

RELATÓRIO DE QUALIDADE DO AR AMBIENTE PICO DO BUXO FUNCHAL

Região Autónoma da Madeira



Ficha Técnica

Título do Documento: Relatório de Qualidade do Ar Ambiente no Pico do Buxo, Funchal

Elaboração: Valter Miranda - Engenheiro do Ambiente, João Pita – Estagiário

Responsabilidade e Entidade Competente:

Direção Regional do Ambiente e Alterações Climáticas

Morada: Rua Dr. Pestana Júnior, n.º 6 – 3.º Dt.º, 9054 – 558 Funchal,

Telefone: 351 291 207350, [Fax] 351 291 229438,

Sítio: <https://www.madeira.gov.pt/draac>,

Endereço eletrónico: draac@madeira.gov.pt

Elaboração: março de 2022

Índice geral

1 - Introdução	4
2 - Poluição Atmosférica	5
3 – Metodologia	6
4 - Análise de resultados	6
4.1 - Monóxido de Carbono (CO)	7
4.2 - Dióxido de azoto (NO ₂)	8
4.4 – Ozono (O ₃)	10
4.5 – Dióxido de Enxofre (SO ₂)	11
5 – Análise meteorológica	13
5.1 – Velocidade do vento	13
5.2 - Direção do vento	14
5.3 – Radiação solar.....	14
5.4 - Humidade relativa.....	15
5.5 - Temperatura	15
6 – Conclusão	16
7 – Bibliografia	16

Índice de Quadros:

Quadro 1 - Monóxido de Carbono (CO)	7
Quadro 2 – Dióxido de azoto (NO ₂).....	8
Quadro 3 - PM ₁₀ : proteção da saúde humana	9
Quadro 4 - Ozono (O ₃)	10
Quadro 5 - Dióxido de enxofre (SO ₂).....	11
Quadro 6 - Dióxido de enxofre (SO ₂).....	12

Índice de figuras:

Figura 1 – Valor máximo diário de CO e respetivo limite diário das médias octo-horárias.	7
Figura 2 – Máximo diário de NO ₂ e respetivo limite horário.	8
Figura 3 - Média de NO ₂ na campanha e respetivo limite anual	8
Figura 4 - Médias diárias de PM ₁₀ e respetivo limite, diário.	9
Figura 5 - Médias de PM ₁₀ e respetivo limite anual	10
Figura 6 – Concentração máxima diária de O ₃ e respetivo valor limite máximo diário das médias octo-horárias	11
Figura 7 – Concentração máxima diária de SO ₂ e respetivos valores limite horário, diário e nível crítico para a proteção da vegetação,	12
Figura 8 – Velocidade média diária do vento.	13
Figura 9 - Predominância do vento entre 1 de janeiro de 2019 e 18 de setembro de 2020.	14
Figura 10 – Radiação solar.....	14
Figura 15 – Humidade relativa.	15
Figura 16 Temperatura entre 1 de janeiro de 2019 e 18 de setembro de 2020	15

1 - Introdução

O presente documento pretende avaliar, os dados obtidos numa campanha de monitorização de qualidade do ar ambiente, realizada no Pico do Buxo, no Funchal, comparando as concentrações aí obtidas com os limites estabelecidos no Decreto-Lei n.º 102/2010, de 23 de setembro, alterado pelo Decreto-Lei n.º 43/2015, de 27 de março, e pelo Decreto-Lei n.º 47/2017, de 10 de maio, que fixou 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. A referida campanha decorreu entre 7 de abril de 2021 e 30 de maio de 2021.

A Rua da Artilharia situada no Pico do Buxo, freguesia de São Martinho, Funchal, recebeu a estação móvel de qualidade do ar para se poderem recolher os dados utilizados neste relatório.

A estação recolheu os dados da monitorização em contínuo dos poluentes atmosféricos:

- Óxidos de azoto (NO₂);
- Monóxido de carbono (CO);
- Partículas atmosféricas (PM₁₀);
- Ozono (O₃);
- Dióxido de Enxofre (SO₂);

Foram também utilizados os dados da monitorização em contínuo dos seguintes parâmetros meteorológicos:

- Velocidade do vento
- Direção do vento
- Radiação solar
- Temperatura
- Humidade relativa

A cada poluente medido, foi efetuado um tratamento estatístico, tendo em vista a análise comparativa com os valores limite estabelecidos na legislação nacional em matéria de qualidade do ar ambiente, Decreto-Lei n.º 102/2010, de 23 de setembro, na sua atual redação (DL).

O DL transpõe para a ordem jurídica interna as seguintes diretivas:

- a) A Diretiva n.º 2008/50/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 21 de maio, relativa à qualidade do ar ambiente e a um ar mais limpo na Europa;
- b) A Diretiva n.º 2004/107/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 15 de dezembro, relativa ao arsénio, ao cádmio, ao mercúrio, ao níquel e aos hidrocarbonetos aromáticos policíclicos no ar ambiente.

