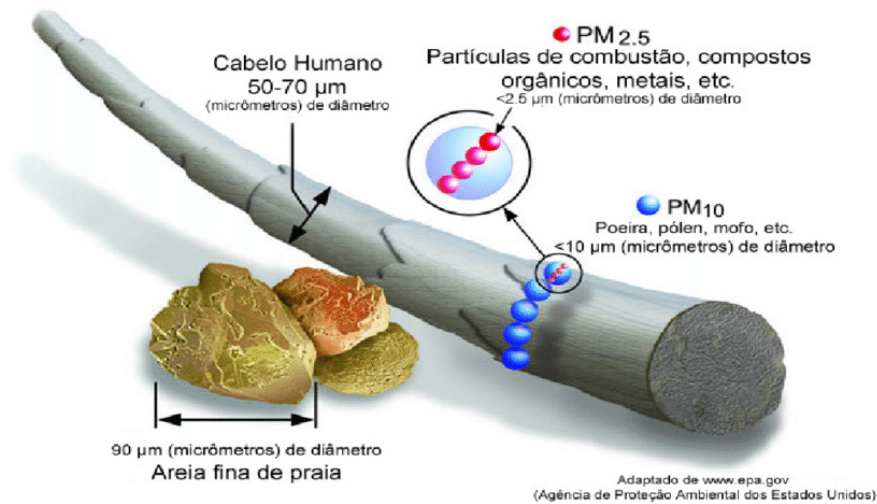


Figura 1 – Comparação de tamanho entre as PM10 e PM2.5 e os grãos de areia e cabelo humano

Fonte: (Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos, 2023)

### **Ecossistema**

- Afeta a qualidade da água e do solo e consequentemente a fauna e flora;
- Afeta a diversidade das espécies, reduzindo a biodiversidade;
- Danifica a agricultura, florestas e plantas, reduzindo a sua taxa de crescimento.

### **Alterações Climáticas**

Poluentes atmosféricos, como o ozono, partículas e óxidos de azoto, conhecidos como "forçantes climáticas", têm influência na radiação solar retida pela superfície terrestre e refletida para a atmosfera, contribuindo para as alterações climáticas. (<http://por1bomar.apambiente.pt>. (Qualar, 2022).

### **3. AVALIAÇÃO E GESTÃO DA QUALIDADE DO AR AMBIENTE**

Em Portugal, a Agência Portuguesa do Ambiente (APA) é a entidade responsável por promover a avaliação e gestão da qualidade do ar ambiente, com intuito de proteger a saúde pública e a qualidade de vida das populações, através do acompanhamento das matérias relacionadas com a poluição atmosférica e com vista ao cumprimento das obrigações europeias e internacionais relevantes sobre esta matéria.

O regime da avaliação e gestão da qualidade do ar ambiente é definido pelo Decreto-Lei n.º 102/2010 de 23 de setembro na sua atual redação, que fixa os objetivos para a qualidade do ar ambiente tendo em conta as normas, as orientações e os programas da Organização Mundial da Saúde (OMS), destinados a evitar, prevenir ou reduzir as emissões de poluentes atmosféricos.

As Comissões de Coordenação e Desenvolvimento Regional (CCDR) possuem, nas suas áreas de jurisdição, estações de monitorização da qualidade do ar afetas à Rede Nacional de Medição da Qualidade do Ar, de forma a se obter uma avaliação da qualidade do ar em todo o território nacional.

Ao nível da União Europeia, a Agência Europeia do Ambiente (AEA) é a entidade responsável pela temática do ar e clima e tem por objetivo apoiar o desenvolvimento sustentável, de forma a alcançar melhorias significativas e mensuráveis ao nível do ambiente na Europa, mediante a prestação de informação fiável aos decisores políticos e público em geral.

#### **3.1 Gestão e Qualidade do Ar**

A gestão da qualidade do ar de um território engloba um conjunto de regras e orientações que incluem:

- Adoção para cada poluente de objetivos de qualidade que não devem ser ultrapassados num determinado período de tempo, os quais estão relacionados com os respetivos efeitos na saúde humana e/ou ecossistema;
- Avaliação de conformidade dos resultados das medições com esses objetivos;
- Em caso de excedência, a identificação das causas e/ou fontes seguida da identificação e da implementação de medidas para que o período de excedência seja o mais curto possível;

- Divulgação ao público dos resultados da monitorização da qualidade do ar e, sempre que ocorram, das excedências aos limiares de informação e alerta;
- Atribuição de competências aos diversos organismos intervenientes.

No âmbito da gestão da qualidade do ar no território nacional, a legislação portuguesa estabelece:

- Um conjunto de objetivos de qualidade do ar ambiente para os poluentes: Dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>); Dióxido de azoto (NO<sub>2</sub>); Óxidos de azoto (NO<sub>x</sub>); Partículas em suspensão (PM10 e PM2,5); Chumbo (Pb); Benzeno (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>); Monóxido de carbono (CO); Ozono (O<sub>3</sub>); Metais: arsénio (As), cádmio (Cd), níquel (Ni) e mercúrio (Hg); Benzo(α)pireno (C<sub>20</sub>H<sub>12</sub>), como indicador de hidrocarbonetos aromáticos policíclicos.
- A monitorização da qualidade do ar em todo o território nacional efetuada de acordo com determinados critérios.
- A preparação de planos ou programas de qualidade do ar com medidas de redução das emissões das fontes responsáveis com o objetivo de garantir o cumprimento dos objetivos de qualidade, onde os níveis de qualidade do ar estão acima dos valores limite ou dos valores alvo;
- A elaboração de um Programa Nacional contra a poluição atmosférica com o objetivo de reduzir as emissões de poluentes para o ar dos vários setores de atividade, cumprindo os objetivos de redução de emissão que Portugal acordou cumprir até ao ano 2030.

Em Portugal as competências em matéria de avaliação e gestão da qualidade do ar são partilhadas entre Agência Portuguesa do Ambiente (APA) e as Comissões de Coordenação e Desenvolvimento Regional (CCDR) e Direções Regionais das Regiões Autónomas (DRA).

À APA, na qualidade de autoridade nacional, compete:

- Garantir, coordenar e harmonizar os procedimentos para avaliação e gestão da qualidade do ar ambiente no território nacional em cooperação com as outras entidades intervenientes no território nacional;
- Analisar as metodologias de avaliação da qualidade do ar ambiente;
- Aprovar as redes de medição para o cumprimento das obrigações de avaliação da qualidade do ar ambiente no território nacional;

- Proceder e coordenar a troca de informação com a Comissão Europeia relativa à transmissão de dados e à gestão e avaliação da qualidade do ar ambiente;
- Disponibilizar ao público, no seu sítio na Internet, a informação à qualidade do ar;
- Exercer as funções de laboratório de referência nacional no âmbito das quais se destaca a aprovação dos sistemas de medição e a emissão de diretrizes que garantam a exatidão das medições.

Às CCDR e DRA compete:

- A gestão e avaliação da qualidade do ar ambiente na respetiva área de competência territorial, garantindo a sua qualidade e a exatidão das medições de poluentes;
- A disponibilização da informação relativa à qualidade do ar e a comunicação das excedências aos limiares de informação e alerta ao público e a um conjunto de entidades que incluem as Autarquias Locais e Autoridades de Saúde;
- Elaboração, promoção da aplicação e acompanhamento da execução dos planos de qualidade do ar, com as medidas destinadas a atingir os valores limite ou valores alvo.

Em Portugal estão estabelecidos objetivos de qualidade do ar ambiente e limiares de informação e alerta para os níveis de qualidade do ar a curto prazo (horários e/ou diários) e a longo prazo (anuais) relativamente aos poluentes relevantes.

Os objetivos para os níveis de longo prazo são mais restritivos em relação aos de curto prazo, tendo em conta os efeitos graves na saúde que podem resultar de uma exposição prolongada aos poluentes.

Os objetivos de qualidade do ar ambiente incluem valores-limite, valores-alvo e níveis críticos consoante o poluente, valores comuns a todos os países europeus e relativamente aos quais Portugal tem obrigações de avaliação da conformidade legal e respetiva comunicação à Comissão Europeia.

As CCDR e a APA, na área da respetiva competência, devem adotar as medidas necessárias para garantir que as concentrações dos poluentes atmosféricos cumprem os objetivos de qualidade do ar ambiente estipulados para cada poluente, definido no Regime de Avaliação e Gestão da Qualidade Ambiente e sintetizado na Tabela 2.

Tabela 2: Objetivos da qualidade do ar. Valores limite e Valores alvo

Poluente	Concentração	Período	Natureza legal	N.º de excedências permitidas por ano
Partículas (PM <sub>2,5</sub> )	20 µg/m <sup>3</sup>	1 ano	Valor limite	n.a.
Dióxido de enxofre (SO <sub>2</sub> )	350 µg/ m <sup>3</sup>	1 hora	Valor limite	24
	125 µg/ m <sup>3</sup>	24 horas	Valor limite	3
Dióxido de azoto (NO <sub>2</sub> )	200 µg/ m <sup>3</sup>	1 hora	Valor limite	18
	40 µg/m <sup>3</sup>	1 ano	Valor limite	n.a.
PM <sub>10</sub>	50 µg/ m <sup>3</sup>	24 horas	Valor limite	35
	40 µg/ m <sup>3</sup>	1 ano	Valor imite	n.a.
Chumbo (Pb)	0,5 µg/ m <sup>3</sup>	1 ano	Valor limite	n.a.
Monóxido de carbono (CO)	10 mg/ m <sup>3</sup>	Máximo diário das médias de 8 horas	Valor limite	n.a.
Benzeno (C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> )	5 µg/ m <sup>3</sup>	1 ano	Valor limite	n.a.
Ozono (O <sub>3</sub> )	120 µg/ m <sup>3</sup>	Máximo diário das médias de 8 horas	Valor alvo	25 dias média de 3 anos
Arsénio (As)	6 ng/m <sup>3</sup>	1 ano	Valor alvo	n.a.
Cadmio (Cd)	5 ng/ m <sup>3</sup>	1 ano	Valor alvo	n.a.
Níquel (Ni)	20 ng/ m <sup>3</sup>	1 ano	Valor alvo	n.a.
Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (PAH)	1ng/ m <sup>3</sup> (expresso como concentração de Benzo(α)pireno)	1 ano	Valor alvo	n.a.

Fonte: (Decreto-Lei n.º 102/2010)

Para além dos valores referidos, para alguns poluentes cuja exposição da população a concentrações elevadas em períodos de curta duração importa prevenir, foram estabelecidos limiares de informação e alerta. Quando os resultados das medições indicam a excedência a estes valores as CCDR e a APA têm a obrigação de avisar a população tendo em vista a redução da sua exposição diminuindo assim os efeitos negativos na saúde.

**Valor limite** - 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.

**Valor alvo** - nível fixado com o intuito de evitar, prevenir ou reduzir os efeitos nocivos na saúde humana e ou no ambiente, a atingir, na medida do possível, durante um determinado período.

**Limite de concentração de exposição**- nível de PM<sub>2,5</sub> fixado com base no indicador de exposição média, a atingir ao longo de um determinado período a fim de reduzir os efeitos nocivos na saúde humana

**Indicador de exposição média (IEM)**- nível médio de PM<sub>2,5</sub> determinado com base em medições efetuadas em localizações urbanas de fundo, em todo o território, que reflete a exposição da população e que é utilizado para calcular o objetivo nacional de redução da exposição e o limite de concentração de exposição de PM<sub>2,5</sub>;

**Limiar de alerta** - nível acima do qual uma exposição de curta duração apresenta riscos para a saúde humana da população em geral e a partir do qual devem ser adotadas medidas imediatas;

**Limiar de informação** - nível acima do qual uma exposição de curta duração apresenta riscos para a saúde humana de grupos particularmente sensíveis da população e a partir do qual é necessária a divulgação imediata de informações adequadas.

## **3.2 Enquadramento Legislativo Relativo à Qualidade do Ar**

### **3.2.1 União Europeia**

As diretivas europeias atuais, conforme Tabela 3, relativamente à avaliação da qualidade do ar, consideram que cada Estado-Membro da União Europeia deve dividir o seu território num conjunto de zonas de gestão para avaliar a qualidade do ar dessas zonas, através de sistemas de medição ou modelação.

A maior parte das grandes cidades são declaradas como fazendo parte desse conjunto de zonas. Se os valores fixados nas normas de qualidade do ar forem excedidos numa determinada zona, o Estado-Membro em causa é obrigado a comunicar esse facto à Comissão Europeia e a explicar as razões. Para além de definir normas de qualidade do ar para poluentes específicos e de fixar limites máximos de emissão anuais a nível nacional, a legislação europeia visa também determinados setores que atuam como fontes de poluição atmosférica.

Tabela 3: Diretivas Europeias atuais

<p><b><u>Diretiva 2008/50/CE</u></b>  Relativa à qualidade do ar ambiente e a um ar mais limpo na Europa.</p> <p><b><u>Diretiva-quadro 96/62/CE</u></b>  Relativa à avaliação e à gestão da qualidade do ar ambiente. (“diretiva mãe”)</p>
<p><b><u>Diretiva (EU) 2015/1480</u></b>  A Diretiva (UE) 2015/1480 da Comissão Europeia, de 28 de agosto de 2015, pretende assegurar a adaptação ao progresso técnico dos métodos analíticos constantes dos anexos IV e VI das já referidas nas Diretivas 2004/107/CE e 2008/50/CE, respetivamente, bem como garantir a aplicação de critérios adequados para avaliar a qualidade do ar ambiente e a localização dos pontos de amostragem estabelecidos nos anexos I e III da Diretiva 2008/50/CE.</p>

### 3.2.2 Portugal

As Diretivas Europeias foram transpostas para o direito nacional, como forma de garantir os procedimentos conducentes aos objetivos definidos.

O Decreto-Lei n.º 102/2010, de 23 de setembro estabelece o regime da avaliação e gestão da qualidade do ar ambiente, que estabelece os requisitos mínimos para a avaliação da qualidade do ar, transpondo a Diretiva n.º 2008/50/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 21 de maio, e a Diretiva n.º 2004/107/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 15 de dezembro.

Fixa os objetivos para a qualidade do ar ambiente tendo em conta as normas, as orientações e os programas da Organização Mundial da Saúde, destinados a evitar, prevenir ou reduzir as emissões de poluentes atmosféricos.

Este diploma atribui à Agência Portuguesa do Ambiente, na qualidade de autoridade nacional, competências na garantia, coordenação e harmonização de procedimentos, de aprovação das redes de medição, de análise dos métodos de avaliação, proceder e coordenar a troca de informação com a Comissão Europeia, disponibilizar ao público no seu sítio da internet a informação transmitida à Comissão Europeia, cooperar com outros Estados-Membros e exercer funções de Laboratório de Referência Nacional (LRN). De igual forma, compete às CCDR, nas suas áreas de jurisdição, efetuar a gestão e avaliação da qualidade do ar ambiente, garantindo a sua qualidade, garantir a exatidão das medições, disponibilizar informação relativa à qualidade do ar, garantir a comunicação das excedências aos limiares de informação, sempre que se justifique elaborar, promover a aplicação e acompanhar a execução de planos e programas de qualidade do ar e emitir parecer relativo às redes de medição privada.

O Decreto-Lei n.º 43/2015, de 27 de março procedeu à primeira alteração ao Decreto -Lei n.º 102/2010, de 23 de setembro, que estabelece o regime da avaliação e gestão da qualidade do ar ambiente, transpondo para a ordem jurídica interna a Diretiva n.º 2008/50/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 21 de maio de 2008, relativa à qualidade do ar ambiente e a um ar mais limpo na Europa, e a Diretiva n.º 2004/107/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 15 de dezembro de 2004, relativa ao arsénio, ao cádmio, ao mercúrio, ao níquel e aos hidrocarbonetos aromáticos policíclicos no ar ambiente.

O Decreto-Lei n.º 47/2017, de 10 de maio procedeu à segunda alteração ao Decreto -Lei n.º 102/2010, de 23 de setembro, alterado pelo Decreto -Lei n.º 43/2015, de 27 de março, que estabelece o regime da avaliação e gestão da qualidade do ar ambiente, transpondo para a ordem jurídica interna a Diretiva (UE) 2015/1480 da Comissão, de 28 de agosto de 2015, que altera vários anexos das Diretivas 2004/107/CE e 2008/50/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, que estabelecem as regras relativas aos métodos de referência, à validação dos dados e à localização dos pontos de amostragem para a avaliação da qualidade do ar ambiente.

### **3.3 Monitorização da Qualidade do Ar**

As substâncias emitidas para a atmosfera, sejam de fontes de origem natural ou fontes de origem antropogénica, podem ter um maior ou menor impacto na qualidade do ar, de

acordo com a composição química, concentração, condições meteorológicas e topografia do local, sendo condicionada por dois fatores:

1. Fontes de emissão (indústria, transportes, agricultura, fontes naturais)
2. Condições de dispersão (vento, temperatura, topografia, perfil vertical de temperatura)

As diversas interações na atmosfera entre estes dois fatores, determina a qualidade do ar existente num determinado local.

A poluição atmosférica é um problema ambiental global e um fator de risco significativo para a saúde humana e para o ambiente, sendo os efeitos de uma qualidade do ar pobre diversos e com distintos graus de gravidade.

Não obstante as emissões de poluentes atmosféricos terem diminuído substancialmente durante as últimas décadas, conduzindo a uma melhoria da qualidade do ar, as concentrações de poluentes atmosféricos em Portugal permanecem demasiado elevadas e os problemas relacionados com a qualidade do ar persistem em algumas zonas do país.

Continua, portanto, a ser necessário orientar esforços no sentido de reduzir as emissões de poluentes para o ar, de modo a garantir uma maior proteção da saúde humana e do ambiente.

Uma vez que a qualidade do ar é uma questão que se coloca a nível local, regional e global, importa que a avaliação seja efetuada com base em métodos e critérios comuns tornando possível a comparação dos resultados de vários locais e regiões, nomeadamente na União Europeia, onde foram definidas regras comunitárias comuns.

É a avaliação da qualidade do ar, designadamente a sua monitorização, que permite adquirir o conhecimento indispensável para que possam ser implementadas as medidas de gestão adequadas com vista à melhoria dos níveis dos vários poluentes na atmosfera e também assegurar a informação do público.

No âmbito da avaliação da qualidade do ar, no território nacional foi realizado o seguinte:

### **1. A divisão do território em zonas e aglomerações**

Foram definidas unidades de gestão da qualidade do ar, zonas e aglomerações, em todo o território nacional, delimitadas de acordo com os seguintes critérios:

- Zonas: são áreas geográficas de características homogéneas, em termos de qualidade do ar, ocupação do solo e densidade populacional;
- Aglomerações: são zonas caracterizadas por um número de habitantes superior a 250.000, ou que se situe entre 250.000 e 50.000 e tenha uma densidade populacional superior a 500 habitantes/km<sup>2</sup>.

As zonas são estabelecidas com base na avaliação da qualidade do ar ambiente e as aglomerações são zonas em que os critérios que as definem estão apenas relacionados com parâmetros estatísticos da população residente nessa área.

A delimitação das zonas e aglomerações é revista periodicamente, em função dos resultados da avaliação da qualidade do ar ambiente e de alterações dos critérios que determinaram a sua delimitação.

## **2. A avaliação dos níveis de qualidade do ar em todas as zonas e aglomerações utilizando medições, modelização e outras técnicas empíricas de acordo com os níveis de qualidade do ar da zona e com a população**

Nas aglomerações a medição fixa é obrigatória.

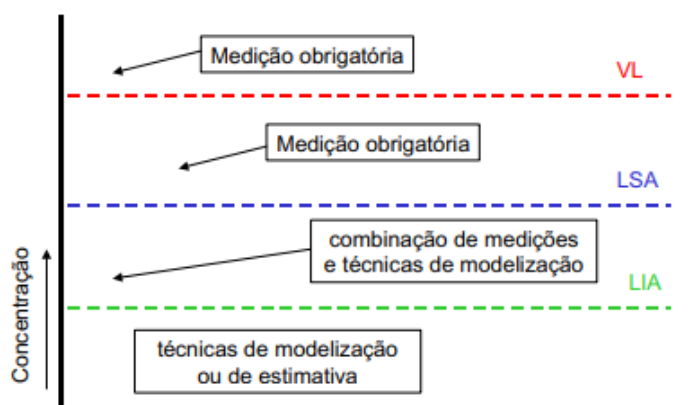
A avaliação da qualidade do ar de uma zona pode ser efetuada por uma ou mais das seguintes técnicas:

- Medições fixas: usando métodos de referência ou equivalentes. São medições efetuadas num local fixo, quer de modo contínuo quer por amostragem aleatória, a fim de determinar os níveis de acordo com os objetivos de qualidade dos dados.
- Medições indicativas: são medições que respeitam objetivos de qualidade dos dados menos rigorosos do que os definidos para as medições fixas.
- Modelação: 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.

## **3. A definição de uma estratégia de amostragem com recurso a técnicas de avaliação de acordo com critérios estabelecidos esclarece os requisitos de controlo e garantia de qualidade a que as medições devem obedecer**

A definição da estratégia de avaliação de cada zona é feita com base na ultrapassagem, ou não, dos limiares inferiores e superiores de avaliação (LIA e LSA) associados a cada valor limite (VL) estabelecido para cada poluente.

Na Figura 2 é apresentado um esquema de estratégia de avaliação das zonas e aglomerações.



**Nota: Nas Aglomerações a medição é obrigatória**

Figura 2 - Definição da estratégia de avaliação das zonas e aglomerações.

**Fonte:** (Agência Portuguesa do Ambiente, I.P.)

Numa determinada zona e para um determinado poluente:

- se a concentração for inferior ao limiar inferior de avaliação na sua avaliação podem ser usadas técnicas de modelação ou estimativa objetiva;
- se a concentração do poluente se situar entre o limiar inferior de avaliação e o limiar superior de avaliação deverão ser usadas medições que podem ser complementadas com técnicas de modelação na avaliação do poluente;
- se a zona tiver níveis de qualidade do ar superiores ao limiar superior de avaliação, e nas aglomerações a medição é obrigatória.

#### **4. A divulgação ao público da informação sobre a qualidade do ar**

A divulgação da informação de qualidade do ar ao público é realizada, sobretudo, por parte das Comissões de Coordenação e Desenvolvimento Regional (CCDR) e da Agência Portuguesa do Ambiente (APA).

##### **3.3.1 Redes de Medição**

Portugal está dotado de estações e redes de medição fixas para a avaliação da qualidade do ar ambiente, na sua maior parte geridas e operadas pelas Comissões de Coordenação e Desenvolvimento Regional (CCDR).

Para cada poluente existe um conjunto de locais de medição cuja localização obedece a um conjunto de requisitos tendo em vista garantir a representatividade das medições em cada uma das zonas.

As estações das redes de medição em operação em Portugal encontram-se caracterizadas na base de dados do sistema de informação Qualar, sistema de informação on-line, desenvolvido pela APA, com o objetivo de centralizar toda a informação relativa à monitorização e previsão da qualidade do ar, nomeadamente índices Qualar e respetivos métodos de cálculo, avisos, redes de medição existentes, previsão da qualidade do ar para o dia atual e dia seguinte, sendo possível retirar os dados obtidos nas estações, bem como os relatórios de avaliação.

Atualmente, existem 42 estações em zona de tipologia urbana, 11 em zona suburbana e 16 em zona rural, totalizando uma quantidade de 69 estações.

### **3.3.2 Tipologias de EMQA**

As estações de medição de qualidade do ar apresentam tipologias diferentes dependendo das emissões predominantes na zona onde se encontram, representando diferentes tipos de exposição da população à poluição atmosférica e estando, por esse motivo, equipadas com analisadores que medem diferentes poluentes.

As estações de tráfego têm como objetivo conhecer as concentrações máximas de poluentes resultantes das emissões do tráfego rodoviário a que a população pode estar exposta, tipicamente concentrações elevadas por períodos de curta duração, localizando-se próximo de vias de tráfego intenso.

As estações de fundo têm como objetivo a avaliação da exposição média da população a concentrações de fundo, localizando-se fora da influência direta de vias de tráfego ou de qualquer fonte próxima de poluição.

As estações industriais permitem avaliar as concentrações máximas de determinados poluentes com origem industrial, encontrando-se situadas na proximidade de zonas industriais.

### **3.3.3 Funcionamento de uma EMQA**

No que diz respeito ao funcionamento de uma estação, o ar ambiente é amostrado, através de tomas de ar exterior, e a concentração de cada poluente é determinada no analisador respetivo, de forma automática, determinando a sua concentração no ar ambiente “em tempo real”.

