

# Qualidade do Ar Ambiente

## Baía do Funchal



# Abril, 2024

# RELATÓRIO QUALIDADE DO AR AMBIENTE BAÍA DO FUNCHAL

*Abril, 2024*

## Ficha Técnica

---

**Título do Documento:** Qualidade do Ar Ambiente na Baía do Funchal

---

**Elaboração:** Eng.º Nuno Baptista

---

**Responsabilidade e Entidade Competente:**

Direção Regional do Ambiente e Ação Climática  
[m]: Rua Dr. Pestana Júnior, nº6-3ºDtº, 9054 – 558 Funchal,  
[Tel.]: 351 291 207350, [Fax] 351 291 229438,  
[E- mail]: [draac@madeira.gov.pt](mailto:draac@madeira.gov.pt)

---

**Data:** Abril de 2024

---

## ÍNDICE GERAL

Resumo	5
1. Introdução	6
- Poluição Atmosférica	7
- Principais Poluentes Atmosféricos	7
- Dispersão dos Poluentes Atmosféricos	8
- Na cidade respira-se ar puro?	9
2. Metodologia	9
- Índice de Qualidade do Ar (IQA)	10
3. Análise dos Resultados	11
4. Índice Global das Campanhas	21
5. Discussão dos resultados	23

## Resumo

O presente Relatório é relativo à Avaliação da Qualidade do Ar Ambiente na Frente Mar da Baixa do Funchal, que teve início em dezembro de 2017 e foi concluído em março do presente ano. A avaliação da Qualidade do Ar foi efetuada em cinco locais: dois no Porto do Funchal (Cais Norte e Cais Sul), Rotunda do Infante, Praça do Povo e Parque Santa Catarina.

A Estação Móvel procedeu ao registo de forma contínua dos parâmetros meteorológicos e dos poluentes primários e secundário decorrentes da legislação da qualidade do ar:

- Óxidos de azoto (NO-NO<sub>2</sub>-NO<sub>x</sub>);
- Monóxido de carbono (CO);
- Dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>);
- Partículas atmosféricas (PM<sub>10</sub>-PM<sub>2,5</sub>);
- Ozono (O<sub>3</sub>).

É efetuada a comparação dos resultados obtidos com os limites legais previstos na legislação e ainda o cálculo do Índice de Qualidade do Ar (Global e Por Poluente) em cada um dos locais de monitorização.

Os resultados refletem uma Boa Qualidade do Ar Ambiente em Meio Urbano, fruto das políticas ambientais e energéticas que a RAM tem vindo a tomar, evidenciando-se na melhoria da eficiência energética e na eletrificação de alguns setores essenciais para a retirada da poluição atmosférica das áreas pedonais por excelência, nomeadamente o setor automóvel, que reflete um parque de motores a combustão menos poluente, e uma eletrificação já visível do setor, bem como o setor residencial e hoteleiro, com a transição energética de sistemas de combustão para sistemas de energias limpas.

## 1. Introdução

A respiração é o processo físico mais essencial do corpo humano. Todos os seres humanos inalam cerca de 14 kg de ar por dia. No entanto, o ar que respiramos contém poluentes que podem ser extremamente nocivos tanto para os seres humanos como para o ambiente.

A exposição à poluição atmosférica pode provocar doenças respiratórias, incluindo asma, bem como cancro do pulmão e acidentes vasculares cerebrais. Segundo os dados mais recentes da Agência Europeia do Ambiente, em 2021, 97 % da população urbana da UE esteve exposta a concentrações de partículas finas em suspensão (PM<sub>2,5</sub>, o mais mortífero de todos os poluentes atmosféricos) superiores aos recomendados pelas mais recentes orientações da Organização Mundial da Saúde (OMS).

Todos os anos, a poluição atmosférica causa centenas de milhares de mortes prematuras na Europa. Em 2020, a exposição a partículas em suspensão foi, por si só, responsável por 238 000 mortes prematuras. Este número corresponde a mais de 12 vezes o número de vítimas mortais de acidentes rodoviários (18 800 em 2020). A poluição atmosférica contribuiu ainda para 49 000 mortes prematuras devido a Dióxido de azoto (NO<sub>2</sub>) e 24 000 mortes devido ao Ozono (O<sub>3</sub>). *(Fonte: Agência Europeia do Ambiente, 2020)*

Apesar de uma tendência decrescente na UE nos últimos anos, os níveis de emissões continuam a ser muito superiores às normas recomendadas pela OMS. É indispensável reduzir a poluição atmosférica para proteger a saúde humana e o planeta. Em 2021, a Comissão Europeia anunciou uma ambição de poluição zero para a UE, nomeadamente a redução da poluição do ar, da água e do solo até 2050 para níveis que não sejam prejudiciais para as pessoas e para o ambiente. *Este objetivo faz parte da iniciativa do Pacto Ecológico Europeu.*

Para além do impacto que tem na saúde humana, a poluição atmosférica tem também impactos negativos nos ecossistemas e na vegetação do planeta e, por conseguinte, na nossa economia. De acordo com a Agência Europeia do Ambiente, em 2019 muitos países da UE perderam mais de 5 % da sua produção de trigo devido ao ozono, o que provocou enormes perdas económicas (1 000 milhões de euros perdidos na produção de trigo em 2019 devido ao ozono troposférico). Os



óxidos de azoto (NOX) e o amoníaco (NH<sub>3</sub>) presentes no ar depositam-se no solo e nas massas de água. Num processo denominado eutrofização, os níveis excessivos destas substâncias químicas nos rios, lagos ou mares promovem o rápido crescimento de algas e plantas aquáticas, que podem esgotar os níveis de oxigénio quando morrem e se decompõem. Esta rarefação do oxigénio prejudica os peixes e outros organismos aquáticos e resulta na acidificação da água doce e dos solos florestais. De acordo com a Agência Europeia do Ambiente, em 2020, 75 % dos ecossistemas da UE estavam expostos a níveis de azoto propícios à eutrofização.