2 - Poluição Atmosférica

As grandes concentrações humanas que hoje existem na face da Terra podem ser, em muitos aspetos, comparadas com organismos vivos. Dependem de energia para se manter, metabolizam esta energia para o seu funcionamento e produzem resíduos como consequência dos seus processos vitais. Resíduos sólidos, líquidos e gasosos são produzidos por qualquer um de nós, através dos processos necessários para manutenção de nossas vidas [1].

A poluição atmosférica é gerada por atividades industriais, processos de geração de energia, veículos automóveis, queimadas, entre outras, ações antrópicas. Ela pode ser definida como qualquer forma de matéria ou energia com intensidade, concentração, tempo ou características que possam tornar o ar impróprio, nocivo ou ofensivo à saúde humana, inconveniente ao bem-estar público, danoso aos materiais, à fauna e à flora, ou prejudicial à segurança, ao uso e gozo da propriedade e à qualidade de vida da comunidade. A qualidade do ar é resultado da interação de um conjunto de fatores, entre os quais estão presentes: a concentração das emissões, a topografia e as condições meteorológicas do local, que poderão ser, favoráveis ou não, à dispersão dos poluentes [2].

As emissões causadas por veículos automóveis carregam uma grande variedade de substâncias tóxicas, as quais quando em contato com o sistema respiratório, podem ter os mais diversos efeitos negativos sobre a saúde. Essas emissões, devido ao processo de combustão e queima incompleta do combustível, são compostas de gases como: óxidos de carbono (CO e CO₂), óxidos de nitrogênio (NO_x), hidrocarbonetos (HC), dentre os quais estão alguns considerados cancerígenos, óxidos de enxofre (SO_x), partículas inaláveis (MP₁₀), entre outras substâncias [3].

3 – Metodologia

Foram confrontados os dados obtidos na campanha que ocorreu entre 7 de abril de 2021 e 30 de maio de 2021, com os limites dispostos no DL.



Figura 1 - Localização do Pico do Buxo

4 - Análise de resultados

Para a análise dos resultados foram utilizados os limites definidos no Decreto-Lei n.º 102/2010, de 23 de setembro na sua atual redação, (transpostos em quadros) que foram comparados com as concertações obtidas na campanha.

4.1 - Monóxido de Carbono (CO)

Quadro 1 - Monóxido de Carbono (CO)

CO - Proteção da saúde humana	
Período de referência	Valor limite ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Máximo diário das médias de oito horas (*)	10000

Nota: (*) O valor máximo diário das médias octo-horárias é selecionado com base nas médias obtidas por períodos de oito horas consecutivas, calculadas a partir dos dados horários e atualizadas de hora a hora. Cada média por período de oito horas calculada é atribuída ao dia em que termina; desta forma, o primeiro período de cálculo de um dia tem início às 17 horas do dia anterior e termina à 1 hora do dia em causa; o último período de cálculo de um dia tem início às 16 horas e termina às 24 horas do mesmo dia.

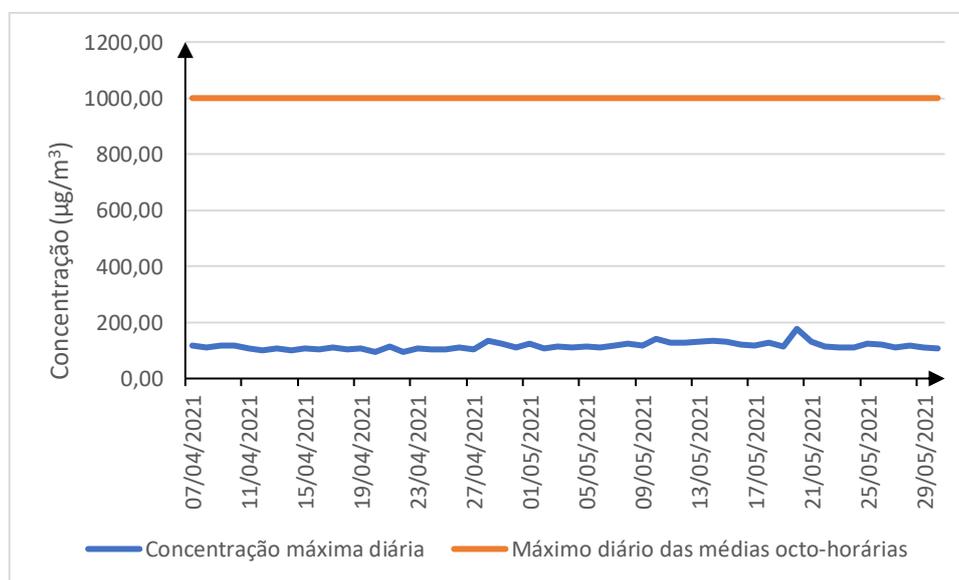


Figura 2 – Valor máximo diário de CO e respetivo limite diário das médias octo-horárias.