As medições dos diversos poluentes pelos equipamentos automáticos existentes nas estações das redes de monitorização recorrem a métodos de referência ou equivalentes e respeitam os requisitos de controlo e garantia de qualidade. Os dados das medições são enviados do local de medição para servidores localizados nas Comissões de Coordenação e Desenvolvimento Regional e nas Direções Regionais de Ambiente das Regiões Autónomas, que os envia para a base de dados Qualar.

### 3.3.4 Comunicação

Os dados das medições são enviados hora a hora, através da rede de banda larga móvel para um servidor da CCDR gestora da rede a que pertencem, o qual centraliza toda a informação das estações sujeita a uma primeira validação automática, efetuada pela aplicação ATMIS (Sistema de recolha e processamento de dados de qualidade do ar da CCDR). Após esta validação a informação é validada por um operador da rede de medição de qualidade do ar.

Diariamente, estes dados são enviados para o sistema de informação Qualar, sob a forma de concentrações médias horárias e de um Índice de Qualidade do Ar para as diversas zonas, informação atualizada várias vezes ao dia.

Os dados recolhidos são ainda analisados pelo operador da rede (CCDR) para verificação de situações de excedência aos limiares de informação e de alerta definidos para os diversos poluentes medidos. Estas ocorrências são divulgadas ao público.

Ao longo do fluxo de informação, representado na Figura 3, os dados passam por vários níveis de validação, sendo disponibilizados através do sistema de informação Qualar em tempo quase real.



Figura 3 - Fluxo de dados de qualidade do ar.

Fonte: (Agência Portuguesa do Ambiente, I.P.)

### 3.3.5 Métodos de medição

No âmbito do regime da avaliação e gestão da qualidade do ar ambiente, os poluentes atmosféricos a ter em consideração são os seguintes:

Dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>);

Dióxido de azoto (NO<sub>2</sub>);

Óxidos de azoto (NO<sub>x</sub>);

Partículas em suspensão (PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub>);

Chumbo (Pb);

Benzeno (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>);

Monóxido de carbono (CO);

Ozono (O<sub>3</sub>);

Arsénio (As);

Cádmio (Cd);

Níquel (Ni);

Benzo(a)pireno (C<sub>20</sub>H<sub>12</sub>), como indicador de hidrocarbonetos aromáticos policíclicos;

Mercúrio (Hg).

Para garantir que a medição de um poluente efetuada num determinado local e num determinado período seja comparável com as medições efetuadas em períodos diferentes e em outros locais de medição, os métodos usados para medir o mesmo poluente têm de ser equivalentes e respeitar critérios de garantia e controlo de qualidade.

Estão estabelecidos métodos de medição de referência a usar na avaliação da concentração de cada poluente, bem como a metodologia para demonstração de equivalência ao método de referência de outros métodos, a qual terá de ser aprovada pela Agência Portuguesa do Ambiente, no âmbito das suas competências de Laboratório de Referência Nacional.

As normas que estabelecem os métodos de medição incluem também os requisitos de controlo e garantia de qualidade a respeitar, estando ainda previstos mecanismos para avaliar o respeito pelos critérios estabelecidos, nos quais o LRN desempenha um importante papel.

A incerteza dos métodos de avaliação (expressa num intervalo de confiança de 95 %) é determinada pela metodologia definida em cada uma das normas dos métodos de referência. As normas remetem para a necessidade do teste tipo (type approval).

As percentagens para a incerteza são fornecidas para a média das medições efetuadas no período considerado para o valor limite (ou valor alvo no caso do ozono), para um intervalo de confiança de 95 %.

A incerteza associada às medições fixas deve ser considerada aplicável na região do valor limite (ou valor alvo no caso do ozono) pertinente, conforme Decreto-Lei n.º 102/2010, de 23 de setembro.

### **3.4 Índice de Qualidade do Ar**

O índice de qualidade do ar é um indicador que traduz o estado da qualidade do ar ambiente no território nacional e permite, através de uma classificação expressa segundo uma escala de cores, de acordo com os seus resultados, orientar o cidadão de forma a adequar comportamentos e ações no sentido da proteção da saúde humana, especialmente dos grupos mais sensíveis da população.

Em Portugal estão estabelecidos objetivos de qualidade do ar ambiente e limiares de informação e alerta para os níveis de qualidade do ar a curto prazo (horários e/ou diários) e a longo prazo (anuais) relativamente aos poluentes relevantes.

Os objetivos para os níveis de longo prazo são mais restritivos em relação aos de curto prazo, tendo em conta os efeitos graves na saúde que podem resultar de uma exposição prolongada aos poluentes. O índice indica o estado da qualidade do ar a curto prazo, não refletindo a situação de longo prazo (anual).

É determinado diariamente, tendo por base a informação obtida nas estações de qualidade do ar, geridas pelas Comissões de Coordenação e Desenvolvimento Regional (CCDR) no continente e pelas Direções Regionais do Ambiente (DRA) nas regiões autónomas dos Açores e da Madeira.

O método de cálculo apresentado em Qualar é efetuado tendo por base as médias aritméticas dos poluentes medidos nas estações de qualidade do ar de acordo com os seguintes critérios:

- Zonas- é obrigatória a medição dos poluentes ozono (O<sub>3</sub>) e partículas PM10 ou partículas PM2.5 (partículas de diâmetro igual ou inferior a 10 µm e 2,5 µm);
- Aglomerações- é obrigatória a medição dos poluentes dióxido de azoto (NO<sub>2</sub>) e partículas PM10 ou partículas PM2.5 (partículas de diâmetro igual ou inferior a 10 µm e 2,5 µm).

Na Figura 4 encontra-se representado o método de cálculo do Índice QualAr para o próprio dia e para outro dia diferente do atual.

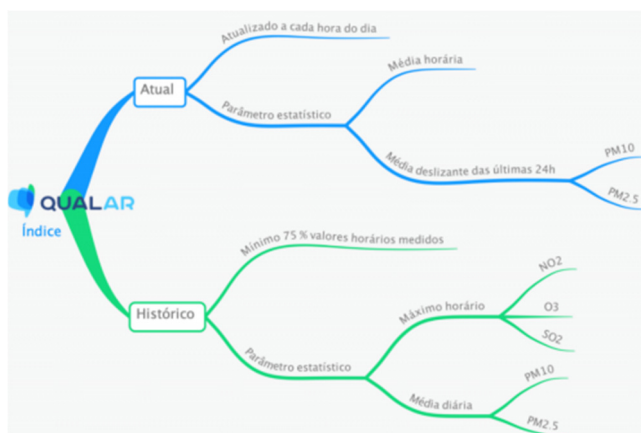


Figura 4 - Método de cálculo do Índice Qualar para o próprio dia (atual) e para outro dia diferente do atual (histórico).

**Fonte:** (Agência Portuguesa do Ambiente, I.P.)

O método de cálculo é realizado da seguinte forma:

O sistema numérico de previsão da qualidade do ar estima, hora a hora, o valor de concentração de cada poluente, para cada célula de cálculo, de 5 km x 5 km, do território nacional continental. Para a representação do índice recorre-se aos valores máximos horários de O<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub> e SO<sub>2</sub> e aos valores médios diários de concentração de PM10 e PM2.5, calculados com base nos resultados do sistema numérico para as 24 horas do dia da previsão. (Universidade de Aveiro, 2023).

É determinado o índice, para cada poluente, de acordo com as classes de classificação previamente definidas.

Na Tabela 5 apresenta-se a classificação do Índice de Qualidade do Ar, em função dos valores máximos horários diários de O<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub> e SO<sub>2</sub> e das médias diárias de partículas inaláveis PM10 e PM2.5.

O índice de qualidade do ar (IQA) é uma ferramenta que permite:

- Uma classificação simples e compreensível do estado da qualidade do ar;
- Um fácil acesso do público à informação sobre qualidade do ar, através da consulta direta ou através dos órgãos de Comunicação Social;
- Dar resposta às obrigações legais.






	PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )		PM2.5 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )		NO <sub>2</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )		O <sub>3</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )		SO <sub>2</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	
	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.
 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	>101	51	>51	401	>401	241	>241	501	>501

Figura 5 - Classificação do índice de qualidade do ar

Fonte: (Universidade de Aveiro)

### 3.5 Controlo e Garantia de Qualidade

Na União Europeia (EU) desde os anos 1970 que a poluição do ar tem sido uma das principais preocupações políticas tendo, em 1996, estabelecido os primeiros instrumentos importantes, um conjunto de diretivas posteriormente revistas, que estabeleceram padrões para uma gama de poluentes e que constituem a estrutura para o controle de concentrações poluentes do ar ambiente.

Uma das principais preocupações destas diretivas é a necessidade de avaliar a qualidade do ar ambiente em todas as regiões numa base comum, de forma uniforme e coerente para o que estabelecem uma série de disposições que garantem a produção de informações de avaliação de qualidade e comparável.

Essas disposições, transpostas para a legislação nacional (Decreto-Lei n. °102/2010, com a redação atual), incluem:

- Crítérios para o estabelecimento de redes de medição e seleção de locais de amostragem;
- Objetivos de qualidade de dados gerados através da monitorização, modelação ou estimativa objetiva no que se refere à incerteza máxima permitida, à cobertura de tempo e à cobertura de dados;
- A utilização de métodos de referência normalizados por normas europeias ou de métodos equivalentes (existindo orientações para a determinação da equivalência);
- A certificação de equipamentos;
- A designação de um laboratório nacional de referência;
- A organização de inter-comparações a nível nacional e da UE.

Em Portugal, é o Laboratório de Referência Nacional o responsável por emitir diretrizes para garantir a exatidão das medições realizando de ensaios de inter-comparação e auditorias às estações das redes de medição da qualidade do ar no território nacional.

### **3.6 Planos de Qualidade do Ar**

Para garantir que as concentrações dos poluentes atmosféricos cumprem os objetivos de qualidade do ar ambiente estipulados para cada poluente as CCDR devem adotar as medidas necessárias na área geográfica da sua jurisdição.

Sempre que os objetivos de qualidade do ar não forem atingidos, são tomadas medidas da responsabilidade de diversos agentes em função das suas competências, que podem estar integradas em planos de ação de curto prazo ou planos de qualidade do ar, concretizados através de programas de execução.

As medidas de redução de emissões que integram os planos de qualidade do ar são normalmente de carácter regional ou local e são estabelecidas após a identificação das fontes de emissão responsáveis pela qualidade do ar, tendo em consideração ainda o Plano Nacional de Redução de Poluição Atmosférica (PNCPA), estabelecido com o objetivo de reduzir os efeitos das emissões antropogénicas dos poluentes de SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, Compostos Orgânicos Voláteis Não Metano (COVNM), NH<sub>3</sub> e PM<sub>2.5</sub>, para os quais Portugal assumiu compromissos de redução até ao ano 2030.

O PNCPA estabelece medidas de redução de emissões a aplicar aos setores mais relevantes, em particular a agricultura, os setores da energia, da indústria, do transporte rodoviário e no âmbito da utilização do aquecimento doméstico, de máquinas móveis não rodoviárias e dos solventes.

A elaboração de planos de qualidade do ar obedece ainda a um conjunto de requisitos definidos na legislação relativa à avaliação e gestão da qualidade do ar (Decreto-Lei n.º 102/2010, na atual redação). **Fonte:** (Agência Portuguesa do Ambiente, I.P.)

### **3.7. Transmissão de Informação**

A estratégia de avaliação e gestão da qualidade do ar é uma estratégia comum em toda a União Europeia (UE) e como tal, a sua implementação é acompanhada e monitorizada pela Comissão Europeia através da Agência Europeia do Ambiente (AEA).

Para esse efeito estão estabelecidos procedimentos de troca de informação através dos quais a informação relativa à qualidade do ar é transmitida para a AEA, organismo

responsável pela compilação de informação de todo o espaço da UE avaliando o desempenho dos países neste domínio.

Em Portugal a responsabilidade relativa à transmissão de informação para a Comissão Europeia, foi atribuída à APA que, nove meses após o final de cada ano, transmite entre outra:

- Informação sobre a qualidade do ar ambiente;
- Informação relativa às alterações introduzidas na delimitação das zonas e aglomerações;
- As listas das zonas e aglomerações nas quais os níveis de um ou mais poluentes são superiores aos objetivos de qualidade do ar estabelecidos;
- As informações relativas aos níveis registados e a duração dos períodos em que os limiares de alerta (NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> e O<sub>3</sub>) ou limiar de informação (O<sub>3</sub>) tenham sido excedidos;
- As listas das zonas e aglomerações onde a excedência dos valores limite de um determinado poluente são imputáveis a fontes naturais;
- Os planos de qualidade do ar, o mais tardar num prazo de dois anos após o final do ano no decurso do qual se registou a primeira excedência;
- Informação sobre a delimitação e o tipo de zonas e aglomerações nas quais a avaliação e a gestão do ar são efetuadas no ano seguinte;
- Informação relativa ao regime de avaliação a aplicar no ano civil seguinte em relação a cada poluente dentro das zonas e aglomerações.

Na Figura 6 encontra-se representado o fluxo de informação a enviar para a Comissão Europeia no âmbito da Decisão n.º 2011/850/UE.



Figura 6 - Fluxo de informação a enviar para a Comissão Europeia

**Fonte:** (Agência Portuguesa do Ambiente, I.P.)

### **3.8 Previsão da Qualidade do Ar**

A previsão da qualidade do ar e respetiva divulgação constitui uma ferramenta importante que permite antecipar a informação relativa à qualidade do ar numa determinada região e deste modo proteger a população dos efeitos mais severos de más condições de qualidade do ar através da adoção de medidas de redução de exposição, em especial pelos indivíduos mais sensíveis.

A previsão da qualidade do ar para o dia atual e para o dia seguinte visa garantir a disponibilização ao público de informação sobre os níveis previstos dos poluentes relevantes em todo o território nacional.

Este serviço foi desenvolvido pela Universidade de Aveiro com recurso a modelos de previsão numérica, que capacitam o fornecimento diário de dados para a formulação do índice de qualidade do ar, complementado, sempre que necessário, por dados de previsão proveniente do Serviço de Monitorização Atmosférico Copernicus da União Europeia (CAMS).

Os resultados da previsão podem ser consultados através do sistema de informação Qualar e através da aplicação de telemóvel desenvolvida para fornecer acesso a informação relativa à qualidade do ar em Portugal (app Qualar).

### **3.9 Divulgação de Informação e Sensibilização da População**

A informação atualizada sobre as concentrações no ar ambiente dos poluentes (dióxido de enxofre; óxidos de azoto, partículas em suspensão (PM10 e PM2,5), chumbo, benzeno, monóxido de carbono, ozono, arsénio; cádmio; níquel e mercúrio, Benzo( $\alpha$ )pireno, como indicador de hidrocarbonetos aromáticos policíclicos) é regularmente disponibilizada ao público.

Em Portugal a disponibilização desta informação é assegurada através do sistema de informação Qualar, alimentado pela informação recolhida, pelo sistema de monitorização das CCDR e das DRA, nas estações de monitorização e enviada por um servidor localizado naqueles organismos. Esta informação é enviada em tempo quase real para o sistema de informação Qualar, após uma primeira validação automática efetuada pelo sistema de recolha e processamento de dados, seguida de uma validação por um operador da rede de medição.

No sentido de minimizar os efeitos nocivos da poluição atmosférica na população, sempre que se verifiquem excedências aos Valores Limiar de Informação e de Alerta da População, as CCDR comunicam de imediato à tutela, à APA, às Autoridades de Saúde

locais e regionais, às Autarquias Locais com jurisdição nas áreas afetadas, aos serviços de Proteção Civil respetivos e ainda aos órgãos de comunicação social locais, regionais e nacionais, de forma a difundir essa informação junto do público.

Na Tabela 4 encontra-se descrita a difusão de informação por poluente, tendo em consideração os valores limiar e período considerado. Isto é, sempre que o valor limiar é atingido numa determinada estação, considerando o n.º de horas consecutivas em localizações representativas da qualidade do ar ambiente numa área mínima de 100 km<sup>2</sup> ou na totalidade de uma Zona ou Aglomeração, assim as entidades competentes realizam a emissão de um alerta ou de uma informação à população em geral, consoante os valores abaixo apresentados.

Tabela 4: Difusão de informação por poluente

Poluente	Tipo	Valor Limiar	Período considerado	Enquadramento legal
SO <sub>2</sub>	Limiar de Alerta	500 µg/m <sup>3</sup>	3 horas consecutivas *	Decreto-Lei n.º 102/2010, de 23 de setembro
NO <sub>2</sub>	Limiar de Alerta	400 µg/m <sup>3</sup>	3 horas consecutivas *	
O <sub>3</sub>	Informação da População	180 µg/m <sup>3</sup>	Valor médio de 1 hora	
	Limiar de Alerta	240 µg/m <sup>3</sup>		

(\*) em localizações representativas da qualidade do ar ambiente numa área mínima de 100 km<sup>2</sup> ou na totalidade de uma Zona ou Aglomeração, consoante a que for menor.

Fonte: (CCDR, 2022)

### - Divulgação por parte da Agência Portuguesa do Ambiente (APA)

Atendendo a que a interpretação dos dados obtidos nas várias estações de monitorização é complexa, e no sentido de garantir o acesso do público à informação produzida de uma forma compreensível, a APA, em colaboração com as CCDR, disponibiliza diariamente na internet a informação sobre a qualidade do ar nas zonas e aglomerações na forma de classificação qualitativa: Índice da Qualidade do Ar.

A informação disponibilizada em tempo real é através da aplicação para telemóveis, app Qualar.

O sistema de informação Qualar, para além dos resultados da avaliação da qualidade do ar, no conjunto de informação que caracteriza as estações das redes de medição em

operação em Portugal inclui a referência aos métodos de medição usados na medição de cada um dos poluentes.

Na Figura 7 encontra-se um exemplo de interface de visualização do índice de qualidade do ar ao nível da estação para o ozono, calculado com base nas concentrações medidas na estação de monitorização de Fornelo do Monte no dia 30 jan. 2022.

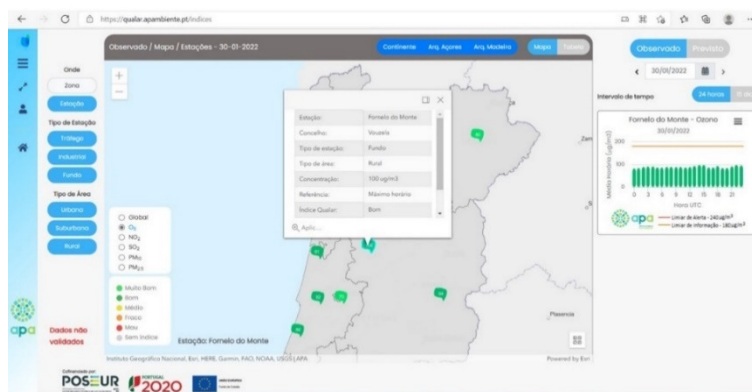


Figura 7 - Interface de visualização do índice de qualidade do ar ao nível da estação

Fonte: (Qualar, 2022)

Sempre que ocorrem excedências aos limiares de informação ( $O_3$ ) e alerta ( $NO_2$ ,  $SO_2$  e  $O_3$ ), estipulados para os poluentes que podem ter efeitos de curta duração na saúde, essa informação é comunicada às Autarquias Locais, às Autoridades de Saúde e ao público, designadamente através dos órgãos de comunicação social nacionais, regionais e locais. Estes alertas são também disponibilizados ao público através da base de dados Qualar e da aplicação para telemóveis desenvolvida para o efeito (app Qualar), visualizada através da Figura 8.



Figura 8 - Interface de visualização do sistema de avisos do QualAr, acionado quando se verifica a previsão e/ou ocorrência de episódios de fraca qualidade do ar.

Fonte: (Qualar, 2022)

A elaboração e implementação de planos de qualidade é também divulgada ao público e às entidades relevantes nas quais se incluem as organizações de defesa do ambiente, de defesa do consumidor, representativas dos interesses dos grupos sensíveis da população, de proteção da saúde, e de profissionais interessados.

Na Figura 9 encontra-se um exemplo de uma campanha de informação e sensibilização divulgada ao público em geral.

#### - Campanha “Por um país com bom ar”.

Dia 12 de abril- Comemoração do Dia Nacional do Ar

Escolhe o ar que respiras!



Figura 9 - Ferramentas de divulgação ao Público em geral

Fonte: (Agência Portuguesa do Ambiente, I.P.)

#### - Visualizador da qualidade do ar

A Agência Europeia do Ambiente possui um novo visualizador da qualidade do ar urbano europeu que permite consultar níveis de poluição atmosférica por cidade.

Este novo visualizador da qualidade do ar da AEA, ordena as cidades europeias da mais limpa para a mais poluída, com base nos níveis médios de partículas finas, ou PM2.5, fornecendo informação sobre a qualidade do ar a longo prazo em cada cidade, nos últimos dois anos civis.

Das 323 cidades incluídas no visualizador, 127 foram classificadas com boa qualidade do ar, o que significa que o nível de poluição ficou abaixo da diretriz para exposição prolongada a PM2.5 de 10 microgramas por metro cúbico de ar (10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), estabelecida pela Organização Mundial da Saúde (OMS).

A União Europeia estabeleceu o valor limite anual de 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  para PM2.5, no âmbito das políticas destinadas a proporcionar ar limpo na Europa. O visualizador classifica a

qualidade do ar como péssima se os níveis de PM2.5 forem iguais ou superiores a este valor limite.

Embora a qualidade do ar tenha melhorado significativamente nos últimos anos, a poluição atmosférica continua a ser persistentemente elevada em muitas cidades europeias. Este visualizador da qualidade do ar urbano permite ao cidadão consultar de uma forma fácil a situação da sua cidade em matéria de poluição atmosférica, em comparação com outras.

O visualizador fornece, ainda, informações concretas e locais que podem levar os cidadãos a exigirem às autoridades locais a resolução destes problemas, podendo influenciar na concretização dos objetivos da UE em matéria de poluição zero.

As políticas de redução da poluição atmosférica conduziram a uma melhoria da qualidade do ar na Europa nas últimas três décadas. No entanto, em algumas cidades europeias, a poluição atmosférica continua a representar riscos para a saúde. (WHO, 2022).

Na Europa existe a rede de monitorização da qualidade do ar mais abrangente do mundo. Apresentam níveis de partículas finas em mais de 300 cidades de países membros do Espaço Económico Europeu (EEE). Os dados provêm de medições no solo de partículas finas, obtidas por mais de 400 estações de monitorização.

Para produzir esta ferramenta, utilizam-se dados de meios urbanos e de postos de monitorização da qualidade do ar de fundo suburbano que estão situados dentro dos limites das cidades, conforme definido pela Auditoria Urbana, e para os quais os países reportam dados aos EEE. Estas estações fornecem uma imagem robusta da exposição da população à poluição atmosférica nas cidades.

A qualidade do ar também é medida em estações de tráfego e estações industriais. Os dados destas estações não são utilizados para esta ferramenta, uma vez que são utilizados para medir níveis em zonas mais poluídas, como em locais industriais e perto de autoestradas e estradas principais com tráfego denso.

Como tal, medem a exposição das populações em torno das principais estradas e não medem a exposição da população em geral. Além disso, as estações de tráfego estão distribuídas de forma desigual em cidades por toda a Europa, o que pode introduzir distorções na realização de comparações.

A qualidade do ar está também a ser monitorizada nas zonas rurais, com o objetivo de compreender os impactos nas culturas e no ecossistema natural. As estações rurais tendem a estar localizadas longe das cidades e não estão incluídas nesta ferramenta. (Agência Europeia do Ambiente, 2022).

## 4. CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE VISEU

Tendo em conta o objetivo do presente trabalho, a avaliação da qualidade do ar no Município de Viseu, neste capítulo, apresenta-se uma breve caracterização do Município, seguindo-se a descrição das fontes dos poluentes, bem como a tipologia das estações utilizadas, quer seja para comparação de dados, quer pelos dados obtidos através das campanhas realizadas nos três parques da cidade de Viseu.

### 4.1 Caracterização do Município de Viseu

Relativamente ao Município de Viseu, sobre a qual incide o presente trabalho, apresenta-se uma breve caracterização do mesmo em termos de localização geográfica, demografia, atividades económicas, acessibilidades, relevo e morfologia, bem como acerca das condições meteorológicas existentes.