### **Poluição Atmosférica:**

Os poluentes atmosféricos presentes no ar podem ser tanto de origem natural como antropogénica. A monitorização da qualidade do ar analisa o conjunto das duas fontes.

A poluição atmosférica de origem antropogénica é gerada por atividades industriais, processos de geração de energia, veículos automóveis, queimadas, entre outras. Estas emissões, devido ao processo de combustão e queima incompleta de combustível, são compostas de gases como: Óxidos de Carbono (CO e CO<sub>2</sub>), Óxidos de Azoto (NO<sub>x</sub>), Hidrocarbonetos (HC), dentre os quais estão alguns considerados cancerígenos, Óxidos de Enxofre (SO<sub>x</sub>), Partículas Inaláveis (PM<sub>10</sub>/PM<sub>2,5</sub>) entre outras substâncias.

Porém não podemos menosprezar a ocorrência de fenómenos naturais que são também responsáveis pela circulação de poluentes na atmosfera. As principais fontes naturais são: vulcanismo, maresia, evapotranspiração, decomposição de matéria orgânica, transporte de poeiras e incêndios. A grande diferença entre a poluição de origem natural e a antropogénica é que a natureza adaptou-se e convive em equilíbrio com a quantidade de poluentes naturais, enquanto que, a introdução das atividades antropogénicas causa desequilíbrio.

### **Principais Poluentes Atmosféricos**

É grande a variedade de substâncias presentes na atmosfera o que dificulta a respetiva classificação. No entanto, tendo em vista as fontes emissoras dos poluentes, as mesmas foram divididas em duas categorias:

- **Poluentes Primários:** emitidos diretamente pelas fontes para a atmosfera, como por exemplo, monóxido de carbono (CO), óxidos de azoto (NO<sub>x</sub>) constituídos

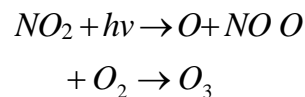


pelo monóxido de azoto (NO) e pelo dióxido de azoto (NO<sub>2</sub>), dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>) ou as partículas em suspensão (PM10/PM2,5);

- **Poluentes Secundários:** resultam de reações químicas que ocorrem na atmosfera e onde participam alguns poluentes primários.

O ozono O<sub>3</sub> é o mais importante dos poluentes secundários (oxidantes fotoquímicos). O mesmo aparece nos níveis mais baixos da atmosfera principalmente, como resultado de reações químicas envolvendo NO<sub>x</sub>, oxigénio (O<sub>2</sub>) e radiação solar.

As reações infra exemplificam a formação do ozono:



#### Dispersão dos Poluentes Atmosféricos:

Existem diversos fatores que influenciam a dispersão dos poluentes atmosféricos. No entanto realçam-se as condições meteorológicas como um dos fatores fundamentais na dispersão dos poluentes atmosféricos. De salientar junto à costa a influência das Brisas Marítima e Terrestre nas concentrações de poluentes na atmosfera devido ao movimento do ar provocado pela diferença de temperatura entre as superfícies da terra e do mar.

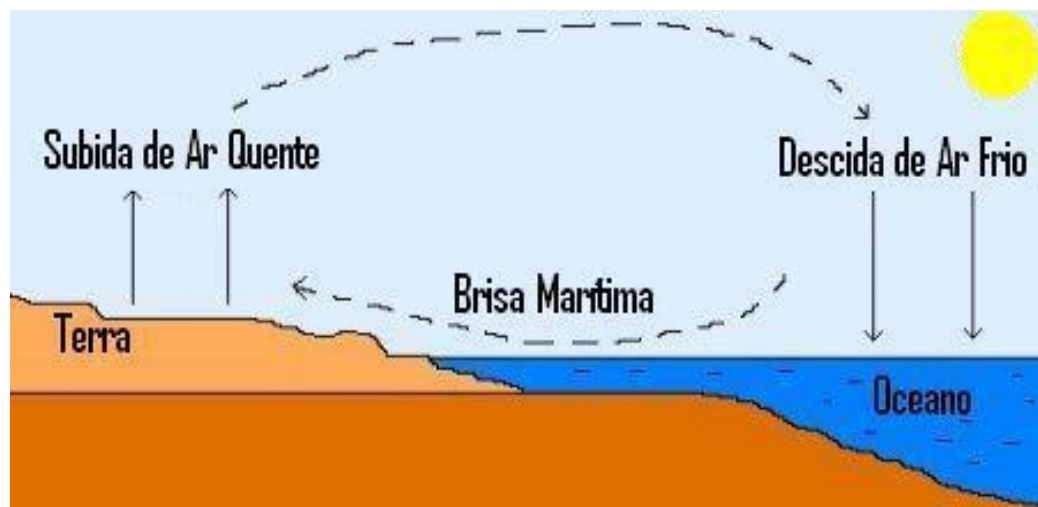


Fig. 1 – Representação esquemática de uma brisa marítima.



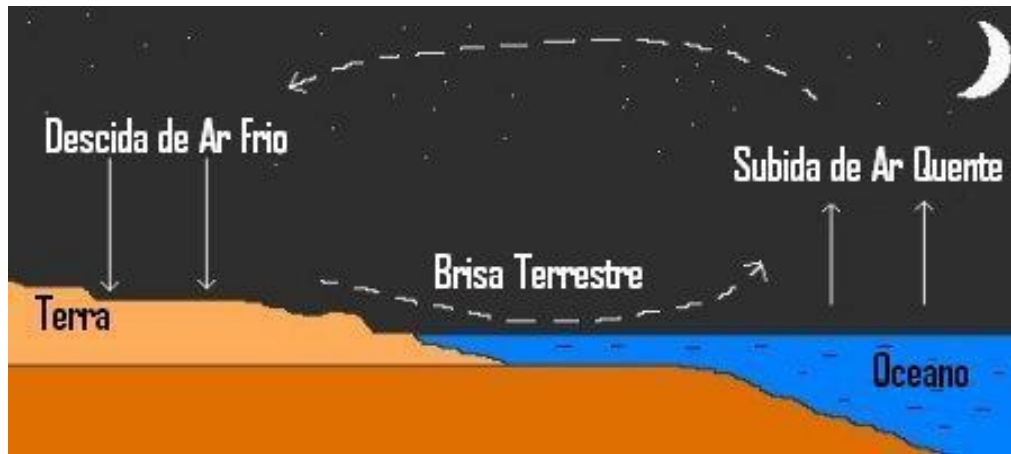


Fig. 2 – Representação esquemática de uma brisa terrestre.