A análise do quadro e da figura supra, permite verificar o cumprimento do valor limite diário definido para o poluente CO no período de campanha.

O valor máximo de concentração média diária registou-se no dia 20 de maio, ($177,15 \mu\text{g}/\text{m}^3$) e o valor mais baixo registado ($91,06 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ocorreu no dia 25 de abril.

Verifica-se também que a concentração máxima diária registada é muito inferior ao limite diário das médias octo-horárias.

4.2 - Dióxido de azoto (NO₂)

Quadro 2 – Dióxido de azoto (NO₂)

NO ₂ - Proteção da saúde humana	
Período de referência	Valor limite (µg/m ³)
Uma hora	200 (*)
Ano Civil	40

Nota: (*) a não exceder mais de 18 vezes por ano civil.

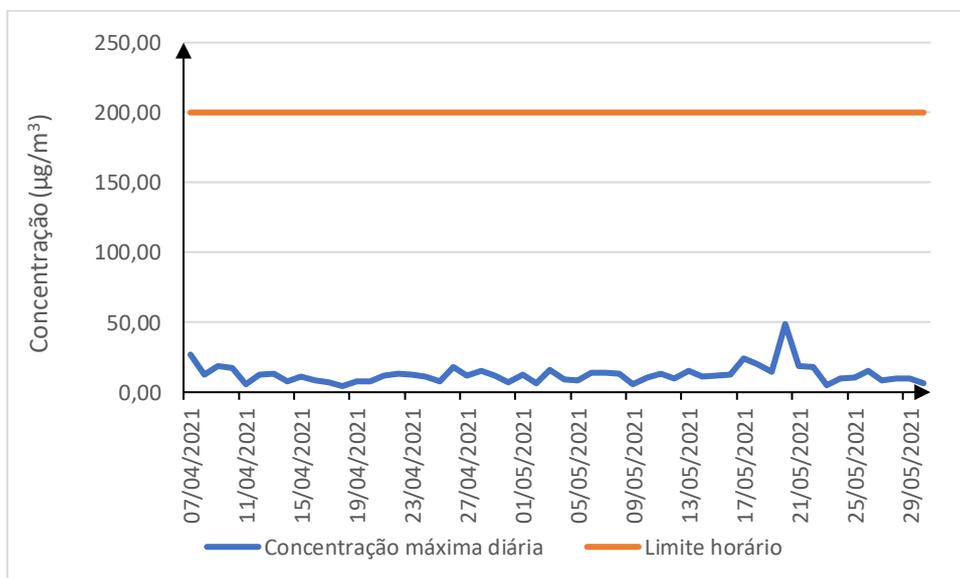


Figura 3 - Máximo diário de NO₂ e respetivo limite horário.

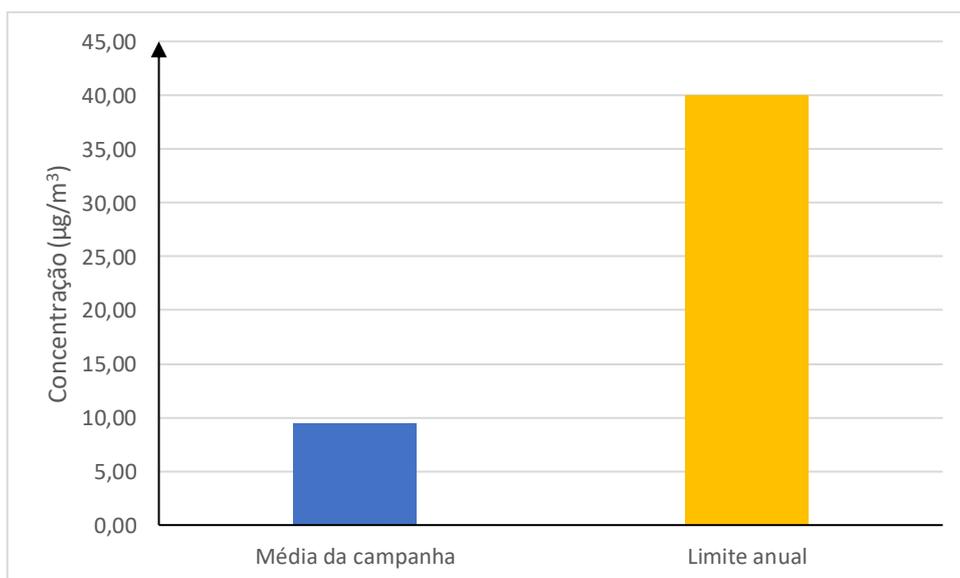


Figura 4 - Média de NO₂ na campanha e respetivo limite anual

Analisadas as figuras 3 e 4 verifica-se que as concentrações máximas diárias registadas nesta campanha encontram-se todas abaixo do limite horário de NO₂ (200 µg/m³). O valor máximo diário mais elevado registou-se no dia 20 de maio tendo sido 48,72 µg/m³. A concentração média deste poluente durante toda a campanha foi de 9,48 µg/m³ abaixo do limite anual (40 µg/m³).