#### - Caracterização Geográfica e Dados Demográficos

O Município de Viseu localiza-se na região centro de Portugal, distrito de Viseu, ocupando cerca de 15,6% da área total da sub-região Viseu Dão -Lafões.

Apresenta uma área total de 507,10 km<sup>2</sup>, com 99.561 habitantes em 2021 e uma densidade populacional de 196 habitantes por km<sup>2</sup>, subdividido em 25 freguesias.

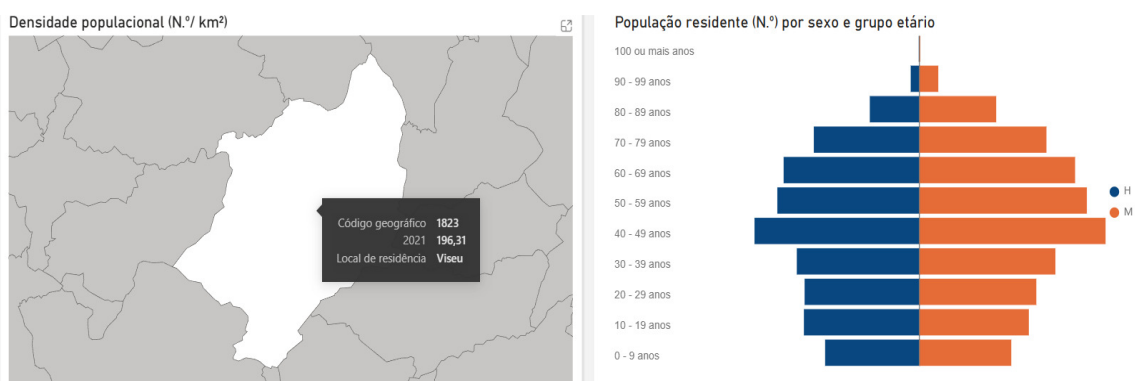


Figura 10 - Valor de densidade populacional e população residente em Viseu. Ano 2021

Fonte: (Censos, 2021)

#### - Atividade Económica

A estrutura económica no Município de Viseu, encontra-se maioritariamente no setor terciário, ou seja, no setor dos serviços que engloba o comércio, turismo, transportes e as atividades financeiras, empregando a maioria da população ativa. A seguir vem o setor

secundário, onde estão englobadas as atividades industriais transformadoras, a construção e a produção de energia, tendo igualmente muita relevância. Por último, o setor com menos população empregada é o setor primário, que compreende as atividades ligadas à natureza, como sejam a agricultura, a silvicultura, as pescas, a pecuária, a caça ou as indústrias extrativas.

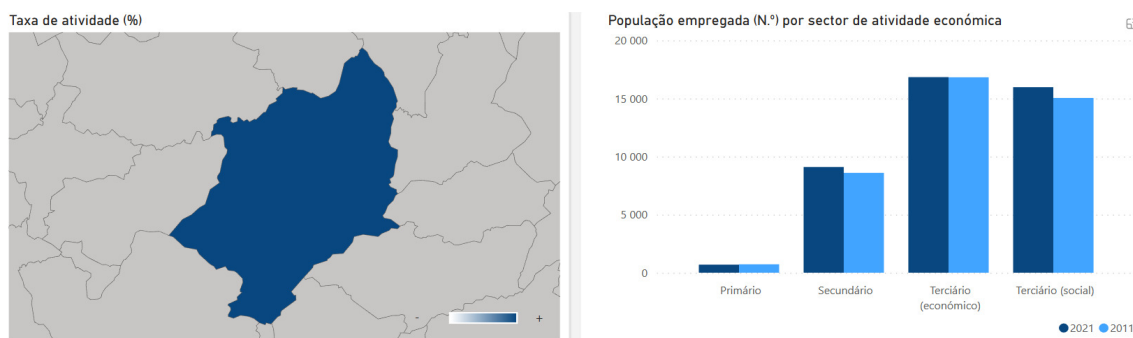


Figura 11 - População empregada por setor de atividade económica em Viseu

Fonte: (Censos, 2021)

### - Acessibilidade e Transportes

A importância da localização do Município em termos nacionais e internacionais resulta sobretudo da sua posição estratégica no cruzamento de grandes vias de comunicação que ligam a cidade em pouco tempo à fronteira com Espanha, ao mar e aos grandes centros de decisão.

Desta forma, é atravessado por grandes vias de transporte, tais como a A24 e a A25, IP3 e IP4, bem como as EN2, EN16, EN229, EN231, as quais colocam o Município em comunicação direta e próxima com as restantes regiões do País.

Existe uma forte concentração de postos de trabalho na cidade de Viseu, ocupados sobretudo por residentes de outras freguesias e Municípios limítrofes. Este facto associado à necessidade de se recorrer aos serviços e equipamentos localizados na cidade de Viseu, provoca a geração de movimentos de periodicidade frequente, que tornam a cidade no centro de irradiações de tráfegos diversos e com origens distantes. Deste modo a cidade de Viseu é o principal gerador de tráfego do Município, com consequências diretas e indiretas no ambiente.

### - Relevo e Morfologia

O Município de Viseu encontra-se envolvido pela Serra de Arada (a noroeste), Serra de Montemuro (a norte), Serra de Leomil (a nordeste), Serra da Estrela (a sudeste) e Serra do Caramulo (a oeste).

Localiza-se na Região Centro (NUT II) e Região de Viseu Dão Lafões (NUT III).

Viseu tem uma superfície irregular com altitudes compreendidas entre os 200 e os 897 metros. Junto ao rio Dão, as cotas variam entre os 200 e os 300 metros, enquanto a Norte do Município se encontra os pontos mais altos, com valores próximos dos 900 metros. A cidade de Viseu ocupa o centro de um extenso planalto, a 483 metros de altitude.

A Figura 12 apresenta a hipsometria na área geográfica de Viseu e território envolvente.

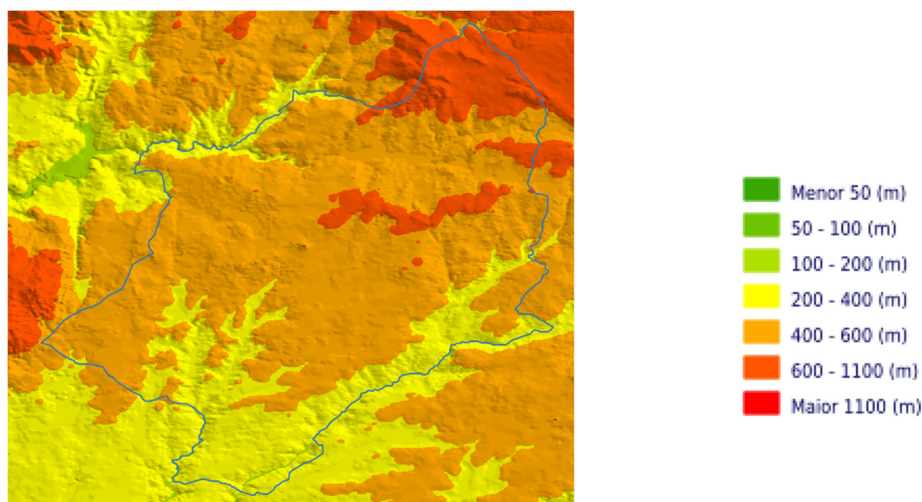


Figura 12- Hipsometria do município de Viseu

Fonte: (SNIG DGT. Hipsometria de Portugal Continental)

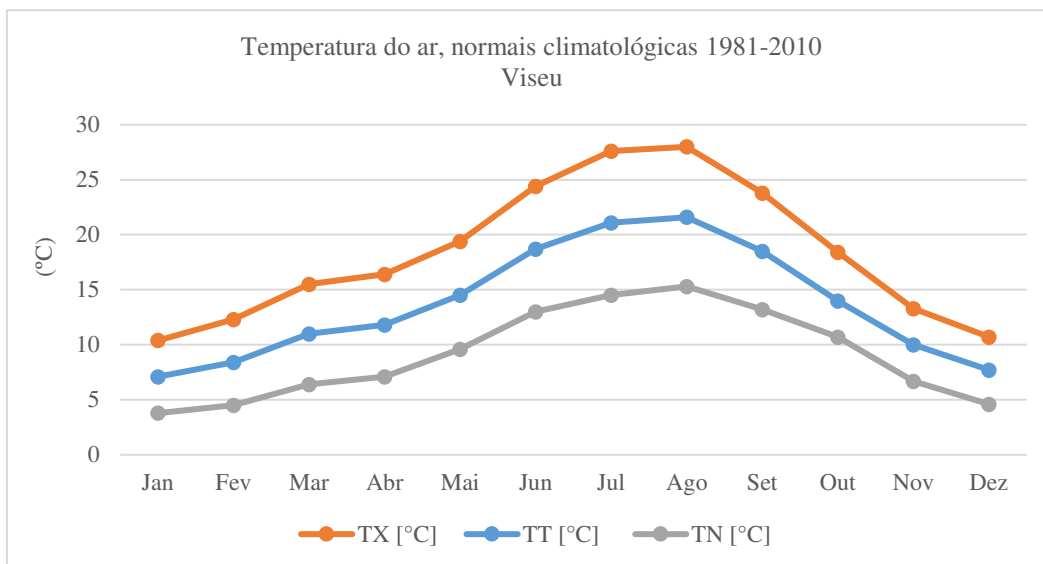
### - Características Climáticas

A análise das condições meteorológicas no Município de Viseu é um fator importante, uma vez que influenciam diretamente a dispersão ou a deposição dos poluentes atmosféricos.

Em Viseu, a temperatura média anual do ar é de cerca de 13.7 °C. De todos, o mês mais quente é agosto, com uma temperatura média de 21.6 °C. Janeiro é o mês mais frio, com uma temperatura média de 7.1 °C. A precipitação anual média é de 107,01 mm, sendo dezembro o mês mais húmido, com uma precipitação média de 201 mm, e julho o mais seco, com uma média de 19.5 mm. (IPMA, 2023).

Na Figura 13 encontram-se apresentadas as médias da temperatura média, máxima e mínima mensal obtidos no período 1981-2010, notando-se um aumento gradual de temperatura do ar, da primavera ao verão, e um decréscimo de temperatura no outono e mais acentuado no inverno.

Os valores apresentados demonstram um comportamento de temperatura expetável.

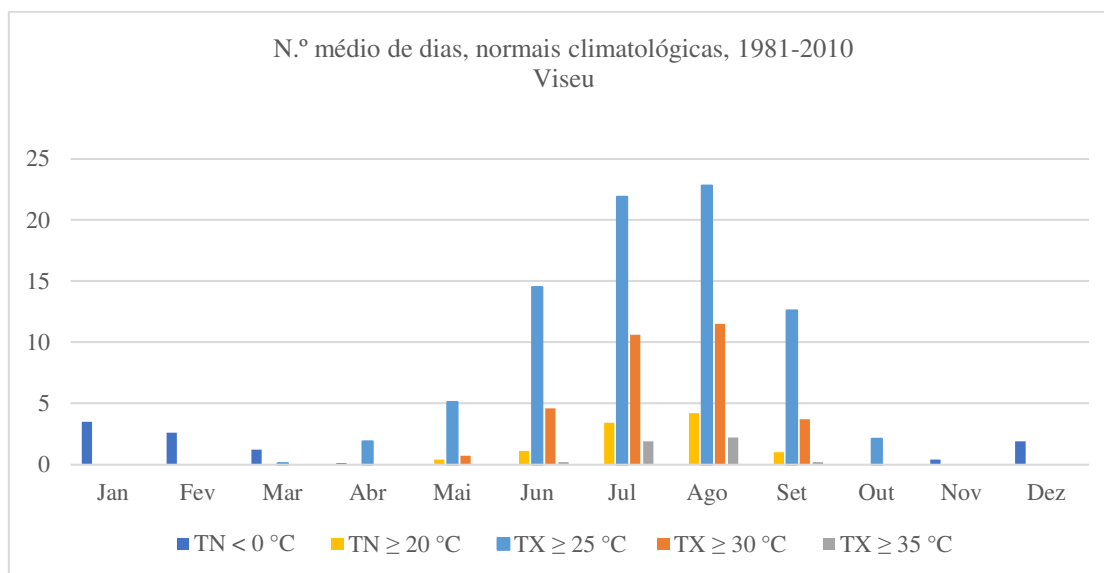


**Legenda:** TX [°C] - Média da Temperatura Máxima Diária do ar. TT [°C] - Média da Temperatura Média Diária do ar. TN [°C] - Média da Temperatura Mínima Diária do ar

Figura 13 - Médias da temperatura máxima, média e mínima mensal do ar

Fonte: IPMA, 2023

Na Figura 14 encontra-se apresentado o n.º de dias de temperaturas máximas e mínimas mensal com dados climatológicos de 1981 a 2010 em Viséu, verificando-se nos meses de maio, a setembro uma maior quantidade de dias com temperaturas máximas igual ou acima dos 25.ºC.

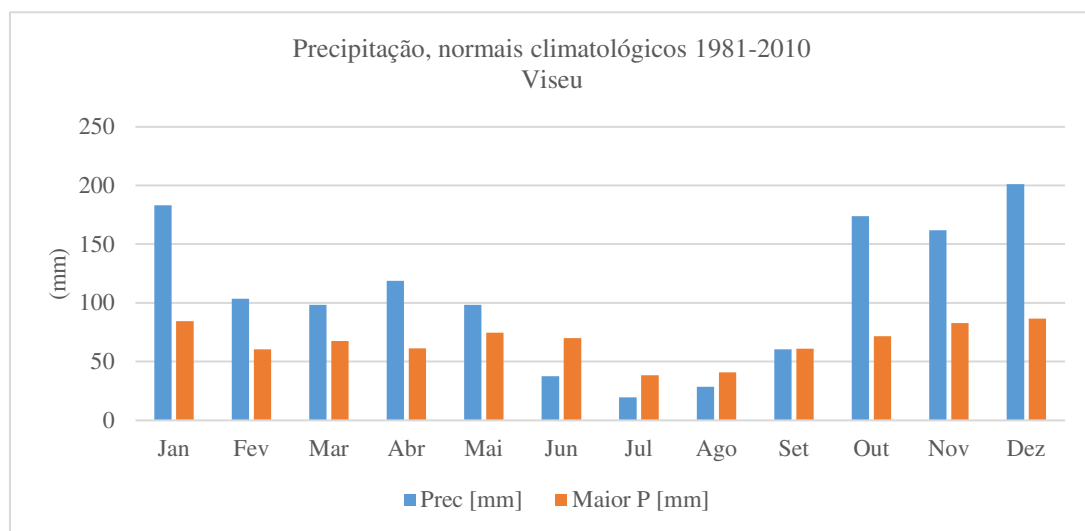


**Legenda:** TN < 0 °C - Número médio de dias com Temperatura mínima do ar inferior a 0 °C. TN ≥ 20 °C - Número médio de dias com Temperatura mínima do ar superior a 20 °C. TX ≥ 25 °C - Número médio de dias com Temperatura máxima do ar superior a 25 °C. TX ≥ 30 °C - Número médio de dias com Temperatura máxima do ar superior a 30 °C. TX ≥ 35 °C - Número médio de dias com Temperatura máxima do ar superior a 35 °C.

Figura 14 - N.º de dias de temperaturas máximas e mínimas mensal

Fonte: (IPMA, 2023)

Na Figura 15, encontra-se representada a média da quantidade de precipitação total do ano e o maior valor da quantidade de precipitação diária por mês, verificando-se que os meses de outubro a janeiro são os mais chuvosos, com valores de precipitação na ordem dos 201mm em dezembro e 183,2 mm no mês de janeiro, e um decréscimo de precipitação nos meses de julho e agosto, com 19,5 mm e 28,5 mm, respetivamente.



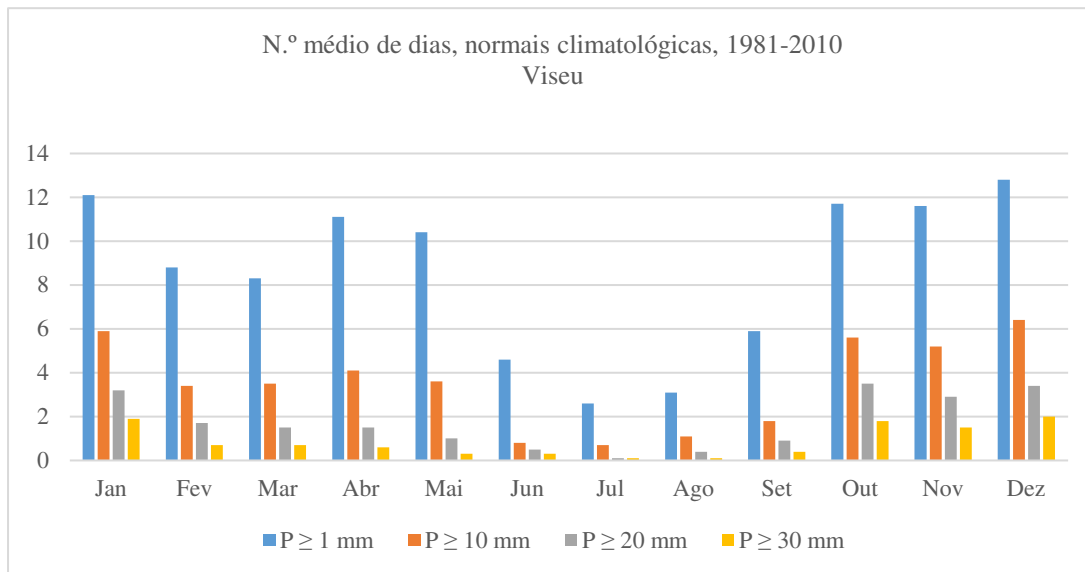
**Legenda:** Prec [mm] - Média da quantidade de precipitação total. Maior P [mm]- Maior valor da quantidade de precipitação diária

Figura 15 - Precipitação média total no período de 1981-2010 em Viseu

**Fonte:** (IPMA, 2023)

Na figura 16 encontram-se as médias do n.º de dias com precipitação diária maior ou igual a 1 mm, 10 mm e 20 mm e 30 mm.

De notar que ocorreram mais dias com precipitações igual ou maior a 1 mm e 10 mm, comparativamente ao n.º de dias com precipitação maior ou igual a 20 mm e 30 mm.



**Legenda:** P ≥ 1 mm - Número médio de dias com Precipitação superior a 1 mm. P ≥ 10 mm - Número médio de dias com Precipitação superior a 10 mm. P ≥ 20 mm - Número médio de dias com Precipitação superior a 20 mm. P ≥ 30 mm - Número médio de dias com Precipitação superior a 30 mm

Figura 16 - Média do número de dias com precipitação diária no período de 1981-2010

Fonte: (IPMA, 2023)

No que diz respeito ao espaço temporal da realização das amostragens que foram realizadas nos parques da cidade de Viseu, nomeadamente no Parque Aquilino Ribeiro, Mata do Fontelo e Parque Urbano de Santiago, estas ocorreram durante os meses de abril, maio, junho e julho de 2022, respetivamente.

Em 2022, a primavera em Portugal continental classificou-se como muito quente e seca. O valor médio da temperatura média do ar foi de 14.82 °C. O valor médio da temperatura máxima do ar foi de 20.38 °C e o valor médio da temperatura mínima do ar de 9.25 °C. Durante a primavera nos meses de abril e maio as anomalias foram negativas, salientando maio como o 4º mais seco dos últimos 92 anos.

No mês de maio, o tempo esteve muito quente, ocorrendo um período consecutivo de 10 dias com desvios superiores a 5 °C da temperatura máxima em relação à normal mensal. Foram ultrapassados os anteriores maiores valores da temperatura mínima do ar em cerca de 40 % das estações meteorológicas da rede IPMA.

Ocorreu uma onda de calor em 44 estações meteorológicas com o número de dias a variar entre 6 e 12, abrangendo as regiões do interior Norte, da região Centro, do vale do Tejo e Alentejo.

Agravamento da seca meteorológica em todo o território no mês de maio, com um aumento muito significativo da área em seca severa.

No final da Primavera, todo o território encontrava-se em seca meteorológica: 1.5 % em seca moderada, 97.1 % em seca severa e 1.4 % em seca extrema.

Em 2022, o verão em Portugal continental classificou-se como extremamente quente e muito seco.

O valor médio da temperatura média do ar foi de 22.95 °C, o valor médio da temperatura máxima, 30.08 °C e o valor médio da temperatura mínima do ar, 15.81 °C.

Durante os 3 meses de verão, de julho, agosto e setembro, destaca-se um mês de julho extremamente quente, o mais quente dos últimos 92 anos, bem como registaram-se valores médios acima do normal, em particular na temperatura máxima do ar.

O total da quantidade de precipitação ocorrida nos meses de junho a agosto foi de 27.9 mm, corresponde a cerca de 47 % do valor médio.

Durante o verão, todos os meses registaram valores de precipitação total mensal inferiores ao valor médio.

No mês de julho o tempo esteve extremamente quente, o mais quente dos últimos 92 anos. Período de 7 a 17 de julho, excepcionalmente quente, como consequência do transporte de ar muito quente e muito seco do Norte de África.

No dia 14 foi registado o valor de 47.0 °C em Pinhão o qual constitui um novo extremo da temperatura máxima para o mês de julho, em Portugal Continental.

Foram registadas ocorrência de 4 ondas de calor no verão: 9 a 17 junho, 2 a 18 julho, 29 julho a 14 agosto e 20 a 29 de agosto de 2022.

A onda de calor de julho foi a mais intensa deste verão, uma vez que se registaram valores de temperatura muito altos, em particular no período de 12 a 14.

No que diz respeito à seca meteorológica, existiu um agravamento da situação de seca meteorológica em relação ao final da primavera, com todo o território a 31 de agosto nas classes de seca mais graves: severa (60 %) e extrema (40 %). (IPMA, 2023).

#### **4.2 Fontes de Emissão e Poluentes Atmosféricos**

A natureza de fontes poluentes existentes no município de Viseu é sobretudo através de tráfego automóvel, bem como através do uso de aquecimento doméstico e atividades industriais.

O critério para atribuição e distribuição das emissões num território em particular, varia conforme a natureza da fonte de emissão, sendo consideradas como fontes de emissão pontuais, lineares e em área.

As emissões de PCB e Hg, que estão relacionadas em particular com a incineração industrial e a combustão na indústria, respetivamente, são quantificadas maioritariamente como fontes pontuais.

As emissões de NO<sub>x</sub> e de partículas de carvão negro possuem como principal fonte os transportes que são classificados como fontes lineares.

A importância das fontes em área nas emissões de NH<sub>3</sub> e N<sub>2</sub>O reflete a sua associação com o setor agrícola, em que as emissões difusas são predominantes.

No Município de Viseu existem poucas indústrias significativas, contudo, em Municípios vizinhos, existem unidades industriais com emissões de poluentes atmosféricos mais significativas que poderão influenciar o estado da qualidade do ar no Município de Viseu.

Já nos períodos de outono/inverno existem emissões bastante significativas, devido à utilização de aquecimento doméstico com origem em biomassa e combustíveis fósseis.

As emissões naturais também são uma fonte poluente, como é o caso dos incêndios florestais existentes com alguma frequência na região.

Uma vez emitidos pelas fontes, os poluentes ficam sujeitos às dinâmicas da atmosfera, podendo sofrer reações químicas e físicas, ser transportados pelo vento ou arrastados pela chuva, por exemplo. É a conjugação destas duas variáveis, emissões e meteorologia, que condiciona em cada momento a qualidade do ar de um determinado local.

As figuras a seguir representam a evolução de emissões de vários poluentes atmosféricos registados no município de Viseu e respetivo comparativo Nacional. A análise das emissões para o município de Viseu e total Nacional foi efetuada com base nos dados do Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas (INERPA) disponibilizado pela APA para os anos de 2015, 2017 e 2019. (APA, 2023). (<https://www.apambiente.pt/clima/inventario-nacional-de-emissoes-por-fontes-e-remocao-por-sumidouros-de-poluentes-atmosfericos>).

A Figura 17 representa a massa de monóxido de carbono (CO) emitida por Km<sup>2</sup> nos anos de 2015, 2017 e 2019 no Município de Viseu e em Portugal. (APA, 2023).

O monóxido de carbono é encontrado no fumo libertado pelos automóveis e na indústria siderúrgica, em incêndios florestais, bem como dentro de habitações, em fontes como os fornos, aquecedores a gás, fogões a lenha e em ligações de gás mal efetuadas.