### Na cidade respira-se ar puro?

Embora a poluição atmosférica na Europa tenha diminuído significativamente nas últimas décadas, o panorama das cidades é bastante diversificado. Em 2021 e 2022, quatro cidades europeias excederam o atual limite da UE de 25 microgramas de partículas finas por metro cúbico de ar. Dez cidades europeias conseguiram valores inferiores a 5 microgramas de PM2.5 por metro cúbico sendo uma delas a cidade do Funchal.

Os dados de Qualidade do Ar em Portugal são públicos e podem ser consultados no Qualar (<https://qualar.apambiente.pt/>). A RAM possui uma Rede Fixa de Qualidade do Ar e ainda uma Estação Móvel que monitorizam a Qualidade do Ar Ambiente e reportam os respetivos dados para o público, de acordo com o Decreto-Lei n.º 102/2010, de 23 de setembro, na sua atual redação, que estabelece o regime da avaliação e gestão da qualidade do ar ambiente, fixando 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.

## 2. Metodologia

Foram confrontados os dados obtidos nas campanhas realizadas em cinco locais na frente mar da baixa do Funchal entre o período compreendido nos meses de dezembro de 2017 a março de 2024 com os limites constantes do Decreto-Lei n.º 102/2010, de 23 de setembro e ainda os respetivos Índices de Qualidade do Ar (Global e Por Poluente).



**Fig. 3** – Pontos de amostragem

**Quadro 1** – Datas de amostragem

LOCAL	DATAS	
	INICIO	FIM
CAIS NORTE	05/12/2017	22/04/2018
ROTUNDA DO INFANTE	12/03/2022	19/06/2022
PRAÇA DO POVO	22/03/2023	27/04/2023
CAIS SUL	03/11/2023	15/01/2024
PARQUE SANTA CATARINA	01/02/2024	04/03/2024

### Índice de Qualidade do Ar (IQAr)

O Índice de Qualidade do Ar (IQAr) permite de uma forma fácil e compreensível o conhecimento do estado da qualidade do ar e face aos seus resultados, adequar comportamentos e ações no sentido da proteção da saúde humana, especialmente dos grupos mais sensíveis da população. O IQAr é determinado para cada poluente e a pior classificação é a considerada para o respetivo Índice diário.

**Quadro 2** – Classificação do Índice Nacional de Qualidade do Ar

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

**Nota:** Todos os valores indicados estão em  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

**Fonte:** Agência Portuguesa do Ambiente (APA,IP)

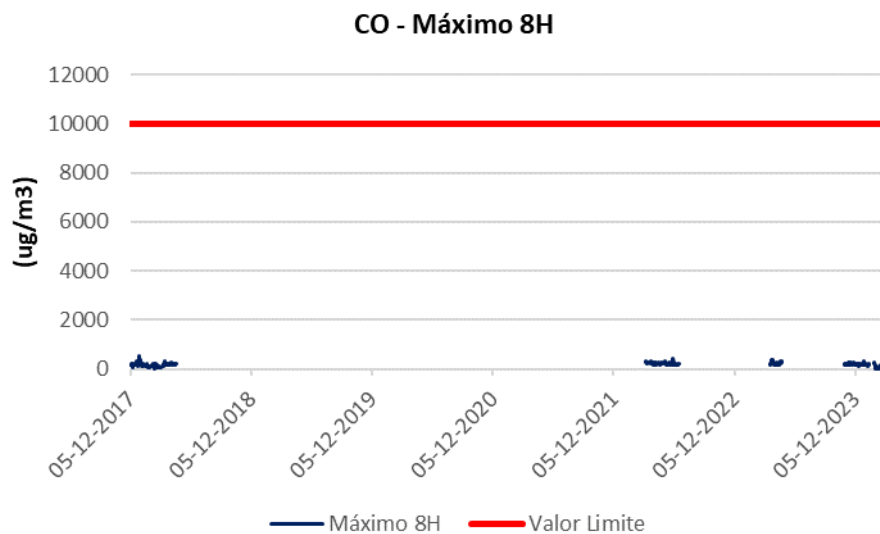
### 3. Análise de resultados

O Decreto-lei n.º 102/2010, de 23 de setembro, com as respetivas alterações, define nomeadamente, os Valores limite para a proteção da saúde humana para os poluentes dióxido de enxofre, dióxido de azoto, monóxido de carbono, PM10 e PM2,5, Limiar de informação para o ozono e limiares de alerta para o dióxido de enxofre, dióxido de azoto e ozono e ainda Valores alvo e objetivos a longo prazo para o ozono. Neste sentido, foram comparadas as concentrações obtidas durante as campanhas com o supra descrito.