4.3 – Partículas em suspensão (PM₁₀)

Quadro 3 - PM₁₀: proteção da saúde humana

PM ₁₀ - Proteção da saúde humana	
Período de referência	Valor limite (µg/m ³)
1 dia	50 (*)
Ano civil	40

Nota: (*) a não exceder mais de 35 vezes por ano civil.

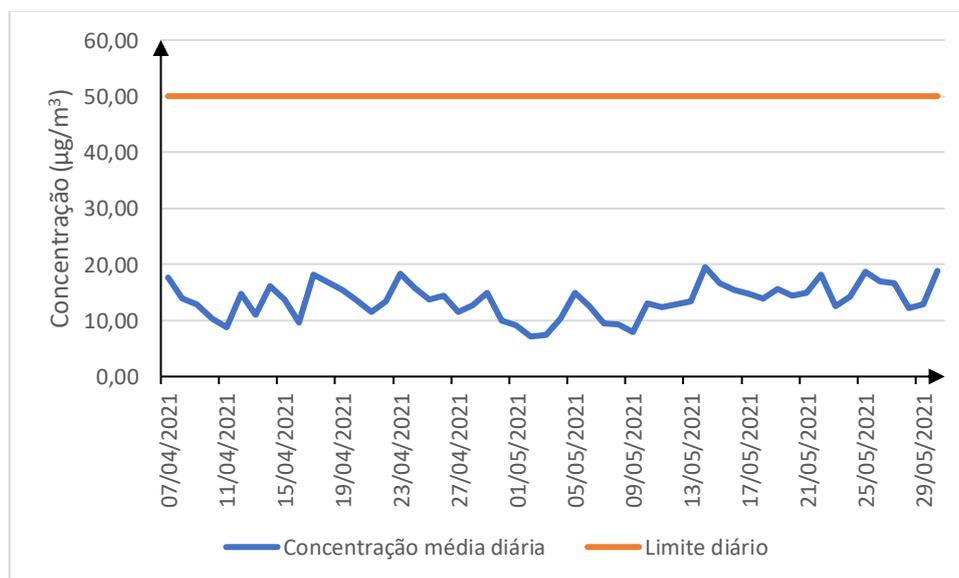


Figura 5 - Médias diárias de PM₁₀ e respetivo limite, diário.

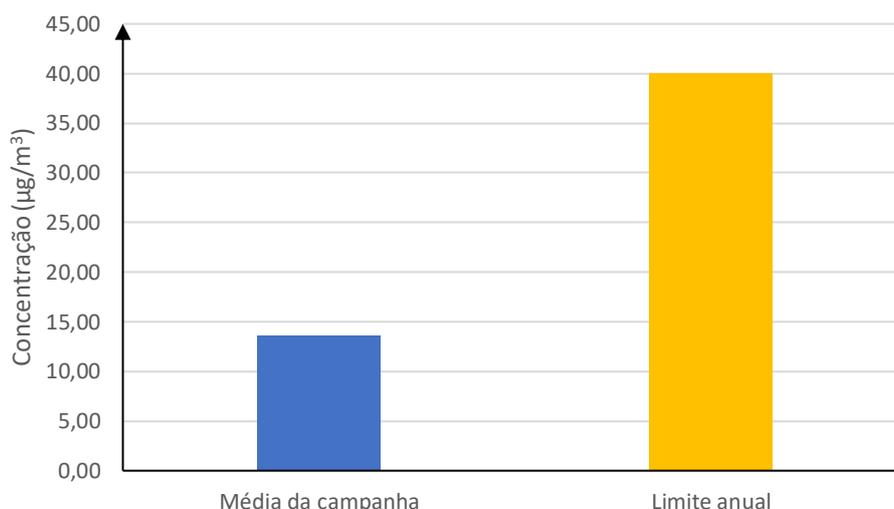


Figura 6 - Médias de PM₁₀ e respetivo limite anual

Analisada a figura 5 não se verificou qualquer ultrapassagem do limite diário (50 µg/m³) de PM₁₀.

De acordo com a figura 6, a concentração média de partículas atmosféricas na campanha foi de 13,62 µg/m³, abaixo do limite anual de 40 µg/m³.