Os valores de massa de CO emitidos por km<sup>2</sup> são muito semelhantes com os valores emitidos por km<sup>2</sup> em Portugal, para os anos de 2015 e 2019, contudo é de realçar que, em outubro do ano de 2017, ocorreram incêndios florestais no centro do país, em Municípios

vizinhos do Município de Viseu, bem como na região Norte do país, podendo ser um motivo para o aumento de emissões neste ano em concreto.

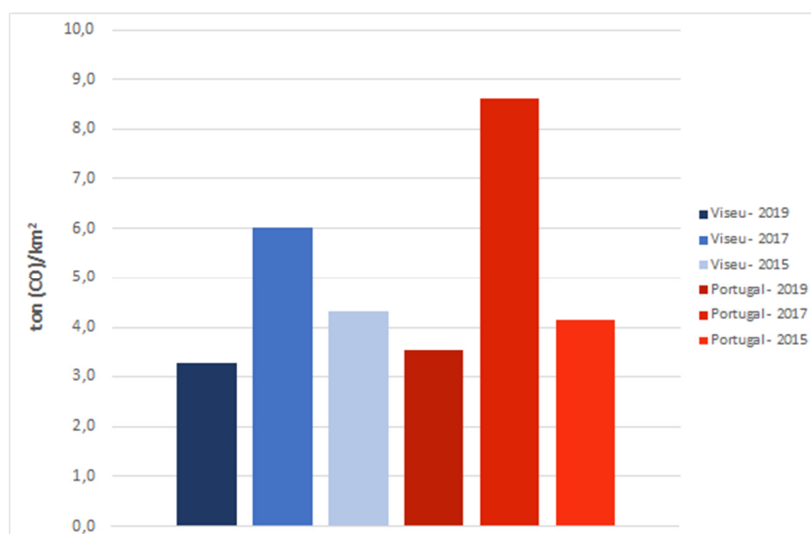


Figura 17 - Massa de CO emitida por Km<sup>2</sup>, nos anos de 2015, 2017 e 2019 no Município de Viseu e em Portugal.

**Fonte:** (Agência Portuguesa do Ambiente, I.P.)

A Figura 18 representa a massa de NO<sub>x</sub> emitida por Km<sup>2</sup> nos anos de 2015, 2017 e 2019, no Município de Viseu e em Portugal.

Nas zonas urbanas, os transportes rodoviários são a principal fonte de óxidos de azoto, sendo as emissões dos escapes dos automóveis maioritariamente sob a forma de NO que reage na presença de oxigénio para formar NO<sub>2</sub>.

Em locais com elevados níveis de tráfego, as concentrações de NO<sub>x</sub> acompanham as variações do tráfego automóvel.

Verifica-se uma menor quantidade de toneladas emitidas de NO<sub>x</sub> por km<sup>2</sup> no Município de Viseu, uma vez que existem zonas no país com um elevado tráfego automóvel, comparativamente com o existente em Viseu.

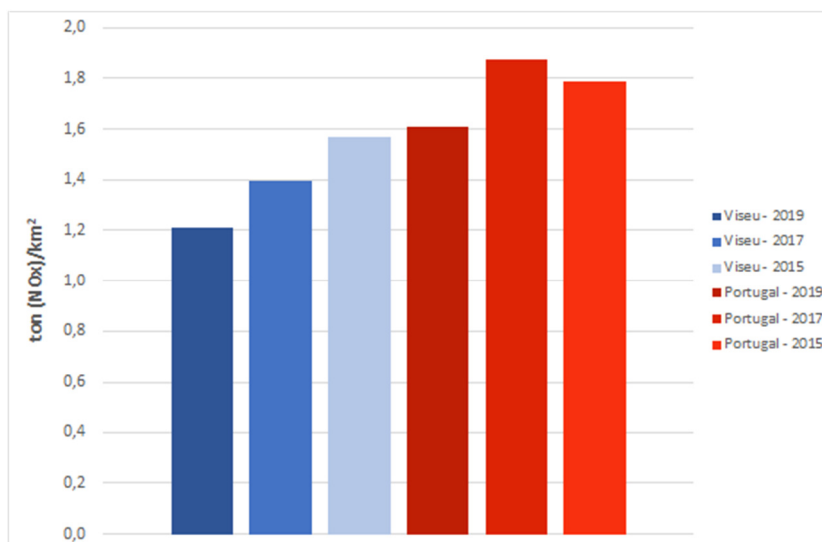


Figura 18 - Massa de NO<sub>x</sub> emitida por Km<sup>2</sup>, nos anos de 2015, 2017 e 2019 no Município de Viseu e em Portugal.

**Fonte:** (Agência Portuguesa do Ambiente, I.P.)

A Figura 19 representa a massa de compostos orgânicos voláteis (COV) emitida por Km<sup>2</sup> nos anos de 2015, 2017 e 2019, no Município de Viseu e em Portugal.

Nota-se que no ano de 2017 há uma maior quantidade de emissões de COV, comparativamente aos anos de 2015 e 2019, devendo-se, sobretudo, aos incêndios florestais que ocorreram em outubro de 2017, nas regiões Centro e Norte do país.

Nos anos de 2015 e 2019, os valores emitidos por km<sup>2</sup> foram superiores no município de Viseu, muito provavelmente, pelo facto de, na região, existirem mais instalações, cuja atividade depende de uma maior produção e utilização de solventes orgânicos, nomeadamente no processamento de madeiras, aplicações de revestimento, no uso doméstico de solventes, asfaltamento de estradas, desengorduramento, limpeza a seco, produtos químicos e impressão.

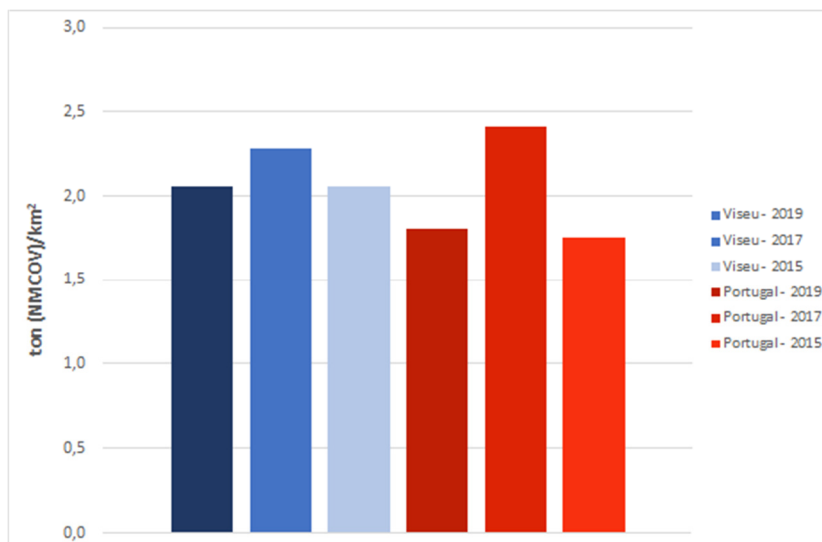


Figura 19 - Massa de COV emitida por Km<sup>2</sup>, nos anos de 2015, 2017 e 2019 no Município de Visu e em Portugal.

**Fonte:** (Agência Portuguesa do Ambiente, I.P.)

A Figura 20 representa a massa de PM10 emitida por Km<sup>2</sup> nos anos de 2015, 2017 e 2019, no Município de Visu e em Portugal.

Verifica-se que nos anos observados, a quantidade de massa emitida por km<sup>2</sup> é superior em Visu, muito devido à combustão doméstica e à utilização de solventes orgânicos.

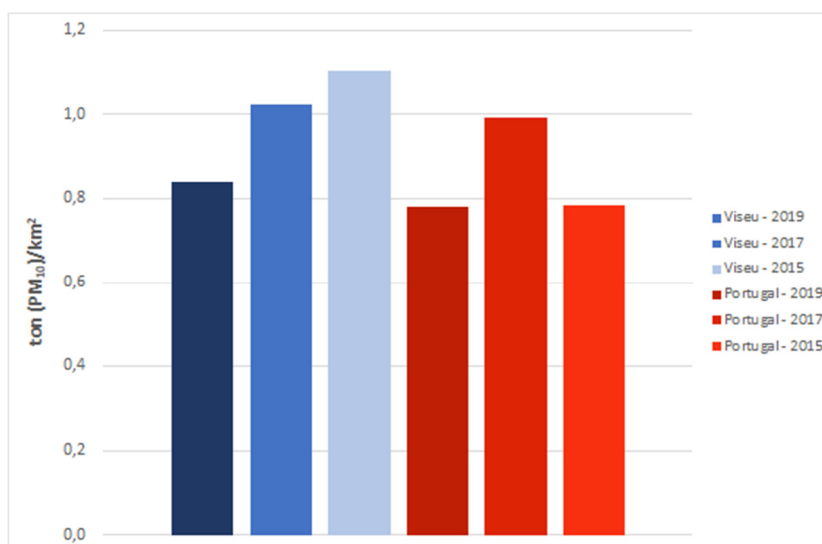


Figura 20 - Massa de PM10 emitida por Km<sup>2</sup>, nos anos de 2015, 2017 e 2019 no Município de Visu e em Portugal.

**Fonte:** (Agência Portuguesa do Ambiente, I.P.)

A Figura 21 representa a emissão de óxidos de enxofre ( $\text{SO}_x$ ) nos anos de 2015, 2017 e 2019, por atividade, no Município de Viseu.

Verifica-se que as atividades que produzem emissões de óxidos de enxofre estão ligadas à atividade agrícola, tráfego rodoviário, indústria, uso de lareiras domésticas de combustão, bem como através de fontes naturais como os incêndios florestais, bem notório no ano de 2017, devido aos incêndios que existiram na região em outubro de 2017. No ano de 2015, verificou-se uma elevada quantidade de emissões, comparativamente aos anos de 2017 e 2019, através das atividades industriais e de outras fontes de combustão, como as lareiras.

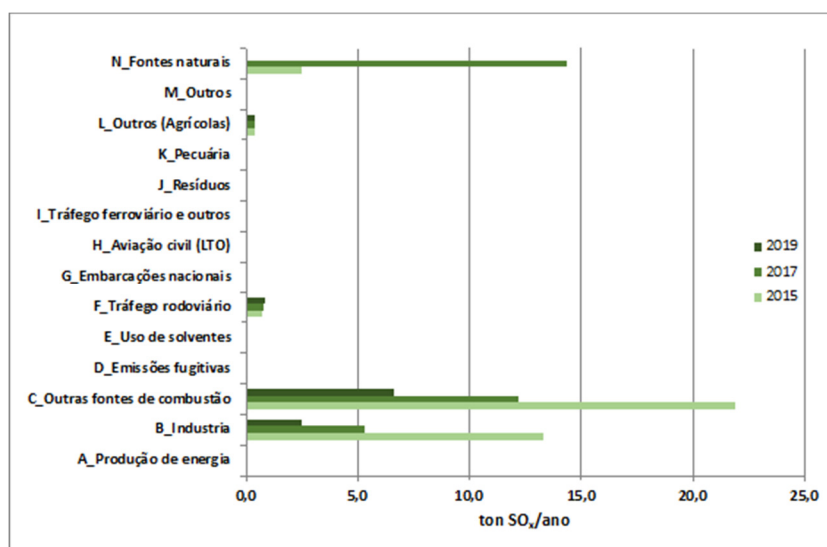


Figura 21 – Emissão de  $\text{SO}_x$  nos anos de 2015, 2017 e 2019, por atividade, no Município de Viseu.

Fonte: (Agência Portuguesa do Ambiente, I.P.)

A Figura 22 representa a emissão de óxidos de azoto ( $\text{NO}_x$ ) nos anos de 2015, 2017 e 2019, por atividade, no Município de Viseu.

Verifica-se que no Município de Viseu, as atividades que produzem emissões de óxidos de azoto estão ligadas sobretudo ao tráfego rodoviário, outras fontes de combustão, como o uso de lareiras domésticas de combustão, a indústria, agricultura, fontes naturais como os incêndios florestais e em menor quantidade a atividade da pecuária.

De realçar que, em todos os anos, é o tráfego rodoviário o que mais contribui para a produção deste tipo de poluentes.

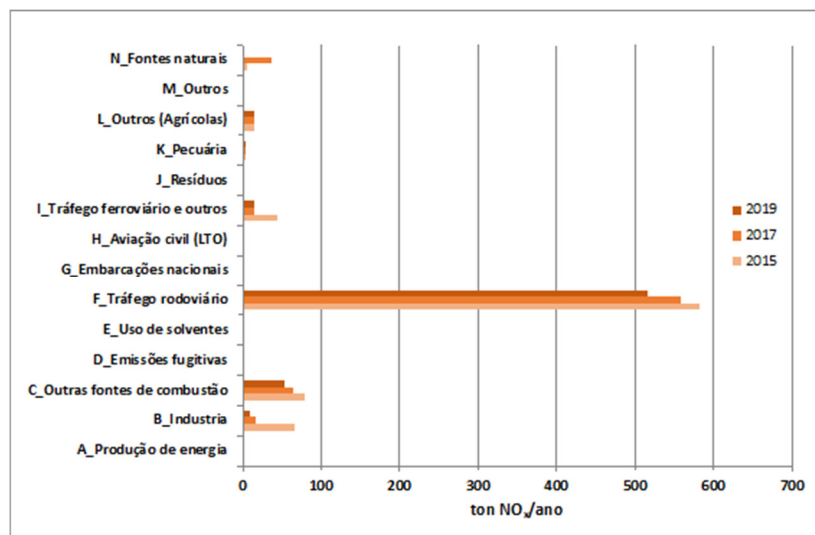


Figura 22 - Emissão de NO<sub>x</sub> nos anos de 2015, 2017 e 2019, por atividade, no Município de Viseu.  
 Fonte: Agência Portuguesa do Ambiente, I.P.

A Figura 23 representa a emissão de compostos orgânicos voláteis (COV) nos anos de 2015, 2017 e 2019, por atividade, no Município de Viseu.

Verifica-se que a atividade que produz mais emissões de COV está ligada ao uso de solventes, dada a sua presença em diversos tipos de materiais sintéticos ou naturais como solventes, tintas, colas, combustíveis, móveis, produtos de limpeza, produtos cosméticos, pesticidas, roupas limpas a seco.

Em virtude dos COV se poderem produzir através da combustão, no município de Viseu, tem também origem em processos industriais que utilizem combustão, no tráfego automóvel, outras fontes de combustão, pecuária, agricultura, fontes naturais como os incêndios florestais e gestão de águas residuais.

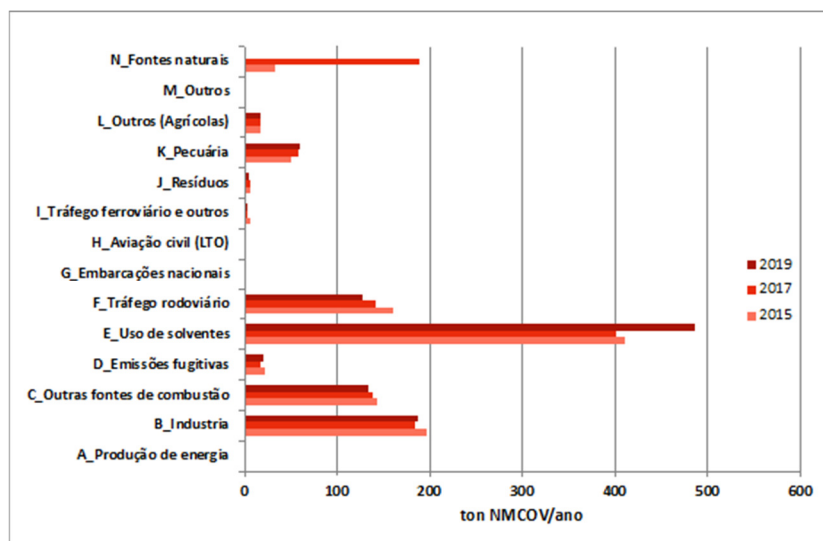


Figura 23 - Emissão de COV nos anos de 2015, 2017 e 2019, por atividade, no Município de Viseu.  
 Fonte: (Agência Portuguesa do Ambiente, I.P.)

A Figura 24 representa a emissão de PM10 nos anos de 2015, 2017 e 2019, por atividade, no Município de Viseu.

Verifica-se que nos três anos em análise, as duas principais atividades que produzem mais emissões de PM10 são o uso de solventes e outras fontes de combustão, como a utilização de lareiras. Também os incêndios florestais, a indústria de processamento de madeira, aplicações de revestimento, pecuária, agricultura, incineração de resíduos florestais, contribuem igualmente para a emissão deste tipo de poluente.

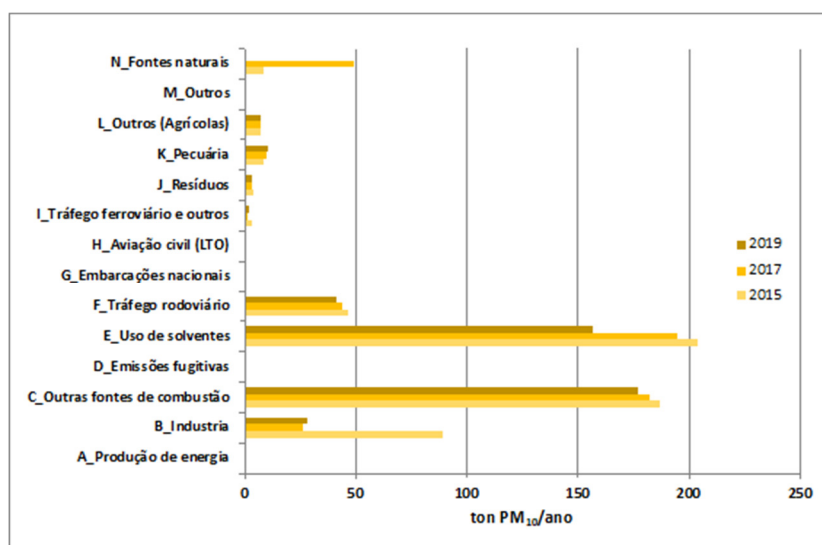


Figura 24 - Emissão de PM10 nos anos de 2015, 2017 e 2019, por atividade, no Município de Viseu.

*Fonte: Agência Portuguesa do Ambiente, I.P.*

A Figura 25 representa a emissão de monóxido de carbono (CO) nos anos de 2015, 2017 e 2019, por atividade, no Município de Viseu.

Verifica-se que as fontes principais de monóxido de carbono são outras fontes de combustão, nomeadamente da combustão comercial e residencial, tráfego rodoviário, fontes naturais como os incêndios florestais, com maior incidência no ano de 2017 e da agricultura, através da queima de sobrantes agrícolas.

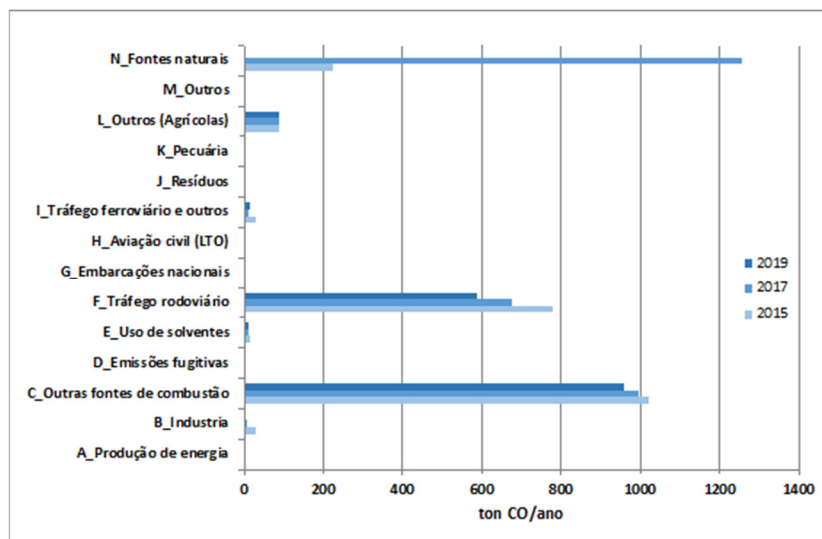


Figura 25 - Emissão de CO nos anos de 2015, 2017 e 2019, por atividade, no Município de Viseu.  
**Fonte:** Agência Portuguesa do Ambiente, I.P.

Nos anos de 2015, 2017 e 2019, verificou-se que, no Município de Viseu, as principais fontes de poluentes atmosféricos, como os SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>, COV, PM10 e CO são as seguintes:

- Outras fontes de combustão, nomeadamente a combustão comercial, residencial e queima de sobranes. (SO<sub>x</sub>), (CO) e PM10
- Tráfego rodoviário (NO<sub>x</sub>)
- Uso de solventes (COV) e (PM10)

#### 4.2.1 Controle de Emissões Poluentes

No que diz respeito ao controle de emissões poluentes para o ar, este é feito através de regimes legais aplicáveis a atividades poluentes, através do Decreto-Lei n.º 127/2013, de 30 de agosto, que estabelece o Regime de Emissões Industriais (REI) e que integra vários requisitos de controlo de emissões em várias atividades, nomeadamente:

- O Regime de prevenção e controlo integrados da poluição, que impõe a necessidade de uma licença ambiental, incluída no Título Único Ambiental (TUA) e que faz parte integrante da licença de exploração da atividade;
- O Regime das Grandes Instalações de Combustão (GIC), instalações de combustão com uma potência térmica nominal total igual ou superior a 50 MWth, cujas disposições ficam integradas na licença TUA, a emitir;
- O Regime aplicável à incineração e coincineração de resíduos, que impõe a necessidade de licenciamento da incineração e coincineração de resíduos;

- O Regime COV, aplicável às instalações e atividades que usam solventes orgânicos e que obriga as instalações a adotar medidas, de forma a cumprir os valores limite de emissão de COV impostos.
- O regime da prevenção e controlo das emissões de poluentes para o ar, Decreto-Lei n.º 39/2018, de 11 de junho, também denominado de regime de emissões para o ar (REAR) e que preconiza o controlo de emissões de poluentes provenientes da queima de combustíveis em médias instalações de combustão (com potência térmica igual ou superior a 1 MW<sub>th</sub> e inferior a 50 MW<sub>th</sub>) que são transversais a vários setores da atividade económica, bem como de atividades industriais e atividades de recolha, tratamento e eliminação de resíduos e valorização de materiais.
- O regime COV nos produtos, Decreto-Lei n.º 181/2006, de 6 de setembro, que limita o teor de COV em determinadas tintas decorativas e vernizes, destinadas a edifícios, e em produtos de retoque de veículos.

## 5. CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DO AR DA CIDADE DE VISEU

Na Região Centro existem 9 estações, das quais 6 são de tipologia de fundo, 2 de tráfego e 1 de tipo industrial, conforme abaixo.

A estação mais próxima do Município de Viseu é a estação regional de Fundo, existente em Fornelo do Monte, localizada no Município de Vouzela e pertencente à rede de monitorização da qualidade do ar da Região Centro, conforme Figura 26.

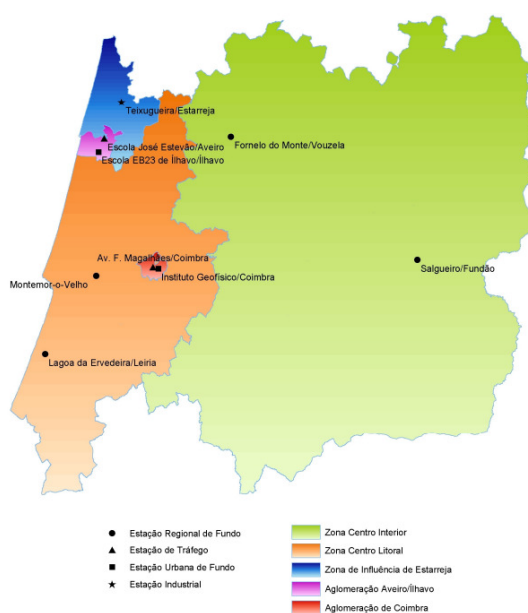


Figura 26 - Rede de monitorização da qualidade do ar na Região Centro

Fonte: (CCDR-C, 2022)

As Estações de Monitorização da Qualidade do Ar utilizadas para a realização da caracterização da qualidade do ar em Viseu foram a EMQA de Fornelo do Monte, conforme Figura 27, a EMQA do IPV representada na Figura 28 e a EMQA do Município de Viseu, conforme Figura 29.