#### Monóxido de Carbono (CO): Proteção da saúde humana

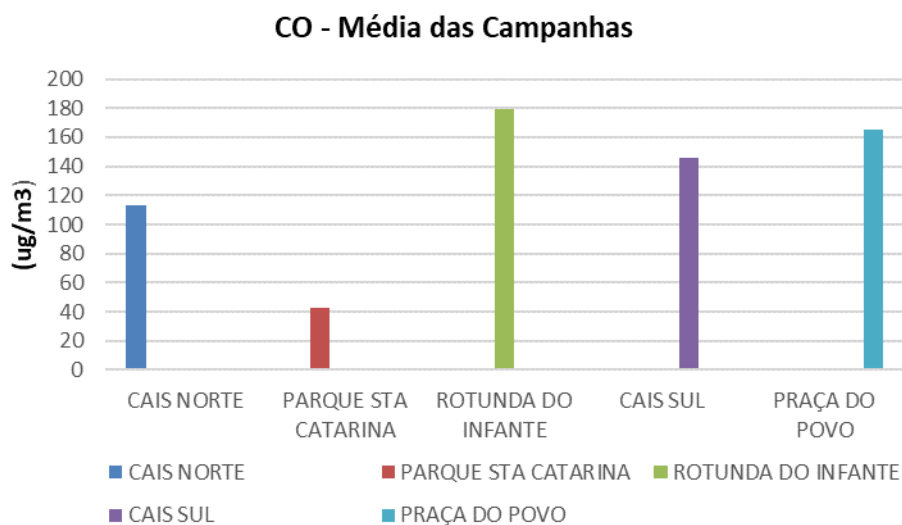
**Quadro 3** – Monóxido de carbono (CO)

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



**Graf. 1**– Monóxido de Carbono (CO): Máximos octohorários

Pela análise do gráfico supra verifica-se o cumprimento do valor limite definido para o poluente CO em todas as campanhas.



**Graf. 2–** Monóxido de Carbono (CO): Média das Campanhas

Como esperado, e atendendo a que a fonte predominante para o CO é o tráfego rodoviário, a média mais elevada é obtida na Rotunda do Infante e a mais baixa no Parque Santa Catarina.

### **Dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>)**

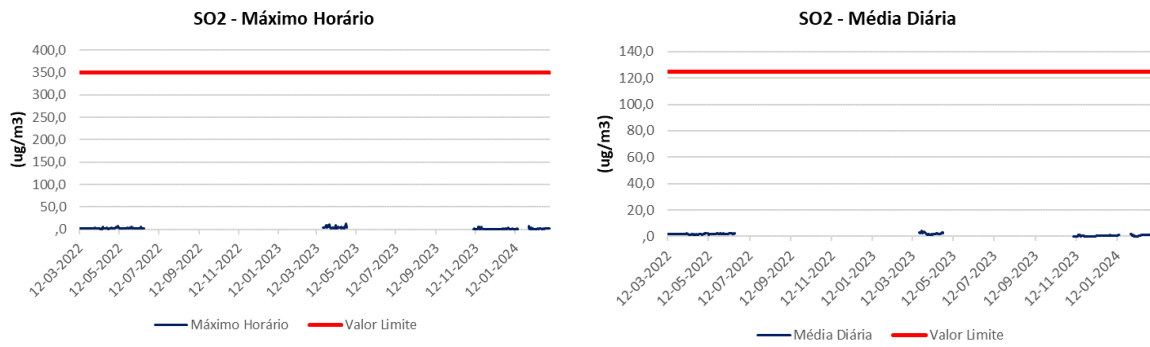
Os quadros seguintes indicam os limites para o poluente SO<sub>2</sub> tendo em vista a proteção da saúde humana. De salientar que as concentrações deste poluente são muito baixas no ar ambiente.

**Quadro 4 –** Dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>)

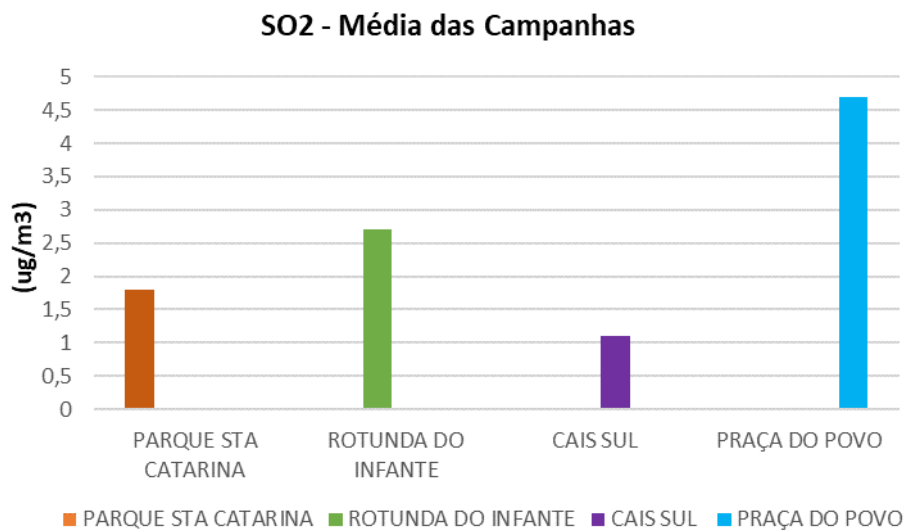
<b>SO<sub>2</sub> - Proteção da Saúde Humana</b>	
<b>Período de referência</b>	<b>Valor Limite (ug/m<sup>3</sup>)</b>
Uma hora	350 (*)
Um dia	125 (**)

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

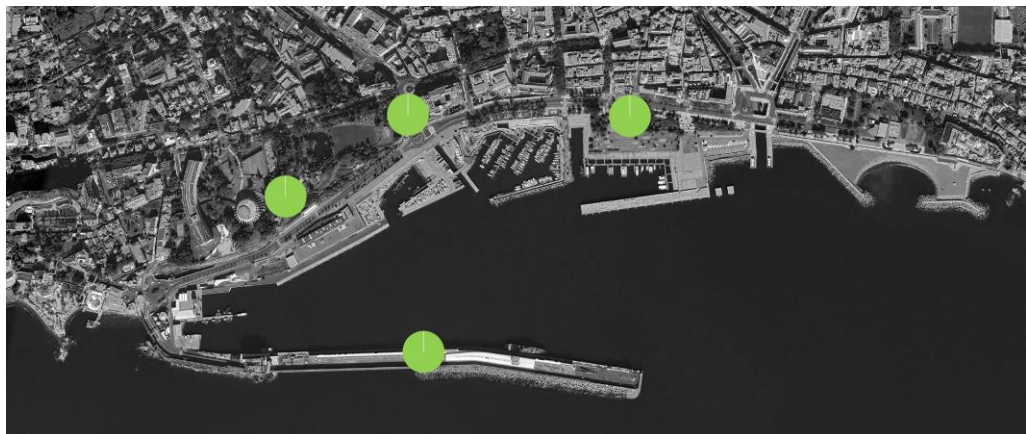
(\*\*) a não exceder mais de 3 vezes por ano civil.