4.4 – Ozono (O₃)

O quadro infra indica os limites e limiares de avaliação para o poluente O₃ tendo em vista a proteção da saúde humana, da vegetação e dos ecossistemas naturais.

Quadro 4 - Ozono (O₃)

Período de referência	O ₃ - Proteção da saúde humana			
	Valor Alvo (µg/m ³)	Obj. Longo prazo (**) (µg/m ³)	Limiar de informação (µg/m ³)	Limiar de alerta (µg/m ³)
Valor máximo diário das médias octo-horárias (*)	120 (i)	120		
Uma hora			180	240 (ii)

Nota: (*) O valor máximo diário das médias octo-horárias é selecionado com base nas médias obtidas por períodos consecutivos de oito horas, calculadas a partir dos dados horários e atualizados de hora a hora. Cada média por período de oito horas calculada é atribuída ao dia em que termina; desta forma, o primeiro período de cálculo de um dia tem início às 17 horas do dia anterior e termina à 1 hora do dia em causa; o último período de cálculo de um dia tem início às 16 horas e termina às 24 horas do mesmo dia

(**) prazo não definido.

(i) a não exceder mais de 25 dias, em média, por ano civil, num período de três anos.

(ii) a excedência do limiar deve ser medida ou estimada durante três horas consecutivas.

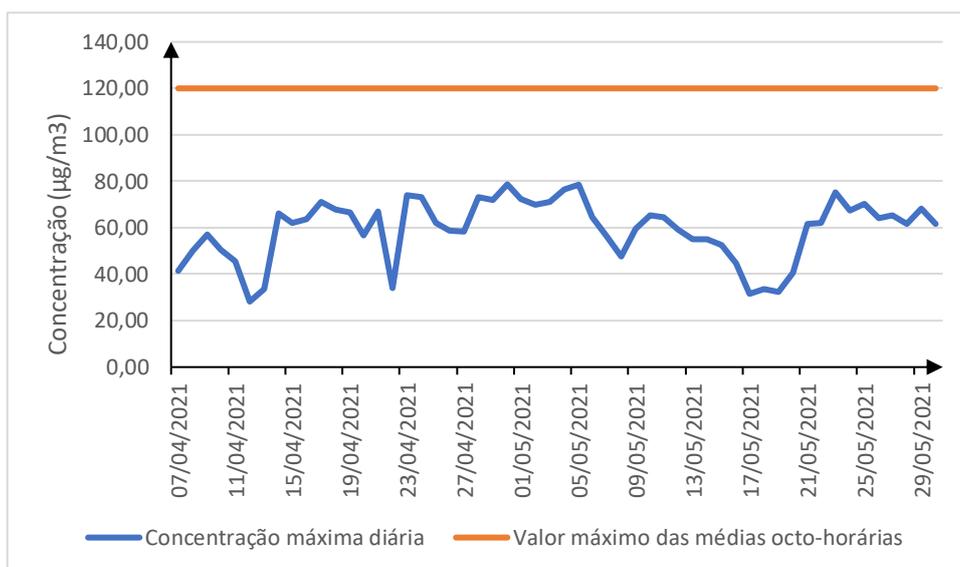


Figura 7 – Concentração máxima diária de O₃ e respetivo valor limite máximo diário das médias octo-horárias

Através da apreciação da figura 7 pode-se verificar que não ocorreu qualquer ultrapassagem do limite diário de ozono.

4.5 – Dióxido de Enxofre (SO₂)

Os quadros seguintes indicam os limites para o poluente SO₂ tendo em vista a proteção da saúde humana e da vegetação assim como os respetivos limiares de avaliação definidos no DL.

Quadro 5 - Dióxido de enxofre (SO₂)

Período de referência	Proteção da saúde humana (SH)			
	Valor limite (µg/m ³)	Limiar de Alerta (µg/m ³)	LSA - SH (µg/m ³)	LIA - SH (µg/m ³)
Uma hora	350 (*)	500 (***)		
Um dia	125 (**)		60 % do v. limite (i)	40 % do v. limite (ii)

Nota: (*) a não exceder mais de 24 vezes por ano civil.

(**) a não exceder mais de três vezes por ano civil.

(***) a medir em três horas consecutivas.

(i) 75 µg/m³, a não exceder mais de três vezes em cada ano civil.

(ii) 50 µg/m³, a não exceder mais de três vezes em cada ano civil.

Quadro 6 - Dióxido de enxofre (SO₂)

Período de referência	Proteção da vegetação		
	Nível Crítico (µg/m ³)	LSA – V (µg/m ³)	LIA – V (µg/m ³)
Ano Civil	20		
Inverno (*)	20	60 % do n. crítico (i)	40 % do n. crítico (ii)

Nota: (*) De 1 de outubro a 31 de março

(i) 60 % do nível crítico aplicável no Inverno (12 µg/m³).