## Fornelo do Monte



Código Estação	2021
Nome	Fornelo do Monte
Concelho	Vouzela
Freguesia	Fornelo do Monte
Tipo de Estação	Fundo
Tipo de Área	Rural
Longitude	-8.10001
Latitude	40.6441
Rua	
Altitude (m)	731
Data de Início	2005-09-23
Rede	Rede de Qualidade do Ar do Centro
Instituição	Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Centro
Contacto	239 400 100

Figura 27 - Estação de monitorização fixa de Fornelo do Monte

A Estação Móvel de Monitorização da Qualidade do Ar (EMQA) do Instituto Politécnico de Viseu (IPV), encontrando-se afeta ao Laboratório de Controlo e Monitorização Ambiental do Departamento de Ambiente da Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Viseu (ESTGV), sendo uma ferramenta utilizada em projetos de investigação e divulgação científica, contribuindo igualmente para o desenvolvimento do conhecimento local e regional da qualidade do ar.

Esta EMQA está equipada com um conjunto de analisadores para a medição em contínuo da concentração atmosférica dos poluentes, nomeadamente partículas em suspensão (PM10, PM2,5), dióxido de azoto (NO<sub>2</sub>) e ozono (O<sub>3</sub>).

Possui ainda uma estação meteorológica equipada com vários sensores, possibilitando a medição em simultâneo de variáveis meteorológicas como direção do vento, velocidade do vento, temperatura do ar, humidade relativa e precipitação.



Figura 28 - Estação de monitorização móvel do IPV

A Estação de Monitorização da Qualidade do Ar do Município de Viseu, é uma estação fixa e situa-se no Centro de Monitorização e Interpretação Ambiental de Viseu (CMIA). Pese embora esteja equipada com um conjunto de analisadores para a medição em

contínuo da concentração atmosférica de poluentes, nomeadamente partículas em suspensão (PM10), dióxido de azoto (NO<sub>2</sub>) e ozono (O<sub>3</sub>), dado o seu estado inoperacional, neste trabalho só foi possível obter dados da estação para o poluente Ozono.



Figura 29 - Estação de monitorização fixa do Município de Viséu

## **5.1 Caracterização da Qualidade do Ar com base em dados Históricos**

### **5.1.1 Análise da qualidade do ar no ano 2021 – EMQA Fornelo do Monte**

Para a realização de caracterização da qualidade do ar na região de Viséu, com base em dados históricos, foram utilizados os dados da Estação de Monitorização de Qualidade do Ar de Fornelo do Monte, disponíveis no sítio internet do QUALAR. Como referido, a EMQA de Fornelo do Monte, localizada no Município de Vouzela, é a estação pertencente à rede de monitorização da qualidade do ar que se localiza a menor distância do Município de Viséu.

Nos gráficos seguintes é apresentada a evolução temporal das concentrações dos poluentes O<sub>3</sub> (Figura 30), NO<sub>2</sub>, (Figura 31) e PM10 (Figura 32) ao longo do ano de 2021. A análise da qualidade do ar foi efetuada por comparação com os valores limites definidos no Decreto-Lei n.º 102/2010 (na sua atual redação).

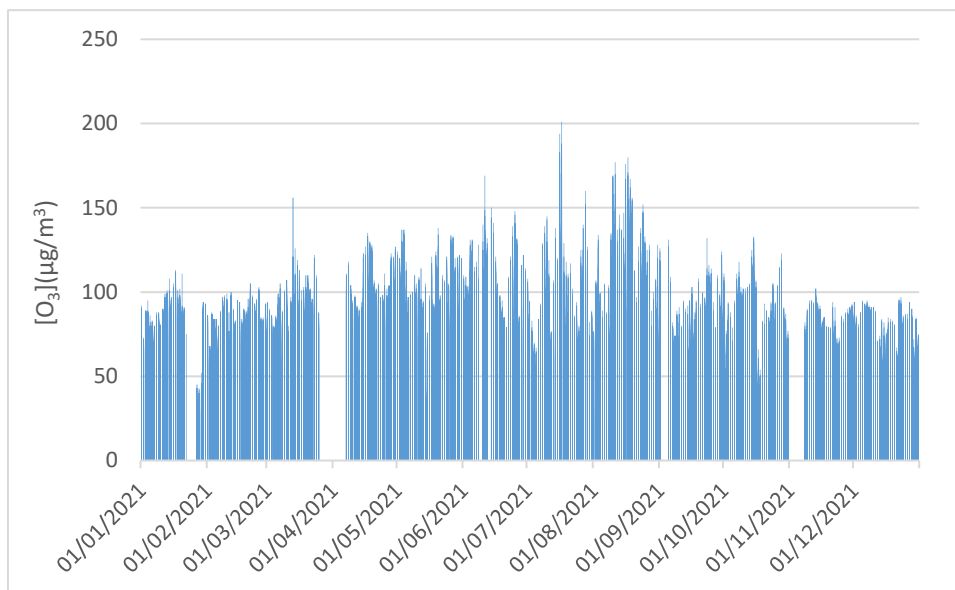


Figura 30 – Variação da concentração horária de O<sub>3</sub> no ano de 2021, determinada na EMQA de Fornelo do Monte

Na Tabela 5 são apresentados o n.º de dias ocorridos no ano de 2021, para cada classe do Índice Qualar, e referente ao poluente ozono.

Verificou-se a ocorrência dentro das classes do Bom, Muito Bom e Médio.

Pode-se observar que os valores mais elevados ocorreram na época do verão, dada a existência de maior incidência de radiação nesta altura do ano.

Os valores mais reduzidos são observados nos meses de inverno, pelo facto de que, como o ozono se forma na atmosfera, a partir de gases emitidos pelos veículos, nomeadamente, o dióxido de azoto e os compostos orgânicos voláteis, em conjunto com a luz solar, havendo menos radiação, os valores apresentam-se mais reduzidos neste período.

Tabela 5: Avaliação da qualidade do ar em Fornelo do Monte no ano de 2021. Índice Qualar relativo ao O<sub>3</sub>

Classe	Intervalo do índice O <sub>3</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	N.º de dias ocorridos no ano de 2021 por classe
Muito Bom	0-80	144
Bom	81-100	108
Médio	101-180	41
Fraco	181-240	1
Mau	241-600	0

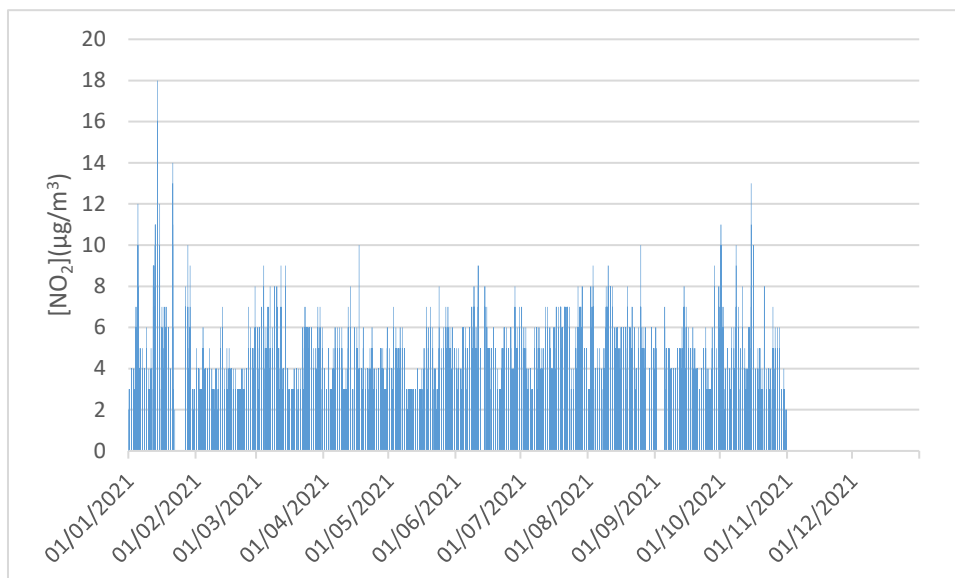


Figura 31 - Variação da concentração horária de NO<sub>2</sub> no ano de 2021, determinada na EMQA de Fornelo do Monte

No caso do poluente dióxido de azoto, o Índice Qualar encontrou-se durante todo o ano na classe referente ao Muito Bom, conforme apresentado na Tabela 6.

Tabela 6: Avaliação da qualidade do ar em Fornelo do Monte no ano de 2021. Índice Qualar relativo ao NO<sub>2</sub>

Classe	Intervalo do índice NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	N.º de dias ocorridos no ano de 2021 por classe
Muito Bom	0-40	291
Bom	41-100	0
Médio	101-200	0
Fraco	201-400	0
Mau	401-1000	0

Estes valores abaixo dos 40 µg/m<sup>3</sup> devem-se ao facto de estarmos perante um tipo de estação regional de fundo, localizada em área rural, distante de fontes deste tipo de poluente, nomeadamente de tráfego rodoviário.

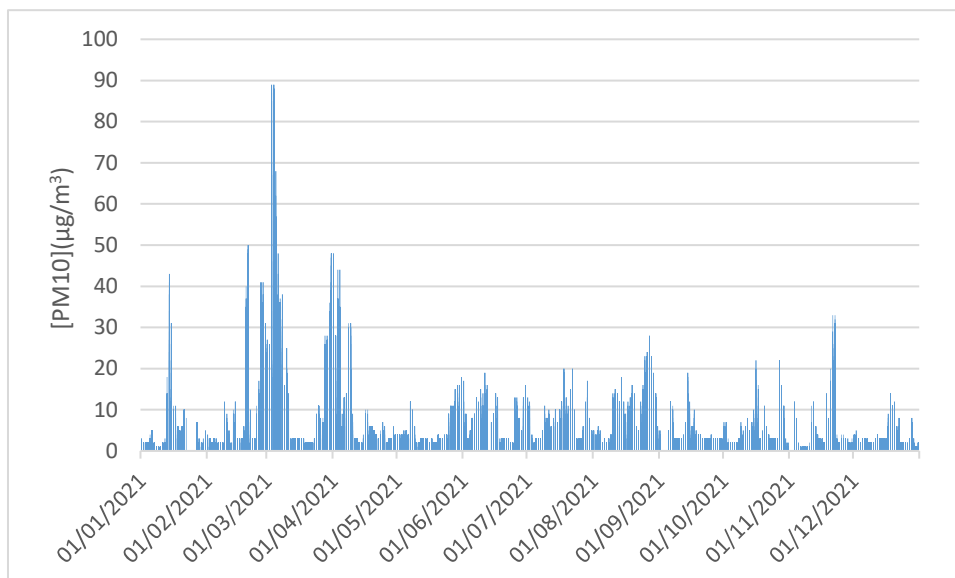


Figura 32 - Variação da concentração horária de PM10 no ano de 2021, determinada na EMQA de Forno do Monte

Verificando-se os resultados obtidos para as PM10 durante o ano, conforme apresentado na Tabela 7, nota-se um Índice Qualar, maioritariamente, na classe do Muito Bom, dada a ausência de fontes emissoras de PM10, contudo nos meses da estação da primavera, os valores são mais elevados, chegando mesmo a um índice Qualar na classe do Fraco. Pode-se entender estes valores, como tendo existido um contributo adicional de emissões, sobretudo, através da realização de queima de sobrantes, muito frequentes nesta altura do ano na região ou devido a incêndios florestais.

Tabela 7: Avaliação da qualidade do ar em Forno do Monte no ano de 2021. Índice Qualar relativo às PM10

Classe	Intervalo do índice PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	N.º de dias ocorridos no ano de 2021 por classe
Muito Bom	0-20	329
Bom	21-35	13
Médio	36-50	5
Fraco	51-100	3
Mau	101-1200	0

### 5.1.2 Análise da qualidade do ar no ano 2021 – EMQA IPV

Para a realização de caracterização da qualidade do ar na região de Viseu, com base em dados históricos, foram também utilizados os dados da EMQA do IPV, disponibilizados pelo Departamento de Ambiente, da Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Viseu do IPV.

Nas Figuras seguintes é apresentada a evolução temporal das concentrações dos poluentes O<sub>3</sub> (Figura 33), NO<sub>2</sub>, (Figura 34) e PM10 (Figura 35) ao longo do ano de 2021.

A análise da qualidade do ar foi efetuada por comparação com os valores limites definidos no Decreto-Lei n.º 102/2010 (na sua atual redação).

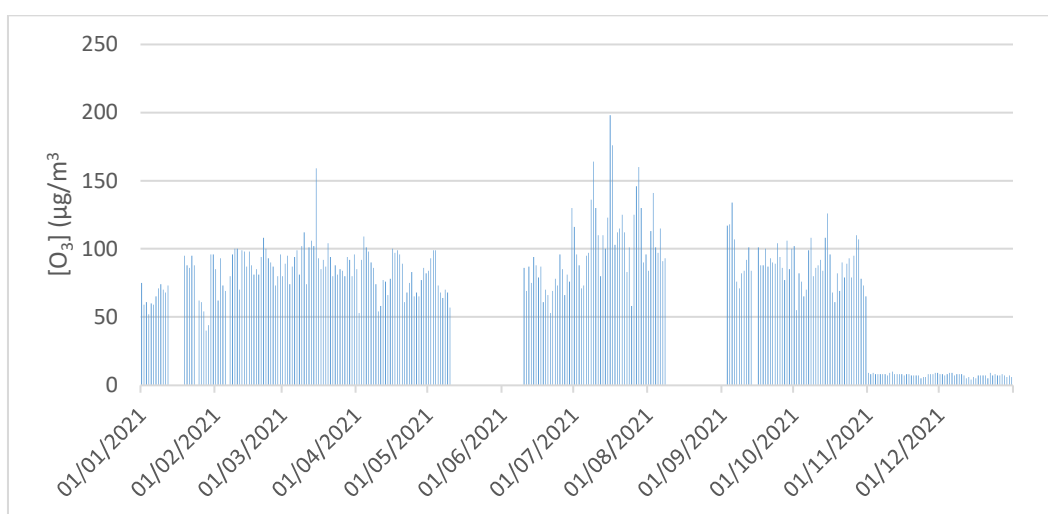


Figura 33- Variação da concentração horária de O<sub>3</sub> no ano de 2021, determinada na EMQA do IPV

Na Tabela 8 são apresentados o n.º de dias ocorridos no ano de 2021, para cada classe do Índice Qualar, relativo ao poluente ozono. Verifica-se que durante o ano as classes predominantes foram as de Muito Bom e Bom, contudo também ocorreram 41 dias com um Índice Qualar na classe do Médio, tendo os valores mais elevados ocorrido nas estações de primavera-verão, podendo-se tratar da existência de mais tráfego rodoviário, aliado a ocorrência de temperaturas mais altas, neste período do ano.

Tabela 8: Avaliação da qualidade do ar em Viseu no ano de 2021. Índice Qualar relativo ao O<sub>3</sub>

Classe	Intervalo do índice O <sub>3</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	N.º de dias ocorridos no ano de 2021 por classe
Muito Bom	0-80	144
Bom	81-100	108
Médio	101-180	41
Fraco	181-240	1
Mau	241-600	0

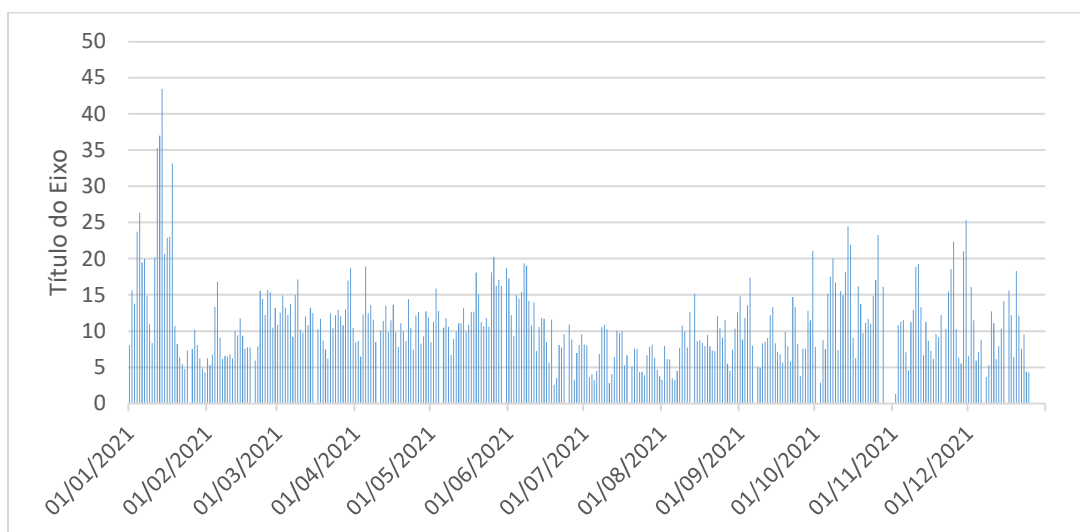


Figura 34- Variação da concentração horária diária de NO<sub>2</sub>, no ano de 2021, determinada na EMQA do IPV

No caso do poluente dióxido de azoto, o Índice Qualar encontrou-se durante o ano, maioritariamente, na classe do Muito Bom, tendo existido 7 dias no, mês de janeiro, em que se verificou um Índice Qualar na classe do Bom, conforme apresentado na Tabela 9. Aqui poder-se-á ter em consideração a localização da EMQA do IPV, uma vez que não é frequente existir um elevado tráfego rodoviário junto da mesma.

Tabela 9: Avaliação da qualidade do ar em Viseu no ano de 2021. Índice Qualar relativo ao NO<sub>2</sub>

Classe	Intervalo do índice NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	N.º de dias ocorridos no ano de 2021 por classe
Muito Bom	0-40	331
Bom	41-100	7
Médio	101-200	0
Fraco	201-400	0
Mau	401-1000	0

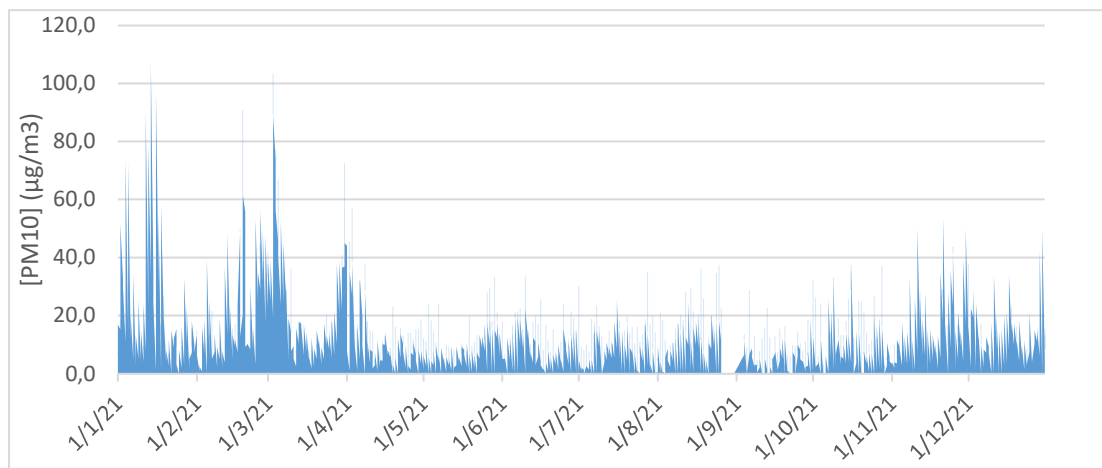


Figura 35- Variação da concentração horária diária de PM10, no ano de 2021, determinada na EMQA do IPV

Relativamente aos resultados obtidos para as PM10 durante o ano, conforme apresentado na Tabela 10, verifica-se um Índice Qualar sobretudo nas classes do Bom e Muito Bom, contudo, no período do inverno verificam-se valores mais elevados quando comparados com o resto do ano, chegando mesmo a ocorrer 5 dias com valores dentro da classe do Médio e 6 dias na classe de Fraco. Pode-se entender estes valores, como tendo existido um contributo adicional de fontes produtoras, nomeadamente provenientes da indústria, do uso de solventes, e outras fontes de combustão, como a utilização de lareiras, bem como através de incêndios florestais ou queima de sobranes.

Tabela 10: Avaliação da qualidade do ar em Viseu no ano de 2021. Índice Qualar relativo às PM10.

Classe	Intervalo do índice PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	N.º de dias ocorridos no ano de 2021 por classe
Muito Bom	0-20	312
Bom	21-35	34
Médio	36-50	5
Fraco	51-100	6
Mau	101-1200	0

### 5.1.3 Análise comparativa dos poluentes O<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub> e PM<sub>10</sub> através das EMQA do IPV e de Fornelo do Monte nos anos 2019,2020,2021

#### Ozono (O<sub>3</sub>)

Na Tabela 11 são apresentados os dados estatísticos relativos ao O<sub>3</sub> e aos anos de 2019, 2020 e 2021 medidos na EMQA de Fornelo do Monte.

Tabela 11: Valores anuais de ozono obtidos pela EMQA Fornelo do Monte

Dados Estatísticos	2019		2020		2021	
Parâmetro	Valor Anual		Valor Anual		Valor Anual	
	(base horária)	(base diária)	(base horária)	(base diária)	(base horária)	(base diária)
Eficiência (%)	82%	81%	97%	96%	90%	89%
Dados Validados (n.º)	7197	295	8470	351	7876	324
Média (µg/m <sup>3</sup> )	75	75	80	80	85	85
Máximo (µg/m <sup>3</sup> )	179	125	203	148	201	136

(a) As médias de base octo-horária (8 horas) são calculadas a partir dos dados horários. O primeiro período de cálculo para um determinado dia será o período decorrido entre as 17h00 do dia anterior e a 01h00 desse dia. O último período de cálculo será o período entre as 16h00 de um determinado dia e as 24h00 desse mesmo dia. Para o cálculo de uma média octo-horária são necessários, pelo menos, 75% de valores horários, isto é, 6 horas.

#### Proteção da Saúde Humana: Base Horária

Decreto-Lei n.º 102/2010, de 23 de setembro (Diretiva 2008/50/CE)

Designação:	Valor (µg/m <sup>3</sup> )	N.º Excedências 2019	N.º Excedências 2020	N.º Excedências 2021
Limiar de Alerta à população	240	0	0	0
Limiar de informação à população	180	0	14	6

#### Proteção da Saúde Humana: Base Octo-Horária

Decreto-Lei n.º 102/2010, de 23 de setembro (Diretiva 2008/50/CE)

Designação:	Valor (µg/m <sup>3</sup> )	N.º de Excedências permitidas	N.º Excedências 2019	N.º Excedências 2020	N.º Excedências 2021
	Valor-Alvo	120	25 (b)	22 (c)	52 (c)

(b) A não exceder mais de 25 dias por ano.

(c) Número de dias do ano em que se verificaram uma ou mais excedências ao valor de 120 µg/m<sup>3</sup>.

Analisando os valores de ozono obtidos pela EMQA de Fornelo do Monte, referentes aos anos de 2019, 2020 e 2021, verifica-se que o número de excedências existentes nos anos de 2020 e 2021 ultrapassou o número de dias permitido por ano, conforme legislação em vigor. Durante estes anos não foram observados valores de ozono que justificassem o alerta à população, contudo, em 2020 foram verificadas 14 excedências de ozono com necessidade de informação à população e no ano de 2021 foram verificadas 6 excedências de ozono com necessidade de informação à população.

Na Tabela 12 são apresentados os dados estatísticos relativos ao O<sub>3</sub> e aos anos de 2019, 2020 e 2021 medidos na EMQA do IPV

Tabela 12: Valores anuais de ozono obtidos pela EMQA do IPV

Dados Estatísticos	2019		2020		2021	
	Valor Anual		Valor Anual		Valor Anual	
Parâmetro	(base horária)	(base diária)	(base horária)	(base diária)	(base horária)	(base diária)
Eficiência (%)	68%	64%	79%	78%	90%	89%
Dados Validados (n.º)	5981	232	6905	284	7876	324
Média (µg/m <sup>3</sup> )	62	63	60	60	85	85
Máximo (µg/m <sup>3</sup> )	167	114	198	110	201	136

(a) As médias de base octo-horária (8 horas) são calculadas a partir dos dados horários. O primeiro período de cálculo para um determinado dia será o período decorrido entre as 17h00 do dia anterior e a 01h00 desse dia. O último período de cálculo será o período entre as 16h00 de um determinado dia e as 24h00 desse mesmo dia. Para o cálculo de uma média octo-horária são necessários, pelo menos, 75% de valores horários, isto é, 6 horas.