**Grafs. 3,4** – Dióxido de Enxofre (SO<sub>2</sub>): Máximos horários e diários



**Graf. 5** – Dióxido de Enxofre (SO<sub>2</sub>): Média das Campanhas



**Fig. 4** – Índice de Qualidade do Ar para o poluente SO<sub>2</sub>

Pela análise dos gráficos supra verifica-se o cumprimento dos limites definidos para o poluente SO<sub>2</sub>, relativos à proteção da saúde humana.. As concentrações obtidas são muito baixas, como expectável. A Campanha com média mais elevada foi monitorizada na Praça do Povo, O índice de Qualidade do Ar para este poluente foi sempre “Muito Bom”. De salientar que a Campanha realizada no Cais Norte não tem dados válidos por motivos de anomalia do respetivo analisador

### **Dióxido de azoto e óxidos de azoto**

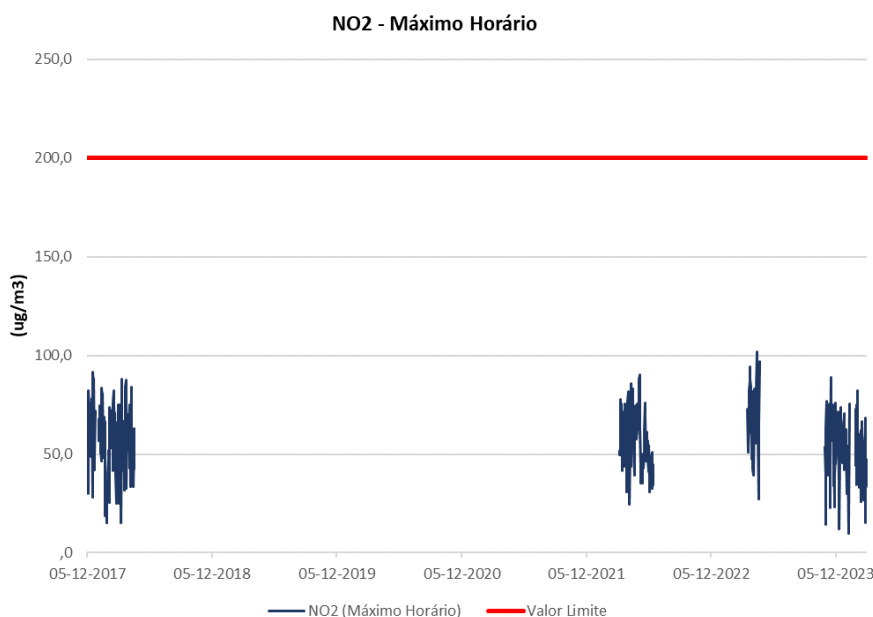
Os quadros seguintes indicam os limites para proteção da saúde humana para o poluente NO<sub>2</sub>.

**Quadro 5 – Dióxido de azoto (NO<sub>2</sub>)**

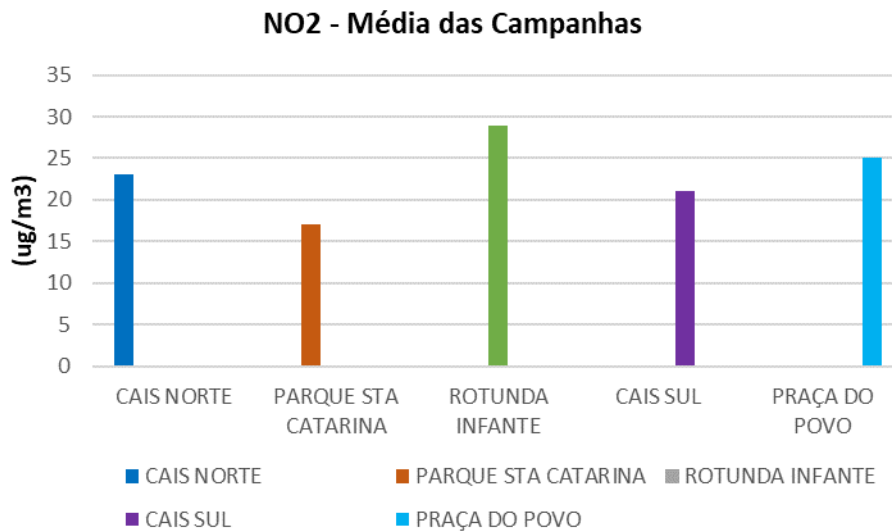
<b>NO<sub>2</sub> - Proteção da Saúde Humana</b>	
<b>Período de referência</b>	<b>Valor Limite (µg/m<sup>3</sup>)</b>
Uma hora	200 (*)
Ano civil	40

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

Nos gráficos infra apresentam-se os resultados para o NO<sub>2</sub> comparando os mesmos com os respetivos valores limite.



**Graf. 6 – Dióxido de Azoto (NO<sub>2</sub>): Máximos horários**



**Graf. 7** – Dióxido de Azoto (NO2): Média das Campanhas



**Fig. 5** - Índice de Qualidade do Ar para o poluente NO2

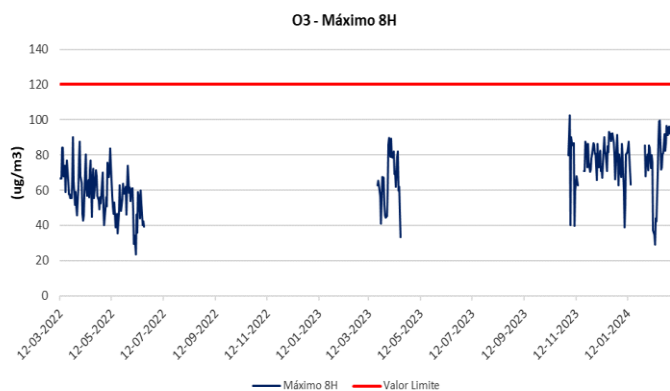
A fonte predominante para o NO2 é o tráfego rodoviário e, como expectável, as médias mais elevadas foram obtidas na Rotunda do Infante e na Praça do Povo e a mais baixa no Parque Santa Catarina. O índice de Qualidade do Ar para este poluente teve maior predominância “Bom” nos locais com maior intensidade de tráfego rodoviário (Rotunda do Infante e Praça do Povo) e maior percentagem “Muito Bom” no Parque Santa Catarina.