(ii) 40 % do nível crítico aplicável no Inverno (8 µg/m³).

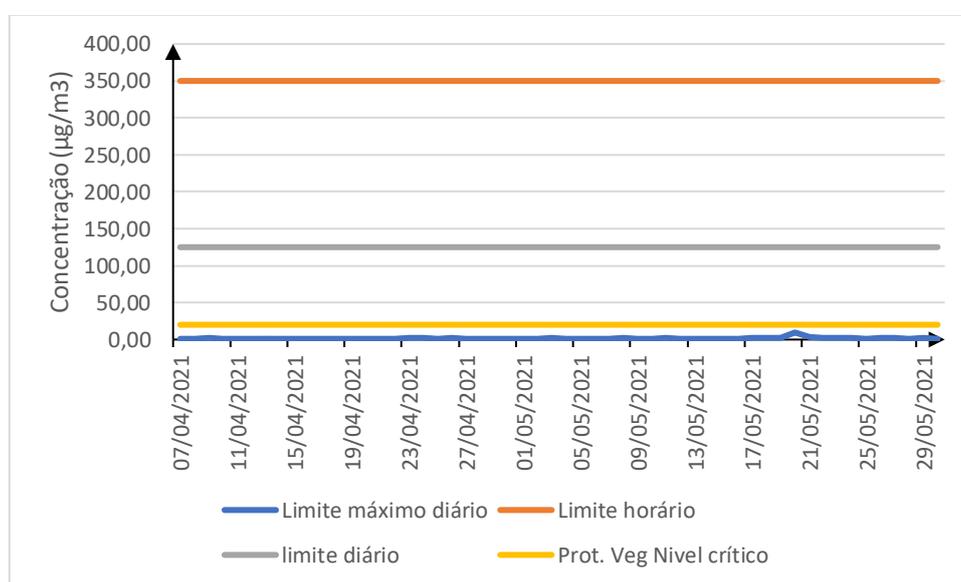


Figura 8 – Concentração máxima diária de SO₂ e respetivos valores limite horário, diário e nível crítico para a proteção da vegetação,

Analisada a figura 8 não se detetou qualquer violação dos limites diário e horário nem no nível crítico para a proteção da vegetação. Sendo que o valor máximo ocorreu dia 20 de maio, com um valor de 9,55 µg/m³ de SO₂.

5 – Análise meteorológica

As condições meteorológicas influenciam as concentrações de poluentes atmosféricos registadas nos analisadores, pelo que a análise das mesmas, permite atestar as comparações realizadas neste estudo.

O vento tem uma ação direta na dispersão dos poluentes, assim sendo, o estudo do seu comportamento (velocidade e direção) facilita a chegada a conclusões mais consistentes.

A radiação solar é absorvida pelos poluentes e promove reações na atmosfera. Por exemplo a formação de Ozono troposférico que corre na presença de compostos orgânicos voláteis (COV) e Óxidos de Azoto (NO_x).

5.1 – Velocidade do vento

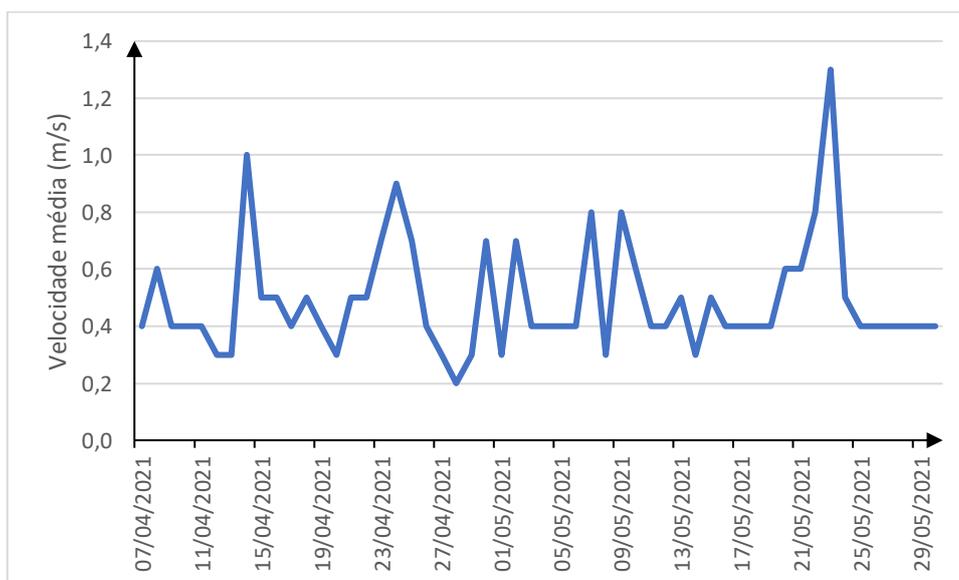


Figura 9 – Velocidade média diária do vento.