#### Proteção da Saúde Humana: Base Horária

Decreto-Lei n.º 102/2010, de 23 de setembro (Diretiva 2008/50/CE)

Designação:	Valor	N.º	N.º	N.º
	(µg/m <sup>3</sup> )	Excedências 2019	Excedências 2020	Excedências 2021
Limiar de Alerta à população	240	0	0	0

Limiar de informação à população	180	0	1	1
----------------------------------	-----	---	---	---

### Proteção da Saúde Humana: Base Octo-Horária

Decreto-Lei n.º 102/2010, de 23 de setembro (Diretiva 2008/50/CE)

Designação:	Valor	N.º de	N.º	N.º	N.º
	(µg/m <sup>3</sup> )	Excedências permitidas	Excedências 2019	Excedências 2020	Excedências 2021
Valor-Alvo	120	25 (b)	8 (c)	7 (c)	7 (c)

(b) A não exceder mais de 25 dias por ano

(c) Número de dias do ano em que se verificaram uma ou mais excedências ao valor de 120 µg/m<sup>3</sup>.

Analisando os valores de ozono obtidos pela EMQA do IPV, referentes aos anos de 2019, 2020 e 2021, verifica-se que o número de excedências existentes não ultrapassou o n.º de dias permitido por ano, conforme legislação em vigor.

Também não foram observados valores de ozono que justificassem o alerta à população. No ano de 2020, foi verificada uma excedência de ozono com necessidade de informação à população.

### Análise Comparativa

Comparando os resultados obtidos nas EMQA de Fornelo do Monte e do IPV, verifica-se uma grande diferença de valores apresentados, uma vez que a EMQA de Fornelo, tratando-se de uma estação de fundo, em área rural, os valores de ozono são superiores quando comparados com os obtidos pela Estação do IPV, encontrando-se instalada em zona urbana, com proximidade a zonas de maior tráfego, em que o ozono é destruído mais rapidamente devido às reações com outros poluentes e à movimentação de veículos.

### Dióxido de Azoto (NO<sub>2</sub>)

Na Tabela 13 são apresentados os dados estatísticos relativos ao NO<sub>2</sub> e aos anos de 2019, 2020 e 2021 medidos na EMQA do IPV.

Tabela 13: Valores anuais de dióxido de azoto obtidos pela EMQA Fornelo do Monte

Dados Estatísticos	2019	2020	2021

Parâmetro	Valor Anual	Valor Anual	Valor Anual	Valor Anual	Valor Anual	Valor Anual
	(base horária)	(base diária)	(base horária)	(base diária)	(base horária)	(base diária)
Eficiência (%)	9%	8%	86%	85%	79%	79%
Dados Validados (n.º)	753	31	7533	311	6959	288
Média ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	1	1	4	4	4	4
Máximo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	19	6	11	7	18	12

**Proteção da Saúde Humana: Base Horária**

Decreto-Lei n.º 102/2010, de 23 de setembro

Designação	Valor	Excedências Permitidas	N.º Excedências 2019	N.º Excedências 2020	N.º Excedências 2021
	( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	(horas)	(horas)	(horas)	(horas)
VL	200	18	0	0	0

Legenda: VL - Valor limite: 200  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Decreto-Lei n.º 102/2010, de 23 de setembro

Designação:	Valor	Valor Obtido 2019	Valor Obtido 2020	Valor Obtido 2021
	( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
VL	40	1	0	4

Legenda: VL - Valor limite: 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Analisando os valores de dióxido de azoto obtidos pela EMQA de Fornelo do Monte, referentes aos anos de 2019, 2020 e 2021, verifica-se que não ocorreu nenhuma excedência conforme legislação em vigor.

Durante este período não foram observados valores de dióxido de azoto acima do valor limite legislado para a proteção da saúde humana.

Na Tabela 14 são apresentados os dados estatísticos relativos ao  $\text{NO}_2$  e aos anos de 2019, 2020 e 2021 medidos na EMQA do IPV.

Tabela 14: Valores anuais de dióxido de azoto obtidos pela EMQA do IPV

Dados Estatísticos	2019		2020		2021	
	Valor Anual (base horária)	Valor Anual (base diária)	Valor Anual (base horária)	Valor Anual (base diária)	Valor Anual (base horária)	Valor Anual (base diária)
Eficiência (%)	76%	75%	96%	96%	96%	96%
Dados Validados (n.º)	6667	275	8437	350	8437	350
Média (µg/m <sup>3</sup> )	13	13	11	11	11	11,0
Máximo (µg/m <sup>3</sup> )	182	85	94	45	94	45

#### Proteção da Saúde Humana: Base Horária

Decreto-Lei n.º 102/2010, de 23 de setembro

Designação	Valor	Excedências Permitidas	N.º Excedências 2019	N.º Excedências 2020	N.º Excedências 2021
	(µg/m <sup>3</sup> )	(horas)	(horas)	(horas)	(horas)
VL	200	18	0	0	0

Legenda: VL - Valor limite: 200 µg/m<sup>3</sup>

#### Proteção da Saúde Humana: Base Anual

Decreto-Lei n.º 102/2010, de 23 de setembro

Designação:	Valor	Valor Obtido 2019	Valor Obtido 2020	Valor Obtido 2021
	(µg/m <sup>3</sup> )	(µg/m <sup>3</sup> )	(µg/m <sup>3</sup> )	(µg/m <sup>3</sup> )
VL	40	13	11	11

Legenda: VL - Valor limite: 40 µg/m<sup>3</sup>

Analisando os valores de dióxido de azoto obtidos pela EMQA do IPV, referentes aos anos de 2019, 2020 e 2021, verifica-se que não ocorreu nenhuma excedência comparativamente ao n.º de horas permitidas, conforme legislação em vigor.

Durante este período não foram observados valores de dióxido de azoto acima do valor limite legislado para a proteção da saúde humana.

## **Análise Comparativa**

Comparando os resultados obtidos nas EMQA de Fornelo do Monte e do IPV, verifica-se que os valores anuais são reduzidos em ambas as EMQA, contudo os valores da EMQA de Fornelo, são mais inferiores, quase residual, uma vez que se trata de uma estação de fundo, em área rural, em que não se verificam grandes movimentos de tráfego rodoviário, como acontece em zonas urbanas.

### **Partículas (PM10)**

Na Tabela 15 são apresentados os dados estatísticos relativos às PM10 e aos anos de 2019, 2020 e 2021 medidos na EMQA de Fornelo do Monte.

Tabela 15: Valores anuais de PM10 obtidos pela EMQA Fornelo do Monte

<b>Dados Estatísticos</b>	2019	2020	2021
Parâmetro	Valor Anual (base diária)	Valor Anual (base diária)	Valor Anual (base diária)
Eficiência (%)	75%	96%	95%
Dados Validados (n.º)	274	352	346
Média ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	5,87	5,95	6,66
Máximo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	54,1	99,8	80,70

#### **Proteção da Saúde Humana: Base Diária**

Decreto-Lei n.º 102/2010, de 23 de setembro

Designação	Valor	Excedências Permitidas	N.º Excedências 2019	N.º Excedências 2020	N.º Excedências 2021
	( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	(dias)	(dias)	(dias)	(dias)
VL	50	35	1	1	3

Legenda: VL - Valor limite: 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

#### **Proteção da Saúde Humana: Base Anual**

Decreto-Lei n.º 102/2010, de 23 de setembro

Designação:	Valor	Valor Obtido 2019	Valor Obtido 2020	Valor Obtido 2021
	( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
VL	40	6	6	7

Legenda: VL - Valor limite: 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Analisando os valores das PM10 obtidos pela EMQA de Fornelo do Monte, referentes aos anos de 2019, 2020 e 2021, verifica-se que no ano de 2019 existiu uma excedência,

no ano 2020, igualmente uma excedência e no ano de 2021, existiram três excedências, relativamente às permitidas, conforme legislação em vigor.

Durante este período não foram observados valores de PM10 acima do valor limite, legislado para a proteção da saúde humana.

Na Tabela 16 são apresentados os dados estatísticos relativos às PM10 e aos anos de 2019, 2020 e 2021 medidos na EMQA do IPV.

Tabela 16: Valores anuais de PM10 obtidos pela EMQA do IPV

<b>Dados Estatísticos</b>	2019	2020	2021
Parâmetro	Valor Anual	Valor Anual	Valor Anual
	(base diária)	(base diária)	(base diária)
Eficiência (%)	86%	97%	97%
Dados Validados (n.º)	314	355	355
Média ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	13,16	12,29	12,29
Máximo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	62,61	73,68	73,68

**Proteção da Saúde Humana: Base Diária**

Decreto-Lei n.º 102/2010, de 23 de setembro

Designação	Valor	Excedências Permitidas	N.º Excedências 2019	N.º Excedências 2020	N.º Excedências 2021
	( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	(dias)	(dias)	(dias)	(dias)
VL	50	35	3	6	6

Legenda: VL - Valor limite: 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

**Proteção da Saúde Humana: Base Anual**

Decreto-Lei n.º 102/2010, de 23 de setembro

Designação:	Valor	Valor Obtido 2019	Valor Obtido 2020	Valor Obtido 2021
	( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
VL	40	13	12	12

Legenda: VL - Valor limite: 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Analisando os valores das PM10 obtidos pela EMQA do IPV, referentes aos anos de 2019, 2020 e 2021, verifica-se que no ano de 2019 existiram três excedências, no ano

2020, seis excedências e no ano de 2021, igualmente seis excedências, não ultrapassando o n.º de excedências permitidas, conforme legislação em vigor.

Durante estes três anos não foram observados valores de PM10 acima do valor limite, legislado para a proteção da saúde humana.

### **Análise Comparativa**

Comparando os resultados obtidos nas EMQA de Fornelo do Monte e do IPV, verifica-se que o n.º de excedências anual é superior na EMQA do IPV do que na de Fornelo do Monte, muito devido à proximidade a grandes movimentos de tráfego rodoviário, bem como a indústrias e serviços com produção de emissões deste tipo de poluente.

Contudo, independentemente de a EMQA de Fornelo do Monte se encontrar em zona rural, é verificado um contributo de emissões por parte de fontes naturais, como os incêndios florestais.

## **5.2 Caracterização da qualidade do ar com base em campanhas de monitorização mensais**

Com o objetivo de caracterizar a qualidade do ar nos parques urbanos da cidade de Viseu mais utilizados, foram realizadas três campanhas durante a época primavera-verão, no período de 14/04/2022 a 14/07/2022, com recurso à EMQA do IPV.

Foram realizadas campanhas mensais em três locais da cidade de Viseu, nomeadamente no Parque Aquilino Ribeiro (de 14/04/2022 a 14/05/2022), na Mata do Fontelo (de 17/05/2022 a 14/06/2022) e no Parque Urbano de Santiago (de 17/06/2022 a 14/07/2022). A escolha destes três locais teve em consideração a frequente utilização dos mesmos, pela população, para a prática desportiva e lazer.

### **5.2.1 Parque Aquilino Ribeiro**

A campanha realizada no Parque Aquilino Ribeiro decorreu no período compreendido entre 14/04/2022 e 14/05/2022. A EMQA foi colocada na zona sul do Parque, conforme apresentado na Figura 36.



Figura 36 - Localização da EMQA do IPV no Parque Aquilino Ribeiro



Figura 37 – EMQA do IPV no Parque Aquilino Ribeiro no período de monitorização.

Na EMQA do IPV foi colocado um aviso com a informação das campanhas que iam decorrer nos três parques da cidade de Viseu, conforme exemplo visualizado na Figura 38, de forma que os utilizadores dos parques pudessem ter uma perceção do motivo da presença da estação nestes locais e nos períodos programados.



Figura 38 .- Aviso de realização das campanhas de monitorização nos 3 parques da Cidade de Viseu

Nos pontos seguintes é apresentada a comparação entre a os valores medidos na EMQA do IPV e os medidos na EMQA de Fornelo do Monte para os parâmetros  $O_3$ ,  $NO_2$  e  $PM_{10}$  no respetivo período de campanha.

### - Ozono ( $O_3$ )

A variação horária da concentração de ozono obtida nas EMQA de Fornelo do Monte e do IPV para o período compreendido entre 14/04/2022 a 14/05/22 é apresentada na Figura 39. A variação da concentração média horária é apresentada na Figura 40.

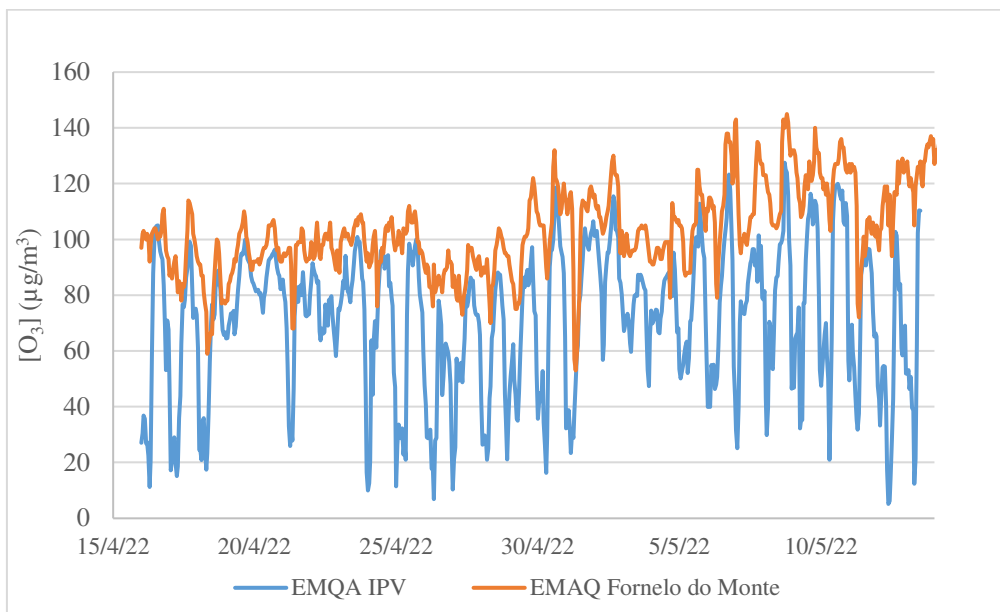


Figura 39 - Variação horária da concentração de  $O_3$  obtida pelas EMQA de Fornelo do Monte e do IPV no período compreendido entre 14/04/2022 a 14/05/2022

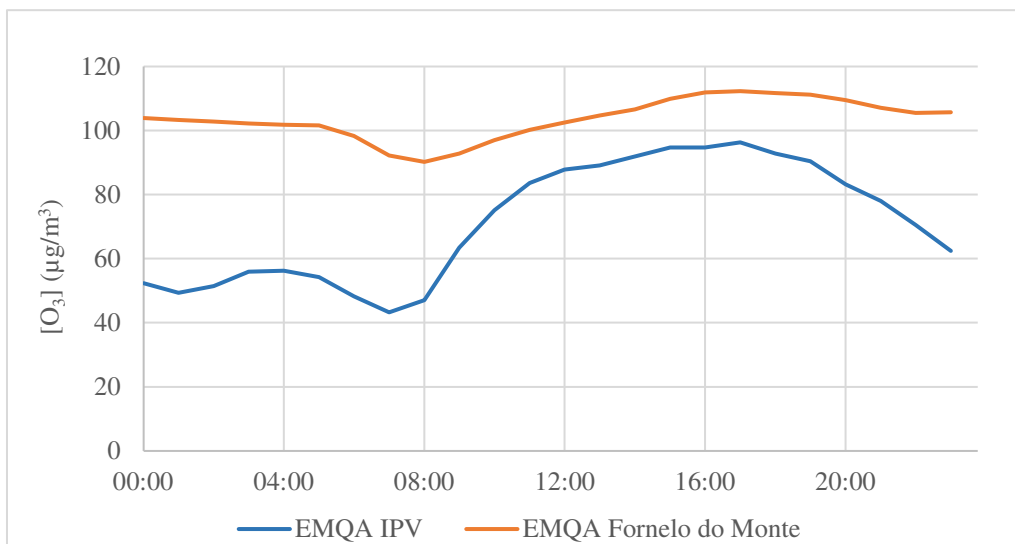


Figura 40 - Variação da concentração média horária de O<sub>3</sub> obtida pelas EMQA de Fornelo do Monte e do IPV no período compreendido entre 14/04/2022 a 14/05/2022

### **Análise comparativa:**

Relativamente à estação de Fornelo do Monte, para o mesmo período, tratando-se de uma estação de fundo, os valores de ozono são superiores quando comparados com os obtidos pela Estação do IPV.

Verifica-se que quando comparamos os valores obtidos por uma EMQA em área rural com uma EMQA em área urbana, os valores de ozono são mais elevados nas áreas rurais, uma vez que nas zonas de maior tráfego, o ozono é destruído mais rapidamente devido às reações com outros poluentes e à movimentação de veículos.

De realçar o pico onde se regista o maior valor obtido de ozono, situado no intervalo entre as 15:00 e as 16:00 horas, pelo facto da formação de ozono depender da luz solar, é no período de maior insolação que ocorre uma maior formação de ozono.

Em Viseu, podemos considerar que, para o poluente ozono, neste período, o Índice Qualar para ozono situou-se na classe do Bom e Muito Bom.

### **- Dióxido de Azoto (NO<sub>2</sub>)**

A variação horária da concentração de ozono obtida nas EMQA de Fornelo do Monte e do IPV para o período compreendido entre 14/04/2022 a 14/05/22 é apresentada na Figura 41.

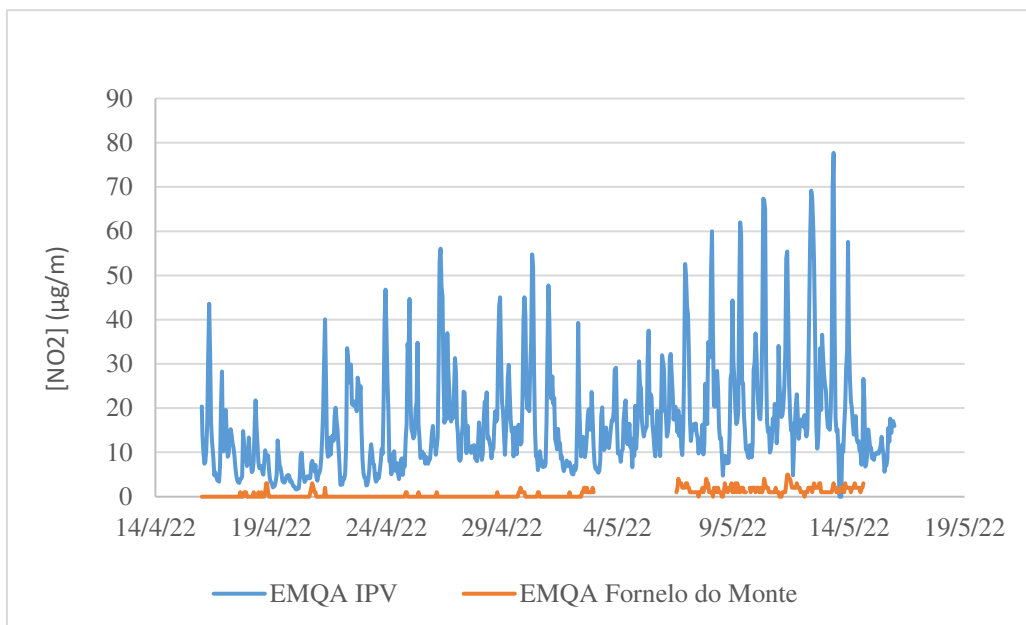


Figura 41 - Variação média diária da concentração de NO<sub>2</sub> obtida pelas EMQA de Fornelo do Monte e do IPV no período compreendido entre 14/04/2022 a 14/05/2022

A variação da concentração média horária de dióxido de azoto obtida nas EMQA de Fornelo do Monte e do IPV para o período compreendido entre 14/04/2022 a 14/05/22 é apresentada na Figura 42.

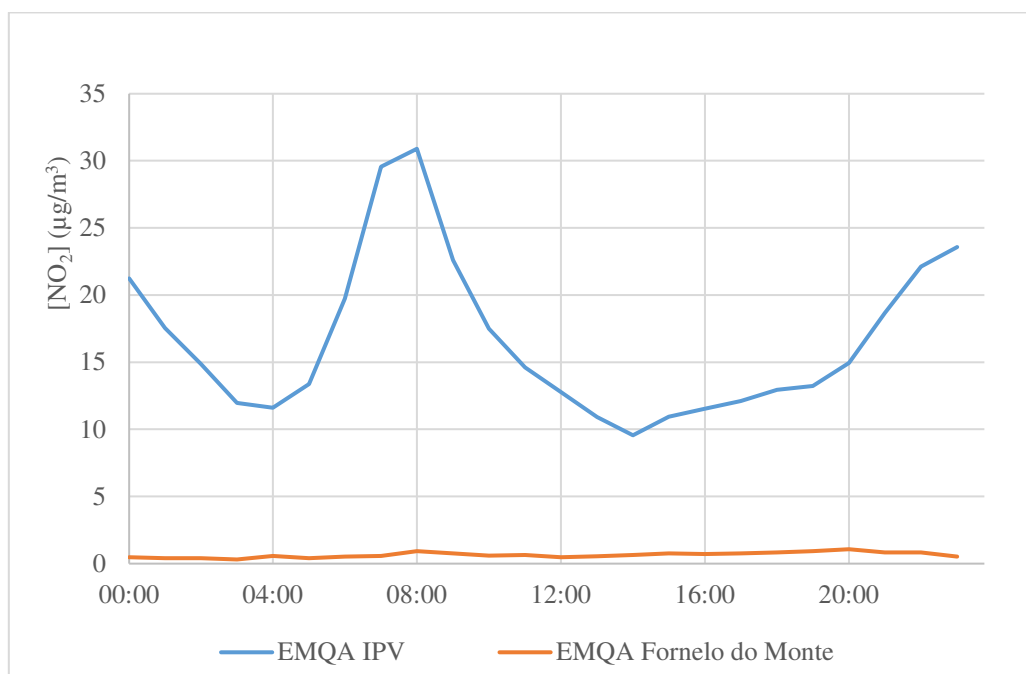


Figura 42 - Variação da concentração horária de NO<sub>2</sub> obtida pelas EMQA de Fornelo do Monte e do IPV no período compreendido entre 14/04/2022 a 14/05/2022

### **Análise comparativa:**

No que diz respeito ao poluente NO<sub>2</sub>, é a estação do IPV que obtém valores superiores, comparativamente à estação de Fornelo do Monte, dada a sua proximidade com o tráfego rodoviário existente na cidade de Viseu, sendo notória a relação entre as concentrações de NO<sub>2</sub> e as variações do tráfego rodoviário.

Em Fornelo do Monte os valores são mínimos, quando comparados com os obtidos na EMQA do IPV, podendo-se considerar que o Índice Qualar do dióxido de azoto situou-se em todo o período da campanha na classe Muito Bom. Em Viseu podemos considerar que o Índice Qualar para o dióxido de azoto situou-se na classe Muito Bom.

### **- Partículas (PM10)**

A variação horária da concentração de PM10 obtida nas EMQA de Fornelo do Monte e do IPV para o período compreendido entre 14/04/2022 a 14/05/2022 é apresentada na Figura 43.

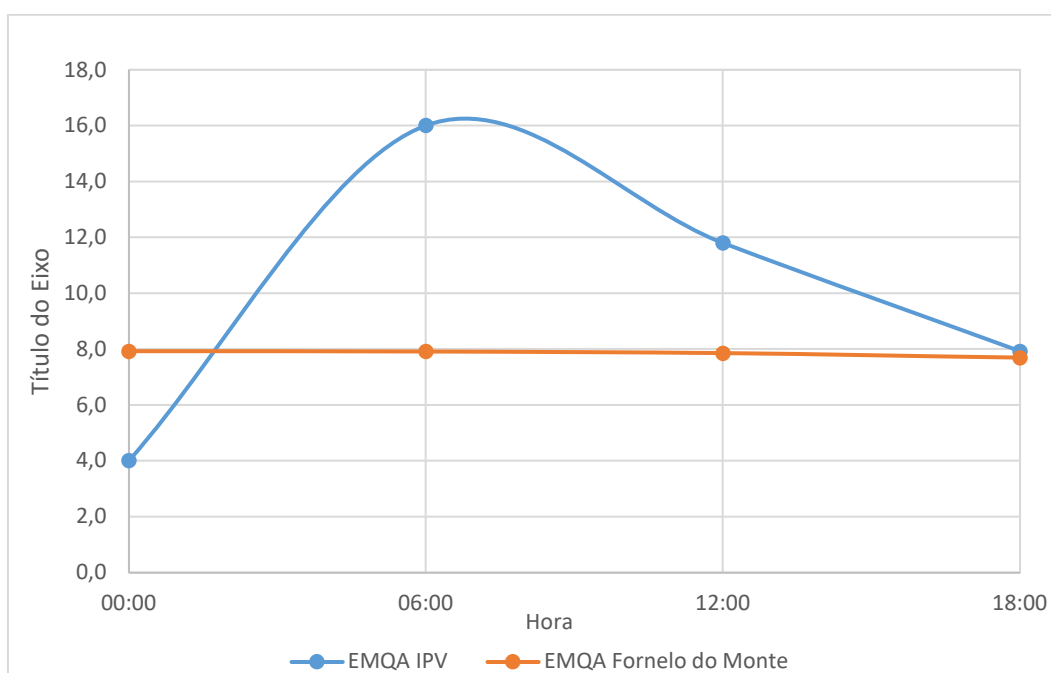


Figura 43 - Variação da concentração média horária de PM10 obtida pelas EMQA de Fornelo do Monte e do IPV no período compreendido entre 14/04/2022 a 14/05/2022.