### **Ozono (O3): Proteção da saúde humana**

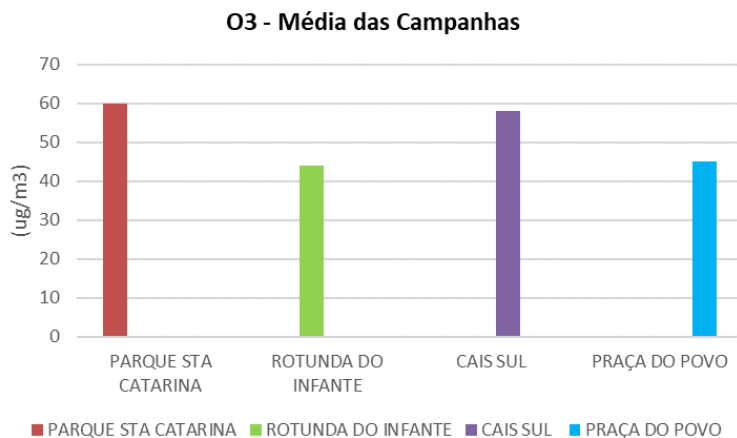
Os quadros seguintes indicam o Valor Alvo e Limiares de Informação/Alerta para o poluente O3 tendo em vista a proteção da saúde humana.

**Quadro 6 –Ozono (O<sub>3</sub>)**

O <sub>3</sub> - Proteção da Saúde Humana			
Período de referência	Valor Alvo (µg/m <sup>3</sup> )	Limiar de Informação (µg/m <sup>3</sup> )	Limiar de Alerta (µg/m <sup>3</sup> )
Máximo diário das médias de oito horas	120		
Uma hora		180	240

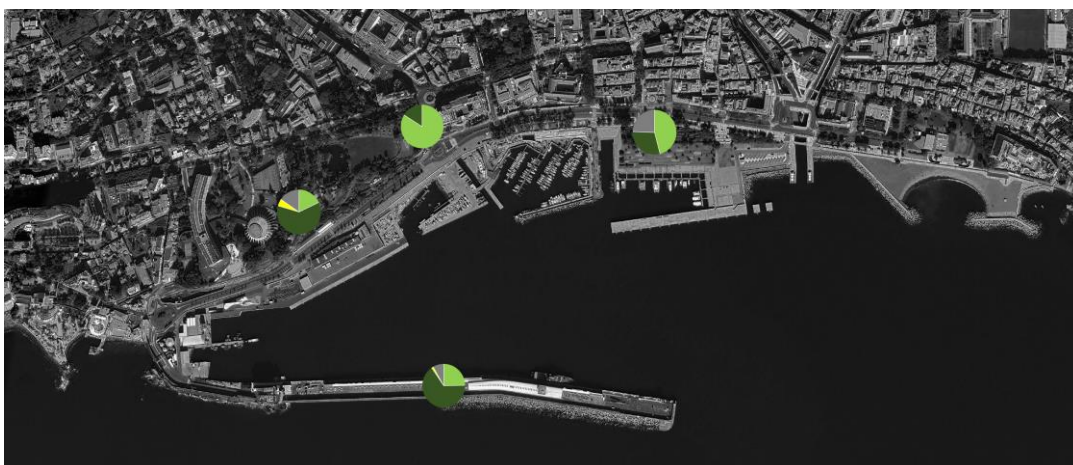


**Grafs. 8 e 9– Ozono (O<sub>3</sub>): Máximos octohorários e horários**



**Graf. 10 – Ozono (O<sub>3</sub>): Média das Campanhas**





**Fig. 6** - Índice de Qualidade do Ar para o poluente O3

Nas Zonas Urbanas o Ozono é inversamente proporcional ao CO e NO2 pelo que a Campanha onde foi aferida a média mais elevada foi no Parque Santa Catarina seguida do Cais Sul. As Campanhas com concentrações mais baixas de Ozono foram na Rotunda do Infante e Praça do Povo.

O índice de Qualidade do Ar para este poluente teve maior predominância “Muito Bom” nos locais com maior intensidade de tráfego rodoviário (Rotunda do Infante e Praça do Povo) e “Bom” no Parque Santa Catarina.

De salientar o cumprimento do Valor Alvo para este poluente em todos os locais monitorizados. Não foi efetuada a monitorização do Ozono no Cais Norte por a Estação Móvel, na altura, não estar munida do respetivo analisador.

### **Partículas PM10/PM2,5:**

As Partículas são provenientes da combustão incompleta em atividades industriais, transportes e setores de comércio/serviços, doméstico e ainda fogos florestais e Eventos Naturais onde as partículas podem percorrer centenas de quilómetros.