A velocidade média do vento durante toda a campanha foi de 0,5 m/s. A velocidade média diária mais baixa registada foi de 0,2 m/s no dia 28 de abril enquanto que a mais alta, de 1,3 m/s, registou-se no dia 23 de maio.

5.2 - Direção do vento

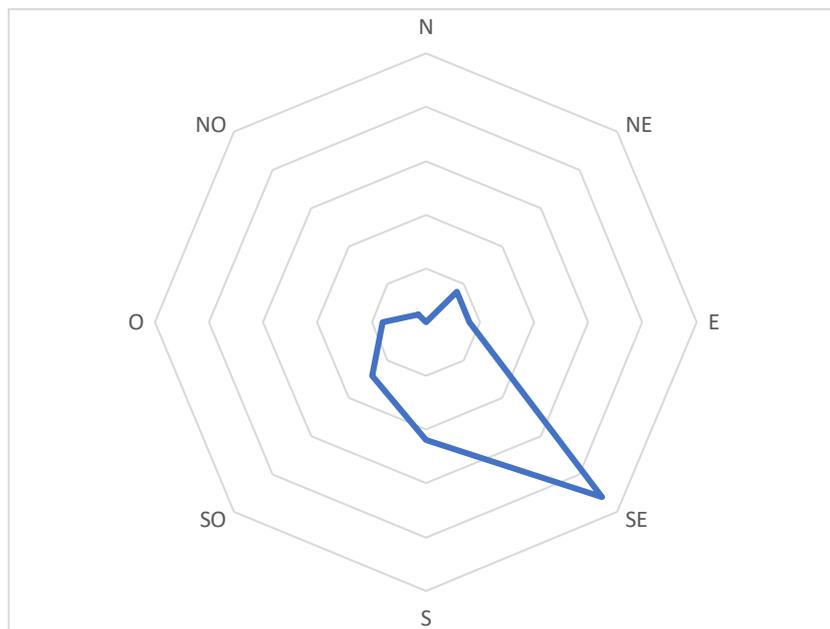


Figura 10 - Predominância do vento.

A direção do vento predominante nesta campanha, foi de sudeste com 23 dias.

5.3 – Radiação solar

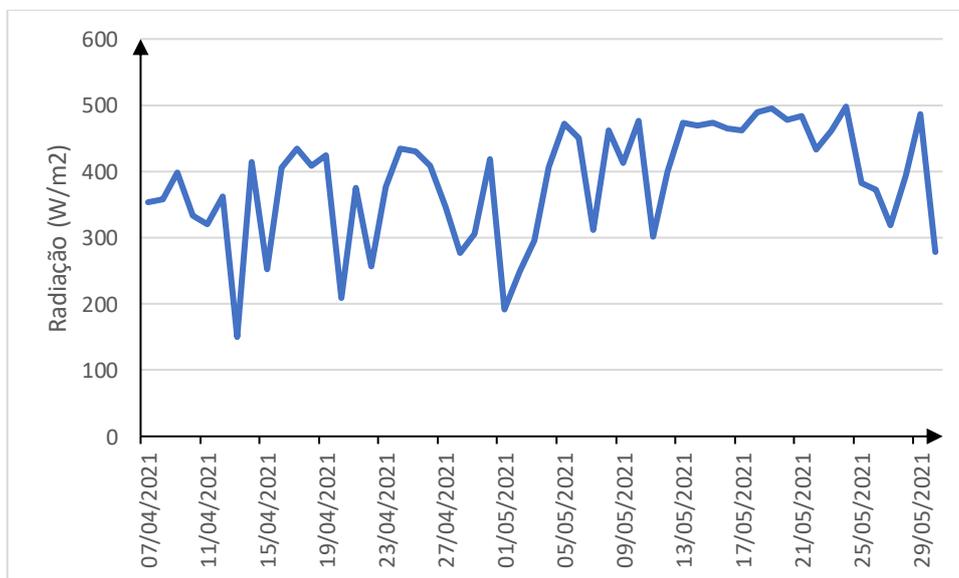


Figura 11 – Radiação solar.

A radiação solar média obtida nesta monitorização foi de 385 W/m². O valor médio diário mais baixo registou-se no dia 13 de abril (150 W/m²) e o mais elevado (498 W/m²), no dia 4 de maio.