A variação da concentração média diária de PM10 obtida nas EMQA de Fornelo do Monte e do IPV para o período compreendido entre 14/04/2022 a 14/05/2022 encontra-se apresentada na Figura 44.

De realçar que no período de 02/05/2022 a 11/05/2022, não se obteve resultados através da EMQA do IPV, verificando-se uma lacuna de dados relativos às PM10 neste período.

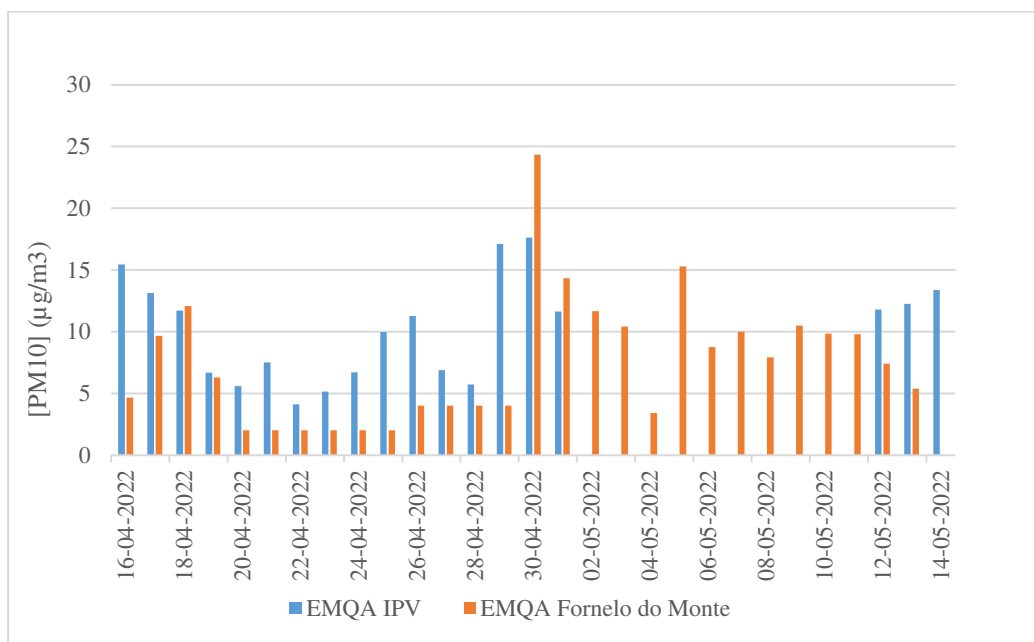


Figura 44 - Variação da concentração média diária de PM10 obtida nas EMQA de Fornelo do Monte e do IPV.

### **Análise comparativa**

Relativamente ao poluente PM10, de um modo geral é a estação do IPV que regista valores diários mais elevados para o mesmo período, tendo em consideração a existência de maior tráfego rodoviário e outras fontes de emissão, como a indústria, contudo o valor diário mais elevado é registado na estação de Fornelo do Monte, podendo ter como causa a realização de queima de sobrantes florestais na região.

Verificou-se igualmente que nos meses de abril e maio foram registados na EMQA de Fornelo valores de Índice Qualar nas classes do Fraco e Bom e no caso da EMQA do IPV em Viseu, verificaram-se registos com valores de Índice Qualar nas classes do Bom e Médio.

De realçar que nos dias 01/04/2022 e 11/05/2022, não se obteve resultados através da EMQA do IPV, verificando-se uma lacuna de dados relativos às PM10 nestes dias.

### **5.2.2 Mata do Fontelo**

A campanha realizada na Mata do Fontelo decorreu no período compreendido entre 17/05/2022 a 14/06/22. A EMQA do IPV foi colocada na zona a sudeste do campo de futebol situado na Mata, conforme ponto de amostragem, apresentado na Figura 45.



Figura 45 - Localização do Ponto de Amostragem da EMQA do IPV na Mata do Fontelo

### - Ozono ( $O_3$ )

A variação horária da concentração de ozono obtida nas EMQA de Fornelo do Monte e do IPV para o período compreendido entre 17/05/2022 a 14/06/22 é apresentada na Figura 46. A variação da concentração média horária é apresentada na Figura 47.

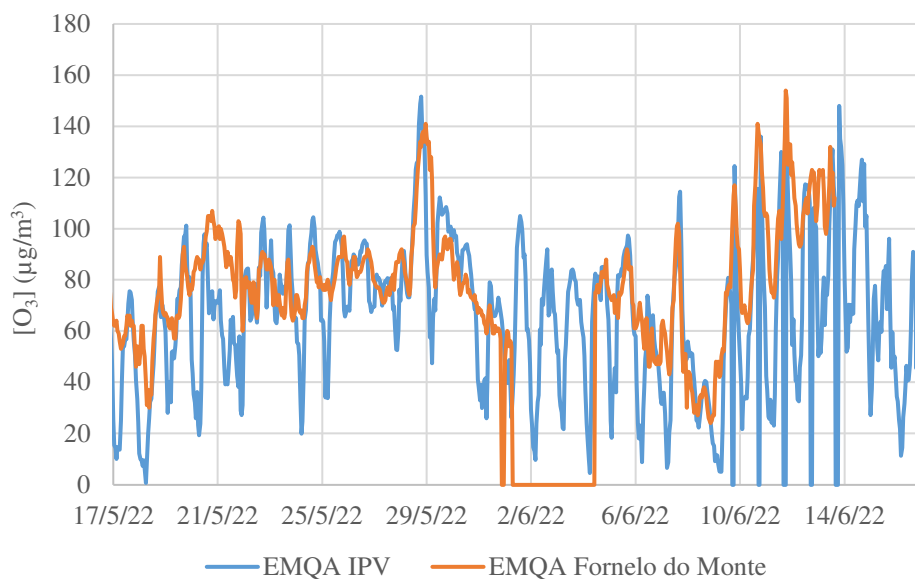


Figura 46 - Variação da concentração de  $O_3$  obtida nas EMQA de Fornelo do Monte e do IPV

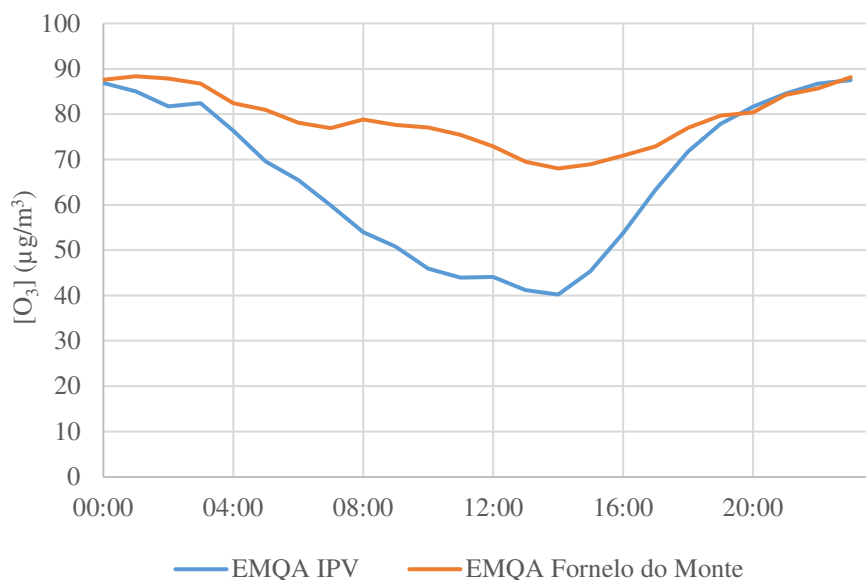


Figura 47 - Variação da concentração média horária de O<sub>3</sub> obtida pelas EMQA de Fornelo do Monte e do IPV no período compreendido entre 17/05/2022 a 14/06/2022

Relativamente à estação de Fornelo do Monte, para o mesmo período, tratando-se de uma estação de fundo, os valores de ozono são superiores quando comparados com os obtidos pela Estação do IPV.

Verifica-se que quando comparamos os valores obtidos por uma EMQA em área rural com uma EMQA em área urbana, os valores de ozono são mais elevados nas áreas rurais, uma vez que nas zonas de maior tráfego, o ozono é destruído mais rapidamente devido às reações com outros poluentes e à movimentação de veículos.

Em Viseu, podemos considerar que, para o poluente ozono, neste período, o Índice Qualar para ozono situou-se na classe do Bom e Muito Bom.

#### - Dióxido de Azoto (NO<sub>2</sub>)

A variação horária da concentração de dióxido de azoto obtida nas EMQA de Fornelo do Monte e do IPV para o período compreendido entre 17/05/2022 a 14/06/22 é apresentada na Figura 48. A variação da concentração média horária é apresentada na Figura 49.

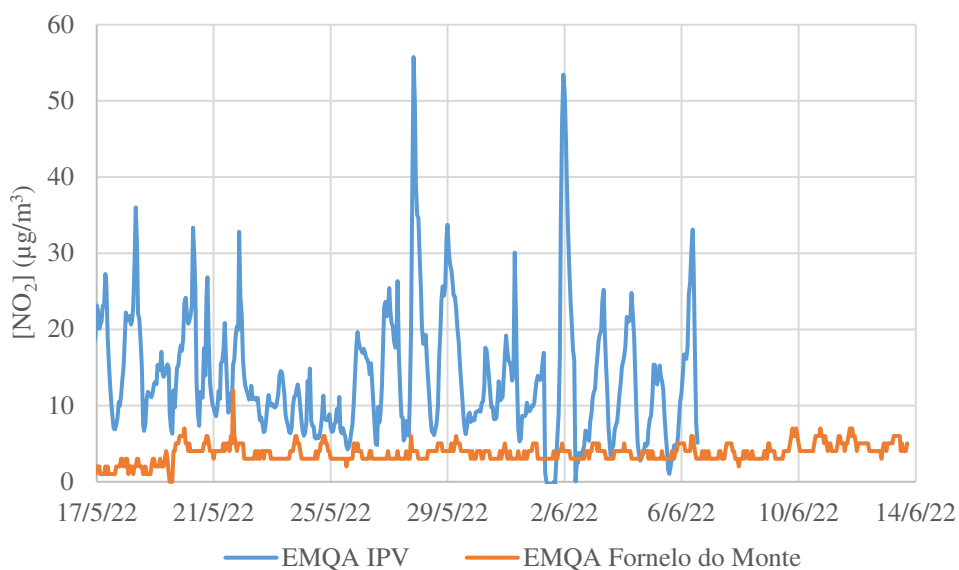


Figura 48 - Variação da concentração de NO<sub>2</sub> obtida nas EMQAr de Fornelo do Monte e do IPV

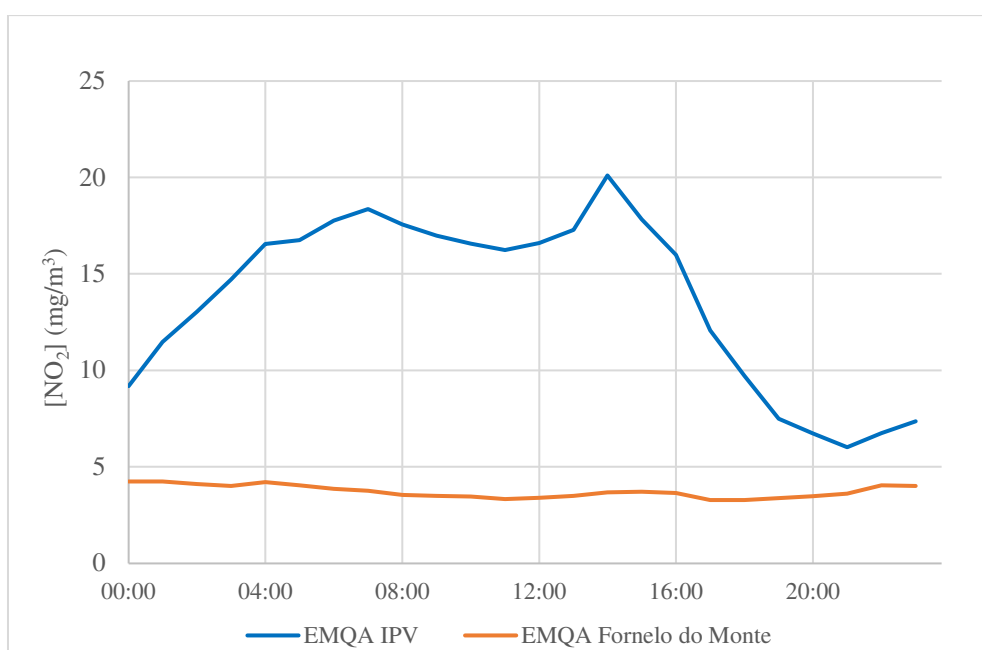


Figura 49 - Variação da concentração média horária de NO<sub>2</sub> obtida pelas EMQA de Fornelo do Monte e do IPV no período compreendido entre 17/05/2022 a 14/06/2022.

No que diz respeito ao poluente NO<sub>2</sub>, é a EMQA do IPV que obtém valores superiores, comparativamente à EMQA de Fornelo do Monte, dada a sua proximidade com o tráfego automóvel existente na cidade de Viseu.

Em Fornelo do Monte os valores são mais baixos, devido ao facto de estarmos perante uma estação de fundo, em área rural, com níveis de tráfego rodoviário muito baixos. O índice Qualar do dióxido de azoto situou-se em todo o período da campanha na classe do

Muito Bom. Em Viseu podemos considerar que o Índice Qualar para o dióxido de azoto situou-se nas classes do Bom e Muito Bom.

### - Partículas (PM10)

A variação horária da concentração de PM10 obtida nas EMQA de Fornelo do Monte e do IPV para o período compreendido entre 17/05/2022 a 14/06/22 é apresentada na Figura 50.

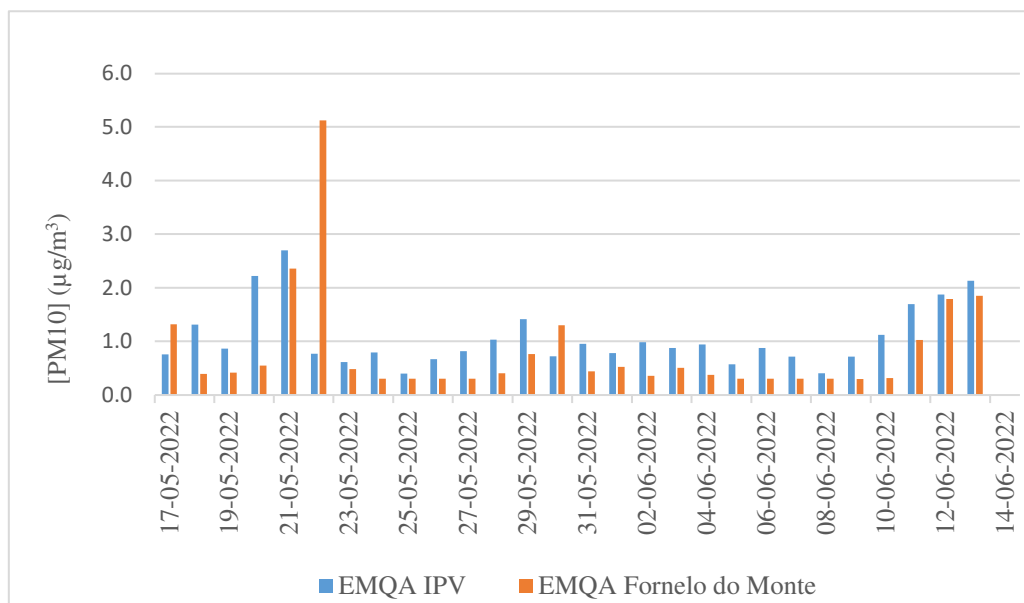


Figura 50 - Variação da concentração média diária de PM10 obtida nas EMQA de Fornelo do Monte e do IPV.

Relativamente ao poluente PM10, de um modo geral é a estação do IPV que regista valores diários mais elevados para o mesmo período, tendo em consideração a existência de maior tráfego rodoviário, contudo o valor diário mais elevado é registado na estação de Fornelo do Monte, podendo ter como causa a realização de queima de sobranes na região, ou fontes naturais, como os incêndios florestais.

### 5.2.3 Parque Urbano de Santiago

A campanha realizada no Parque Urbano de Santiago decorreu no período compreendido entre 17/06/2022 a 14/07/22. A EMQA do IPV foi colocada junto à entrada pedonal situada no lado nascente do parque, conforme apresentado na Figura 51.



Figura 51 - Ponto de Amostragem EMQA do IPV no Parque Urbano de Santiago

### - Ozono (O<sub>3</sub>)

A variação horária da concentração de dióxido de azoto obtida nas EMQA de Fornelo do Monte e do IPV para o período compreendido entre 17/06/2022 a 14/07/22 é apresentada na Figura 52. A variação da concentração média horária é apresentada na Figura 53.

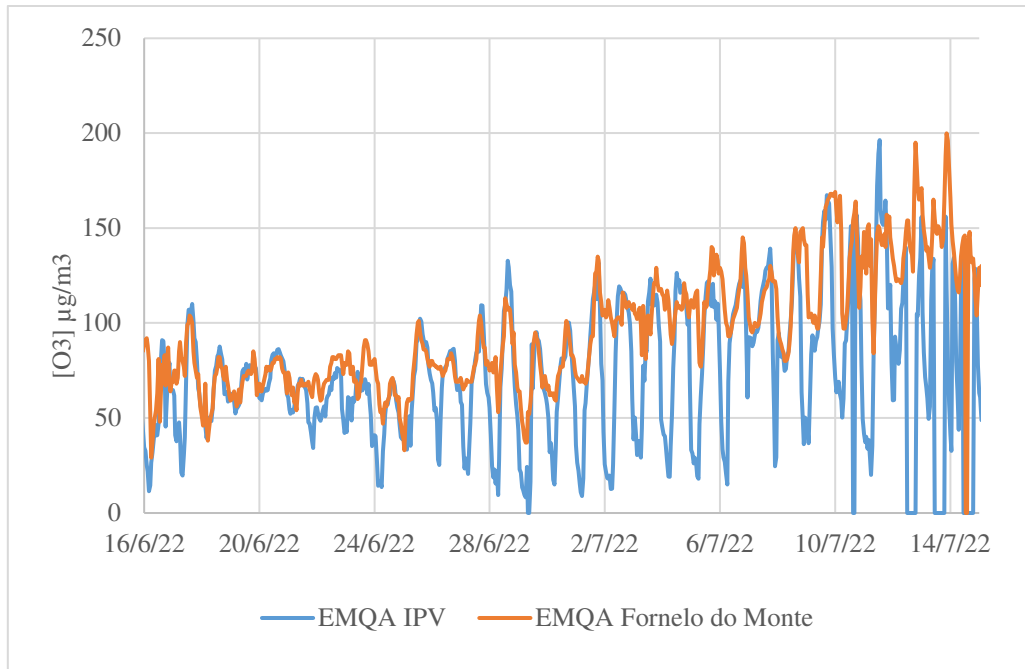


Figura 52 - Variação da concentração de O<sub>3</sub> obtida nas EMQA de Fornelo do Monte e do IPV

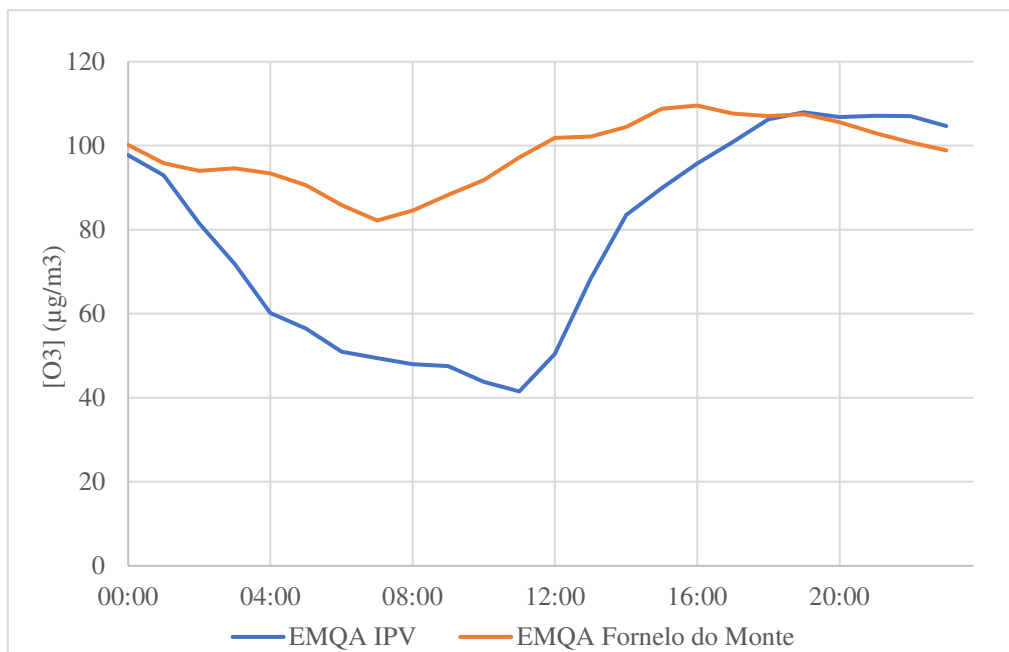


Figura 53 - Variação da concentração média horária de O<sub>3</sub> obtida pelas EMQA de Furnelo do Monte e do IPV no período compreendido entre 17/06/2022 a 14/07/2022.

### - Partículas (PM10)

A variação horária da concentração de PM10 obtida nas EMQA de Furnelo do Monte e do IPV para o período compreendido entre 17/06/2022 a 14/07/22 é apresentada na Figura 54.

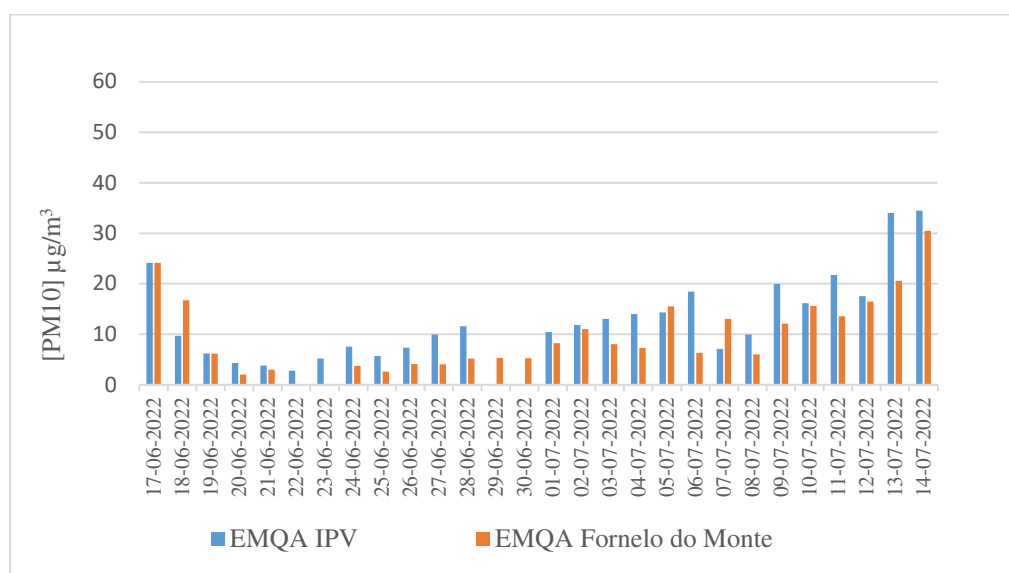


Figura 54 - Variação da concentração de PM10 obtida nas EMQA de Furnelo do Monte e do IPV no período compreendido entre 17/06/2022 a 14/07/2022

Relativamente ao poluente PM10, é a estação do IPV que regista valores diários mais elevados para o mesmo período, tendo em consideração a existência de maior tráfego rodoviário. Na estação de Fornelo do Monte, verifica-se que, em certos dias, os valores são equiparados à EMQA do IPV, podendo ter como causa a ocorrência de incêndios florestais, bem como condições climatéricas com dispersão de partículas.