### **PM10: Proteção da saúde humana**

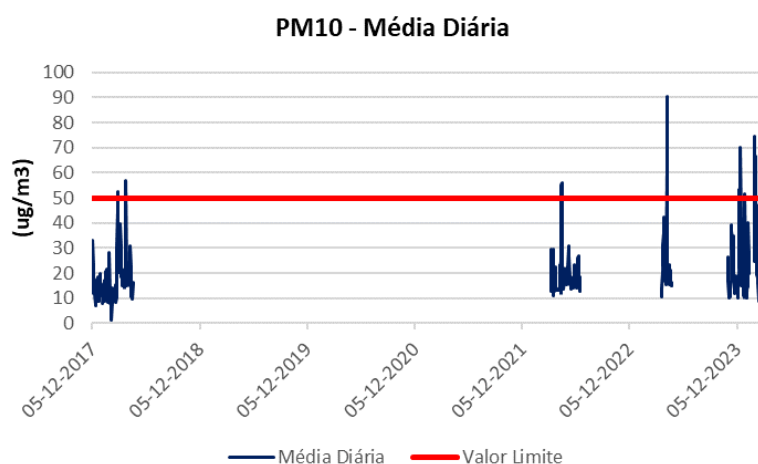
O quadro infra apresenta os limites para o poluente PM10 tendo em vista a proteção da saúde humana.

**Quadro 7 – PM10: proteção da saúde humana**

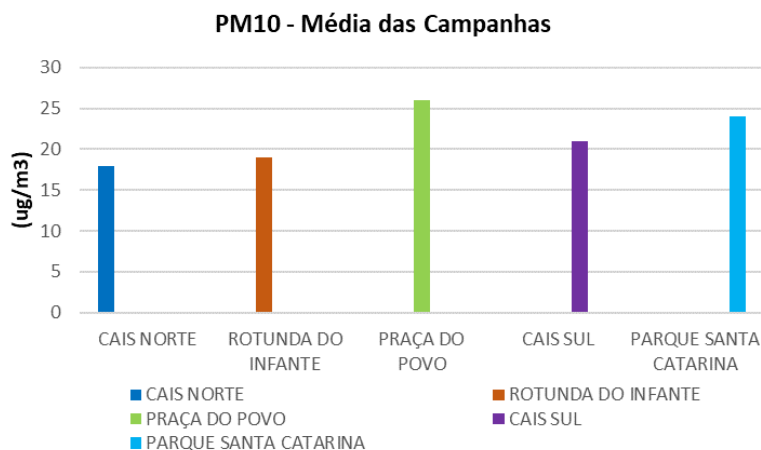
PM10 - Proteção da Saúde Humana	
Período de referência	Valor Limite (µg/m <sup>3</sup> )
Um dia	50 (*)
Um ano	40

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

Foram obtidos para o poluente PM10 os resultados infra:



**Grafs. 11 e 12– Partículas (PM10): Médias Diárias**



**Graf. 13 – Partículas (PM10): Média das Campanhas**



**Fig. 7** - Índice de Qualidade do Ar para o poluente PM10

Verifica-se uma classificação do Índice de Qualidade do Ar para o poluente PM10 com uma elevada percentagem “Muito Bom/Bom” atingindo a classificação “Médio/Fraco” nos dias de ocorrência de Eventos Naturais (ventos “leste”) onde foram igualmente aferidas ultrapassagens ao Valor Limite Diário de 50 ug/m3. As médias mais elevadas foram obtidas na Praça do Povo e Parque Santa Catarina.

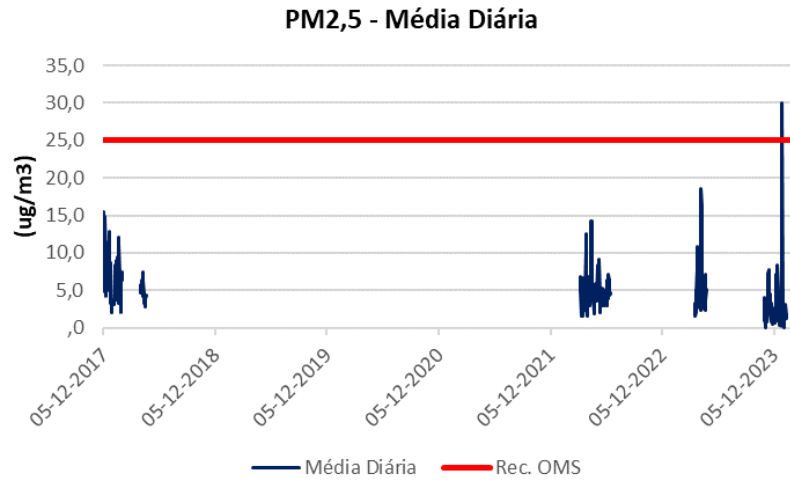
### PM2,5: Proteção da saúde humana

O quadro infra apresenta os limites para o poluente PM10 tendo em vista a proteção da saúde humana.

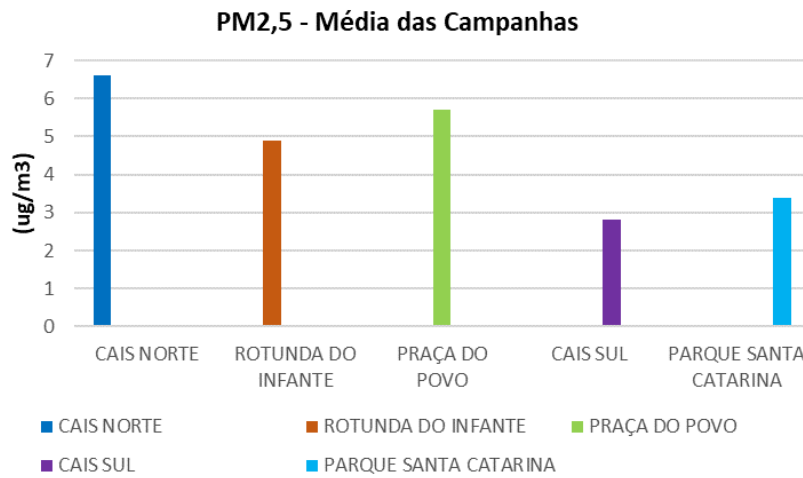
**Quadro 8** – PM 2,5: proteção da saúde humana

PM2,5 - Proteção da Saúde Humana		
Período de referência	Rec. OMS (µg/m3)	Valor Limite (µg/m <sup>3</sup> )
Um dia	25	
Um ano		25

Foram obtidos para o poluente PM2,5 os seguintes resultados:



**Graf. 14**– Partículas (PM2,5): Médias Diárias



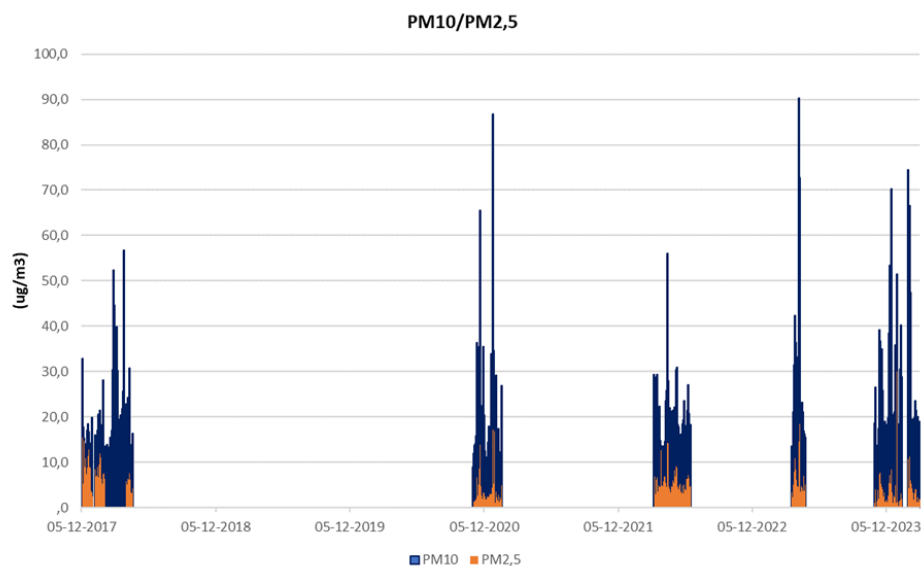
**Graf. 15**– Partículas (PM2,5): Média das Campanhas



**Fig. 8** - Índice de Qualidade do Ar para o poluente PM2,5

Verifica-se no Índice de Qualidade do Ar para o poluente PM<sub>2,5</sub> uma elevada percentagem “Muito Bom” em todos os locais. Na Campanha realizada no Cais Norte não existem dados de cerca de 50% dos dias por motivos de avaria do respetivo analisador o que poderá justificar uma Média de Campanha mais elevada para este Poluente.

Os “picos” de PM<sub>2,5</sub> coincidem com os de PM<sub>10</sub> e foram monitorizados em dias de ocorrência de Eventos Naturais, à exceção do dia 1 de janeiro de 2024 na Campanha do Cais Sul, onde foi ultrapassada a média diária recomendada pela OMS. Tal deve-se ao Fogo de Artifício da Passagem do Ano onde são atingidas médias diárias de partículas mais altas.



**Graf. 16**– Partículas PM<sub>10</sub>/PM<sub>2,5</sub>: Médias Diárias

#### 4. INDICE GLOBAL DAS CAMPANHAS:

O índice de qualidade do ar (IQA) constitui uma classificação baseada nas concentrações de poluentes registadas nas estações de monitorização e representa a pior classificação obtida, traduzida numa escala de cores divididas em cinco classes, de "Muito Bom" a "Mau", que permite orientar o cidadão, de forma a adequar comportamentos e ações no sentido da proteção da saúde humana, especialmente dos grupos mais sensíveis da população.

O IQAr das Campanhas é infra apresentado:



**Fig. 9** - Índice Global de Qualidade do Ar

Verifica-se em todas as Campanhas a predominância do Índice “Bom”. Nas Campanhas realizadas no Cais Sul, Rotunda do Infante e Praça do Povo verifica-se no Índice Global uma contribuição da classificação “Médio/Fraco”.

A classificação de IQAr “Médio/Fraco” foi aferida em dias de ocorrência de “Eventos Naturais” onde foram detetados picos nas concentrações dePM10 com impacto no respetivo Índice.

Nos dias sem ocorrência de “Eventos Naturais” o poluente com maior impacto no Índice de Qualidade do Ar foi o NO2, conforme imagens infra:



**Figs. 10 e 11** – IQAr (NO2) e IQAR (PM10)

## 5. Discussão dos resultados

O presente Estudo consistiu na Avaliação da Qualidade do Ar Ambiente em grande parte da área do Porto do Funchal e Zona Baixa da cidade. O mesmo teve início em dezembro de 2017 e foi concluído em março de 2024.

Os locais escolhidos cumprem com os requisitos de localização constantes no Decreto-Lei n.º 102/2010, de 23 de setembro, na sua atual redação. Os mesmos retratam locais de grande afluência pedonal (citadina e turística) e com influência marcante do tráfego automóvel, principalmente os pontos “Rotunda do Infante” e “Praça do Povo”, em contraste com uma zona de descanso e lazer no centro da cidade do Funchal, o “Parque de Santa Catarina”.

Da análise dos resultados verifica-se o cumprimento dos limites definidos no diploma supra. Durante o Estudo foram aferidos picos nas concentrações de PM10 resultantes de “Eventos Naturais”. A previsão destes Eventos é devidamente reportada de modo a salvaguardar os respetivos cuidados a ter para a proteção da Saúde Humana.

Deste Estudo concluiu-se que o Índice de Qualidade do Ar Ambiente (IQAr) é predominantemente Muito Bom/Bom e que as emissões dos Navios não refletem influência sobre a Qualidade do Ar no Funchal. Estes resultados refletem uma evolução positiva na Qualidade do Ar Ambiente em meio urbano, fruto das políticas ambientais e energéticas que a RAM tem vindo a tomar, evidenciando-se na melhoria da eficiência energética e na eletrificação de alguns setores essenciais para a retirada da poluição atmosférica das áreas pedonais por excelência, nomeadamente o setor automóvel, que reflete um parque de motores a combustão menos poluente e uma eletrificação já visível do setor, bem como o setor residencial e hoteleiro, com a transição energética de sistemas de combustão para sistemas de energias limpas.

FUNCHAL, 11 de abril de 2024.