5.4 - Humidade relativa

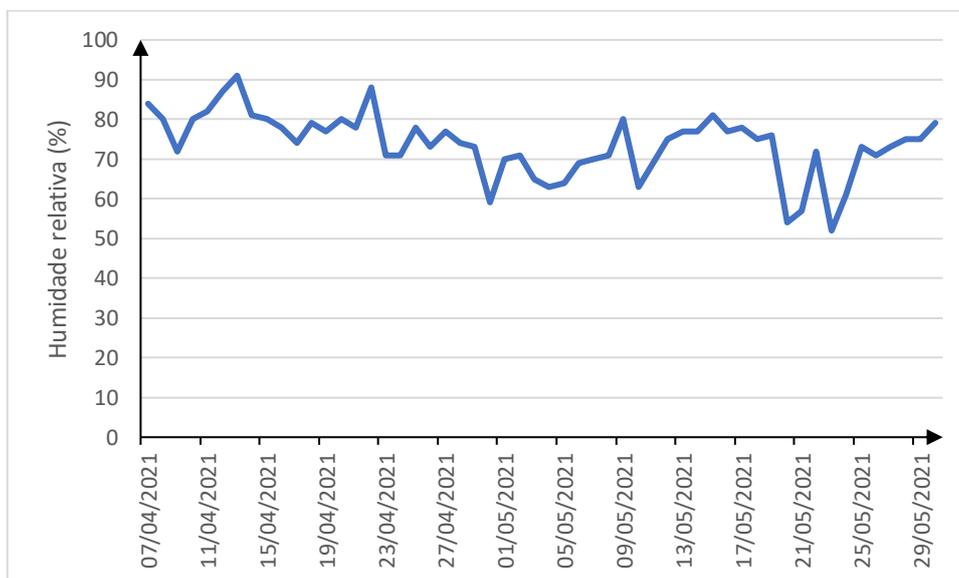


Figura 12 – Humidade relativa.

A humidade relativa média registada foi de 74%. O dia mais húmido foi o dia 13 de abril com 91% e o mais seco, 23 de maio com 52%.

5.5 - Temperatura

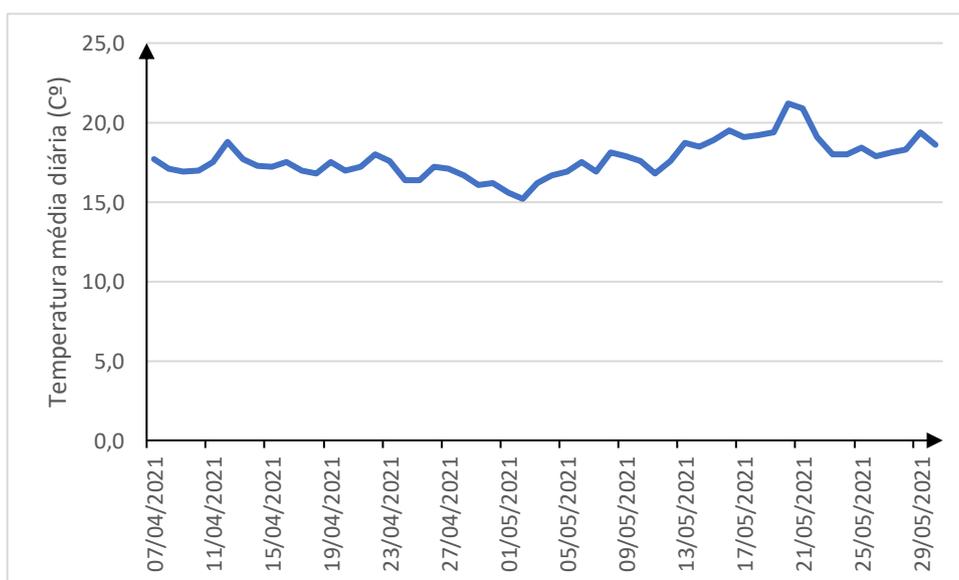


Figura 13 Temperatura

A temperatura média do período de amostragem foi de 17,7 °C. O dia mais quente foi 20 de maio (21,2 °C) e o mais frio foi o dia 2 de maio (15,2 °C).

6 – Conclusão

Após análise dos dados obtidos na presente campanha verificou-se, não terem ocorrido quaisquer incumprimentos legais tendo em vista a proteção da saúde humana e da vegetação estipulados no DL.

7 – Bibliografia

[1] BRAGA A.; PEREIRA, L.A.A.; SALDIVA, P.H.N.; Poluição Atmosférica e seus Efeitos na Saúde Humana. Faculdade de Medicina da USP 2002

[2] MATTOS, C. E.; Poluição do ar em áreas centrais urbanas Unilago 2015.

[3] TEIXEIRA, E. C; FELTES, S; SANTANA, E. R. R.; Estudo Das Emissões De Fontes Móveis Na Região Metropolitana De Porto Alegre, Rio Grande Do Sul. Química Nova 2008.