Verificou-se igualmente, que no período em estudo, foram registados nas EMQA de Fornelo e do IPV valores de Índice Qualar nas classes do Bom e Muito Bom.

### 5.3 Dados de qualidade do ar com base na EMQA do Município de Viseu

#### - Ozono (O<sub>3</sub>)

Relativamente aos dados da EMQA do Município de Viseu, foi possível obter dados do poluente ozono no período de 18/11/2022 a 29/11/2022, aquando da realização da interligação dos dados obtidos pela estação com o computador existente no seu interior.

A variação horária da concentração de ozono obtida pelas EMQA do Município de Viseu, no referido período, encontra-se demonstrada através da Figura 55.

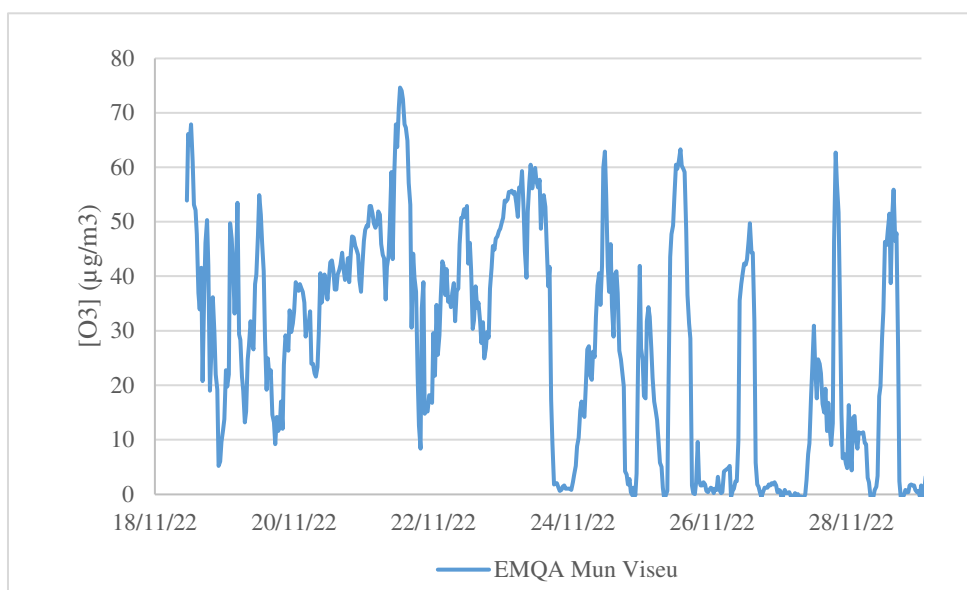


Figura 55 - Variação horária da concentração de O<sub>3</sub> obtida pelas EMQA do Município de Viseu no período compreendido entre 18/11/2022 a 29/11/2022

A variação da concentração média horária de ozono, obtida nas EMQA do Município de Viseu, para o período compreendido entre 18/11/2022 a 29/11/22 é apresentada na Figura 56.

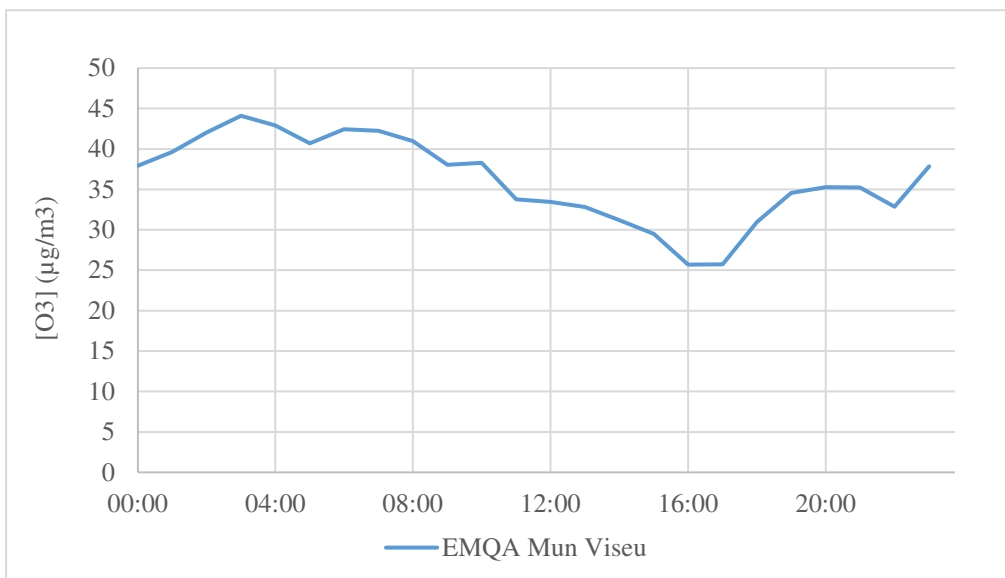


Figura 56 - Variação da concentração média horária de O<sub>3</sub> obtida pela EMQA do Município de Viseu no período compreendido entre 18/11/2022 a 29/11/2022

Analisando o perfil horário do ozono, verifica-se que é no período noturno que se atingem os valores mais altos. No período das 8h00 às 16h00, na EMQA do Município de Viseu há uma diminuição de valores de ozono, muito devido à influência do tráfego automóvel existente na envolvente à EMQA.

Na cidade de Viseu, relativamente ao poluente ozono, no período de 18/11/2022 a 29/11/2022, o Índice Qualar situou-se na classe de Muito Bom.

### 5.3.1 Dados estatísticos do O<sub>3</sub> obtidos através da EMQA do Município de Viseu de 18/11/2022 a 29/11/2022.

Na Tabela 17 são apresentados os dados estatísticos relativos ao O<sub>3</sub> no período de 18/11/2022 a 29/11/2022 e medidos na EMQA do Município de Viseu.

Tabela 17: Valores de ozono obtidos pela EMQA do Município de Viseu no período de 18/11/2022 a 29/11/2022

EMQA Município de Viseu		
Dados Estatísticos		
Parâmetro	Valor Anual (base horária)	Valor Anual (base diária)
Eficiência (%)	3%	3%
Dados Validados (n.º)	288	12
Média (µg/m <sup>3</sup> )	36	36
Máximo (µg/m <sup>3</sup> )	75	54

### Proteção da Saúde Humana: Base Horária

Decreto-Lei n.º 102/2010, de 23 de setembro (Diretiva 2008/50/CE)

Designação:	Valor	N.º Excedências
	( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	
Límiar de Alerta à população	240	0
Límiar de informação à população	180	0

### Proteção da Saúde Humana: Base Octo-Horária

Decreto-Lei n.º 102/2010, de 23 de setembro (Diretiva 2008/50/CE)

Designação:	Valor	N.º de Excedências	N.º Excedências
	( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Permitidas	
Valor-Alvo	120	25 (b)	0 (c)

(b) A não exceder mais de 25 dias por ano;

(c) Número de dias do ano em que se verificaram uma ou mais excedências ao valor de  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Analisando os valores de ozono obtidos pela EMQA do Município de Viseu, verifica-se que não existiram excedências segundo a legislação, durante o período de 18/11/2022 a 29/11/2022, isto é, não foram observados valores de ozono que justificassem o alerta à população.

## 6. DISCUSSÃO/ CONCLUSÃO

Relativamente aos valores obtidos através das EMQA de Fornelo do Monte durante os anos de 2019, 2020 e 2021, verifica-se que neste período não foram observados valores de dióxido de azoto e valores de PM10 acima do valor limite legislado para a proteção da saúde humana.

Já relativamente ao poluente ozono, não foram observados valores de ozono que justificassem o alerta à população, contudo, em 2020 e 2021 foram verificadas excedências de ozono, com necessidade de informação à população.

No que diz respeito aos valores obtidos pela EMQA do IPV durante os anos 2019, 2020 e 2021, também se verifica que neste período não foram observados valores de dióxido de azoto e valores de PM10 acima do valor limite legislado para a proteção da saúde humana.

Relativamente ao ozono também não foram observados valores de ozono que justificassem o alerta à população, contudo no ano de 2020, foi verificada uma excedência de ozono com necessidade de informação à população.

Das medições realizadas no Parque Aquilino Ribeiro, Mata do Fontelo e Parque de Santiago, durante o período de 14/05/2022 a 14/07/2022, verificou-se um Índice de Qualidade do Ar na classe do Médio para o ozono e na classe do Bom e Muito Bom para o dióxido de azoto e PM10.

Da análise os valores apresentados pela EMQA do Município de Viseu verifica-se que, no que diz respeito ao poluente ozono, no período de 18/11/2022 a 29/11/2022, o Índice Qualar situou-se na classe de Muito Bom.

Os resultados apresentados anteriormente revelam que nos parques urbanos de Viseu é possível fazer exercício físico com boa qualidade do ar.

O nosso corpo encontra-se exposto com muita frequência aos poluentes ozono, monóxido de carbono, material particulado, óxido nitroso, compostos orgânicos voláteis e enxofre, sobretudo junto às vias de circulação automóvel.

O facto de os parques urbanos serem espaços, na sua maioria, com muitas árvores, estas não absorvem este tipo de poluentes, mas conseguem formar uma barreira natural contra o avanço da poluição formada nestas vias, quer ao nível da poluição do ar, quer ao nível da poluição sonora. Apresentam outra característica, a de aumentarem a humidade no espaço envolvente, permitindo, assim, uma melhoria da qualidade do ar.

Nas zonas rurais, verificou-se uma exposição maior ao poluente ozono.

Outra fonte poluente existente na cidade de Viseu é através da fonte pontual proveniente da combustão doméstica. Nos meses mais frios, a utilização de aparelhos de combustão para aquecimento, como por exemplo as lareiras, na ausência de vento na atmosfera, acabam por provocar picos de poluição no ar durante a noite, conforme Figura 57.

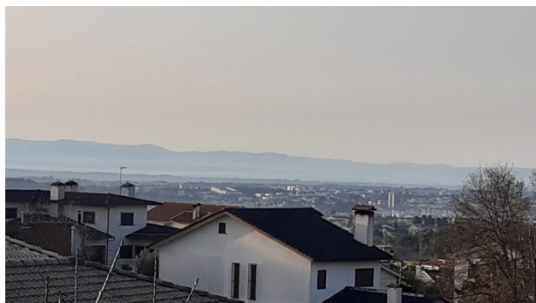


Figura 57 - Camada poluente na cidade de Viseu a 31/01/2022

Esta realidade é muito comum na região centro, dada a quantidade elevada de edifícios familiares aquecidos por este tipo de aparelhos.

O papel dos Municípios nesta matéria é essencial, através da promoção da melhoria da eficiência energética, aquando de novos projetos, bem como através de informação e aconselhamento aos cidadãos.

É importante que todos conheçam a qualidade do ar que se respira e os dados relacionados sobretudo com a saúde humana. Este conhecimento por parte da população pode permitir a adoção de comportamentos individuais e coletivos que minimizem a exposição acima dos níveis de qualidade do ar recomendáveis, contribuindo para a proteção pessoal da saúde de cada um de nós.

Atualmente, já existem ferramentas à disposição das pessoas que permitem obter informações sobre a qualidade do ar nos últimos dois dias e uma previsão de 24 horas, juntamente com recomendações baseadas na saúde para exposição a curto prazo à poluição atmosférica e temos vindo a evoluir muito nesta matéria.

Sabemos o que fazer no nosso dia a dia para diminuir as emissões de poluentes para a atmosfera, nomeadamente o uso de transportes coletivos, fazer as pequenas deslocações a pé ou de bicicleta, apostar na mobilidade partilhada, e temos vindo a assistir cada vez mais à promoção de políticas muito focadas em medidas de minimização dos impactes existentes, por parte das principais fontes poluentes, contudo apesar desta informação e vontade de querer mudar, a maior parte da população continua a descurar esta problemática, com comportamentos incorretos e a ação governativa ainda está muito aquém da necessária.

Penso que a contínua monitorização, obtenção de dados, aliada a medidas concretas regulamentadas e partilhadas com a população, poderá no futuro permitir ter cidadãos e decisores mais informados e ativos na promoção da qualidade do ar.

No seguimento das ações realizadas com o objetivo de operacionalizar a EMQAR do Município de Viseu, constante em anexo, e na eventualidade do Município de Viseu optar pela continuidade da manutenção da sua EMQA, a estratégia poderá passar pela instalação de um equipamento mais recente no que diz respeito à monitorização das PM10, com eventual apoio e gestão em colaboração com a Comissão de Coordenação e Desenvolvimento da Região Centro.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agência Europeia do Ambiente, 2021. Legislação relativa à qualidade do ar na Europa  
URL: <http://www.eea.europa.eu/pt/sinais-da-aea/sinais-2013/artigos/legislacao-relativa-a-qualidade-do>
- Agência Europeia do Ambiente, 2021  
URL:<http://www.eea.europa.eu/pt/highlights/novo-visualizador-da-qualidade-do>)
- Agência Europeia do Ambiente, 2023  
URL:<https://www.eea.europa.eu/themes/air/country-fact-sheets/2021-country-fact-sheets/portugal>
- Agência Portuguesa do Ambiente, 2021. Por um país com bom ar.  
URL: <http://por1bom-ar.apambiente.pt>
- Agência Portuguesa do Ambiente, 2021. QualAr - Base de Dados Online sobre a Qualidade do ar.  
URL: <http://qualar.apambiente.pt>
- Agência Portuguesa do Ambiente, 2021. Qualidade do ar  
URL: <http://www.apambiente.pt/ar-e-ruído/controlo-e-garantia-de-qualidade>
- Agência Portuguesa do Ambiente, 2021. Qualidade do ar  
URL: [www.apambiente.pt/ar-e-ruído/planos-de-qualidade-do-ar](http://www.apambiente.pt/ar-e-ruído/planos-de-qualidade-do-ar)
- Agência Portuguesa do Ambiente, 2021. Qualidade do ar  
URL: <http://www.apambiente.pt/ar-e-ruído/qualidade-do-ar>
- Agência Portuguesa do Ambiente, 2021. Qualidade do ar  
URL: <http://www.apambiente.pt/ar-e-ruído/redes-de-medicao>
- Air for life: (File:///C:/Users/Utilizador/Downloads/Clean-air-for-life\_eng.pdf)
- Avaliação preliminar da qualidade do ar em Portugal - SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, PM<sub>10</sub> e Pb, 2002
- CCDR-Centro, 2021. Relatório da qualidade do ar na região centro 2017.  
[index.php](http://www.ccdrc.pt/index.php) (ccdrc.pt)

- CCDR-Alentejo, 2021.  
URL: (<http://www.ccdr-a.gov.pt/situacoes-criticas-de-poluicao-atmosferica-que-obrigam-a-informacao-imediata-da-populacao/>)
- Comissão Europeia- panorama relativa à qualidade do ar.  
URL: [http://ec.europa.eu/environment/air/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/environment/air/index_en.htm)
- Decreto-Lei n.º 102/2010, de 23 de setembro
- Distribuição Espacial de Emissões Nacionais (2015, 2017 e 2019) | Agência Portuguesa do Ambiente ([apambiente.pt](http://apambiente.pt)),
- EUR-Lex([europa.eu](http://europa.eu)),2021  
URL: <http://eur-lex.europa.eu/legalcontent/PT/TXT/?uri=CELEX:32008L0050>
- Home - Eurostat ([europa.eu](http://europa.eu)), 2021
- IMPA,2023. Normal climatológica – Viseu 1981-2010  
URL: [www.ipma.pt/bin/file.data/climate-normal/cn\\_81-10\\_VISEU\\_CC.pdf](http://www.ipma.pt/bin/file.data/climate-normal/cn_81-10_VISEU_CC.pdf)
- Krupa, S., Manning, W. Atmospheric ozone: Formation and effects on vegetation. *Environmental Pollution, Volume 50, Issue 1-2, Pages 101-137* (1988)
- Município de Águeda  
URL: <https://www.cm-agueada.pt/viver/ambiente-e-sustentabilidade/ambiente/ar-e-ruído>
- Município de Lisboa  
URL:<https://www.lisboa.pt/atualidade/noticias/detalhe/rede-de-sensores-monitoriza-a-qualidade-do-ar-niveis-de-ruído-e-transito>
- Operation Manual Ambient O3 Monitor, APOA-360, HORIBA, Ltd., 2002
- Operation Manual Ambient NOx Monitor, APOA-360, HORIBA, Ltd., 2002
- Qualar, 2021  
URL: [http://qualar.apambiente.pt/node/relatorios\\_tecnicos](http://qualar.apambiente.pt/node/relatorios_tecnicos). Clean
- Qualidade do ar na Europa – Relatório EEA, 2021.  
URL: <http://noctula.pt/qualidade-do-ar-na-europa-relatorio-eea-2017/>
- Relatório sobre as emissões de poluentes atmosféricos por Concelho - 2015, 2017 e 2019

URL:<http://apambiente.pt/clima/distribuicao-espacial-de-emissoes-nacionais-2015-2017-e-2019>.

- SNIG | SNIG ([dgterritorio.gov.pt](http://dgterritorio.gov.pt)),

- Universidade de Aveiro, 2023

URL: <http://previsao-qar.web.ua.pt/>

- Viseu Investe, 2022.

URL:[www.cm-viseu.pt/fotos/editor2/dossier\\_do\\_investidor\\_2022\\_25\\_08.pdf](http://www.cm-viseu.pt/fotos/editor2/dossier_do_investidor_2022_25_08.pdf)

- World Health Organization, 2022

URL: [www.who.int/health-topics/air-pollution#tab=tab\\_1](http://www.who.int/health-topics/air-pollution#tab=tab_1)

## **ANEXO I**

## Operacionalização da Estação de Monitorização da Qualidade do Ar do Município de Viseu

A EMQA do Município de Viseu foi instalada no âmbito do Programa Polis, em maio de 2009 e encontra-se localizada junto ao Centro de Monitorização e Interpretação Ambiental de Viseu (CMIA), conforme Figura 58.



Figura 58 - Localização da EMQA do Município de Viseu

A Estação de Monitorização da Qualidade do Ar do Município de Viseu (Figura 59), encontra-se instalada num contentor de grandes dimensões, onde se encontram os equipamentos e vários instrumentos necessários à monitorização dos poluentes. É este conjunto de analisadores que medem em contínuo e de forma automática os poluentes existentes na atmosfera, nomeadamente o ozono, dióxido de azoto e partículas PM10. É uma estação fixa que requer uma manutenção e processos de calibração constantes, havendo necessidade de serem realizadas por pessoas devidamente qualificadas para este efeito.



Figura 59 - Exterior da EMQA do Município de Viseu localizada no Centro de Monitorização e Interpretação Ambiental de Viseu

A vantagem desta estação, quando comparada com as estações portáteis, é que os métodos usados são muito mais precisos e seletivos na medição dos diversos poluentes

A EMQA do Município de Viseu foi instalada no ano de 2009 e funcionou no período compreendido entre 2009 e 2015.

Devido ao facto da EMQA requerer uma manutenção e processos de calibração constantes, havendo necessidade de serem realizadas por pessoas devidamente qualificadas para este efeito a mesma foi desligada.

No âmbito da dissertação um dos objetivos foi a operacionalização da EMQA. Desta forma, foram realizadas diversas intervenções com o objetivo de avaliar o seu estado atual e identificar o que será necessário adquirir para a poder operacionalizar.

### **Primeira fase: Limpeza exterior e interior da Estação**

Em virtude da estação se encontrar fora de uso desde o ano de 2015, houve necessidade de se proceder à limpeza do espaço exterior e interior da mesma.

Para este efeito o Município através da Equipa de Ambiente e Salubridade da UO-Ambiente realizou a limpeza da vegetação espontânea existente no exterior e interior da estação, conforme Figura 60.



Figura 60 - Limpeza da zona exterior e interior da EMQA do Município de Viseu

Foi também solicitado apoio dos colegas da UO-Espaços Verdes para que, através da empresa prestadora de serviços Ideia Verde, se realizasse o corte de ramos de uma árvore que se encontravam por cima da estação, conforme Figura 61.



Figura 61 - Corte de ramos de uma árvore

### **Segunda fase: Colocar em funcionamento o ar condicionado**

A verificação do estado de funcionamento da UPS e ar condicionado existentes nas instalações da estação, foi realizada pelos eletricitas do Município de Viseu, com o apoio de técnicos de uma empresa prestadora de serviços nesta área ao Município, conforme Figura 62 e Figura 63.



Figura 63 - Manutenção exterior do sistema de ar condicionado

Dada a existência de humidade na área envolvente à estação, junto ao rio Pavia, era fundamental ter o sistema de ar condicionado a funcionar na estação. Após o início de funcionamento do ar condicionado, a estação ficou com uma temperatura de 24.°C no seu interior, conforme Figura 64.



Figura 62 - Verificação do estado da UPS



Figura 64 - Sistema de ar condicionado existente no interior da EMQA

### **Terceira fase: Verificação e calibração dos equipamentos.**

A operacionalização da estação implicou a realização de um conjunto de ações, nomeadamente de limpeza de componentes, verificações e calibração dos equipamentos existentes, conforme Figura 65.

Estas ações foram realizadas e acompanhadas pelo Departamento de Ambiente da Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Viseu (ESTGV) do IPV, tendo-se conseguido operacionalizar os equipamentos de medição do ozono e do dióxido de azoto.

Relativamente ao equipamento de medição de partículas, foi verificado que o mesmo encontrava-se inoperacional, não tendo sido possível realizar a sua reabilitação.



Figura 65 - Manutenção e calibração dos analisadores e equipamentos existentes no interior e exterior da EMQA.

#### **Quarta fase: Colocação do computador com programação HORIBA**

A Divisão de Informática da Câmara Municipal de Viseu disponibilizou um computador para que pudesse permanecer dentro das instalações da EMQA do Município de Viseu, com o programa da HORIBA instalado, tendo sido fornecido a título gratuito pela empresa BHB- Sistemas de Controlo e Medida, conforme visualizado na Figura 66.

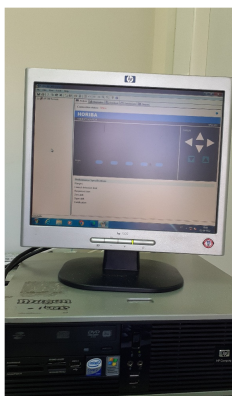


Figura 66 - Colocação de computador com o programa da Horiba

### Quinta fase: Apoio técnico da BHB

Para efeitos de interligação de dados medidos pela estação, o Município de Viseu adjudicou a prestação de serviço à empresa BHB- Sistemas de Controlo e Medida, empresa de engenharia, que esteve na montagem da estação em 2015, para que, presencialmente, pudessem realizar um diagnóstico atual da mesma.

No dia 18/11/2022 conseguiu-se realizar a interligação dos dados obtidos pela estação com o computador existente para os poluentes ozono e dióxido de azoto, conforme Figura 67.



Figura 67 - Analisadores de NO<sub>2</sub> e de O<sub>3</sub>

Relativamente ao equipamento de medição das PM<sub>10</sub>, visualizado na Figura 68, dada a sua descontinuidade, a BHB sugeriu que a Câmara Municipal de Viseu investisse no futuro em modelos mais recentes.



Figura 68 - Analisador de PM<sub>10</sub>

## **ANEXO II**

## **Realização de Ações de Sensibilização a Alunos da Escola Secundária Alves Martins**

No período da campanha realizada no Parque Aquilino Ribeiro, dada a proximidade com a Escola Secundária Alves Martins, foram promovidas três sessões de ação de sensibilização aos alunos de três turmas do 10.º ano de escolaridade, acerca da temática da qualidade do ar, tendo os alunos participado e demonstrado interesse pelo funcionamento da estação.

Foram transmitidas informações acerca da app Qualar, origem e formação de diversos poluentes, bem como os impactes da poluição atmosférica.

Um exemplo de uma sessão de sensibilização junto à EMQA do IPV, encontra-se demonstrada na Figura 69.



Figura 69 - Sessão de sensibilização realizada aos alunos do 10.º Ano da ES Alves Martins

