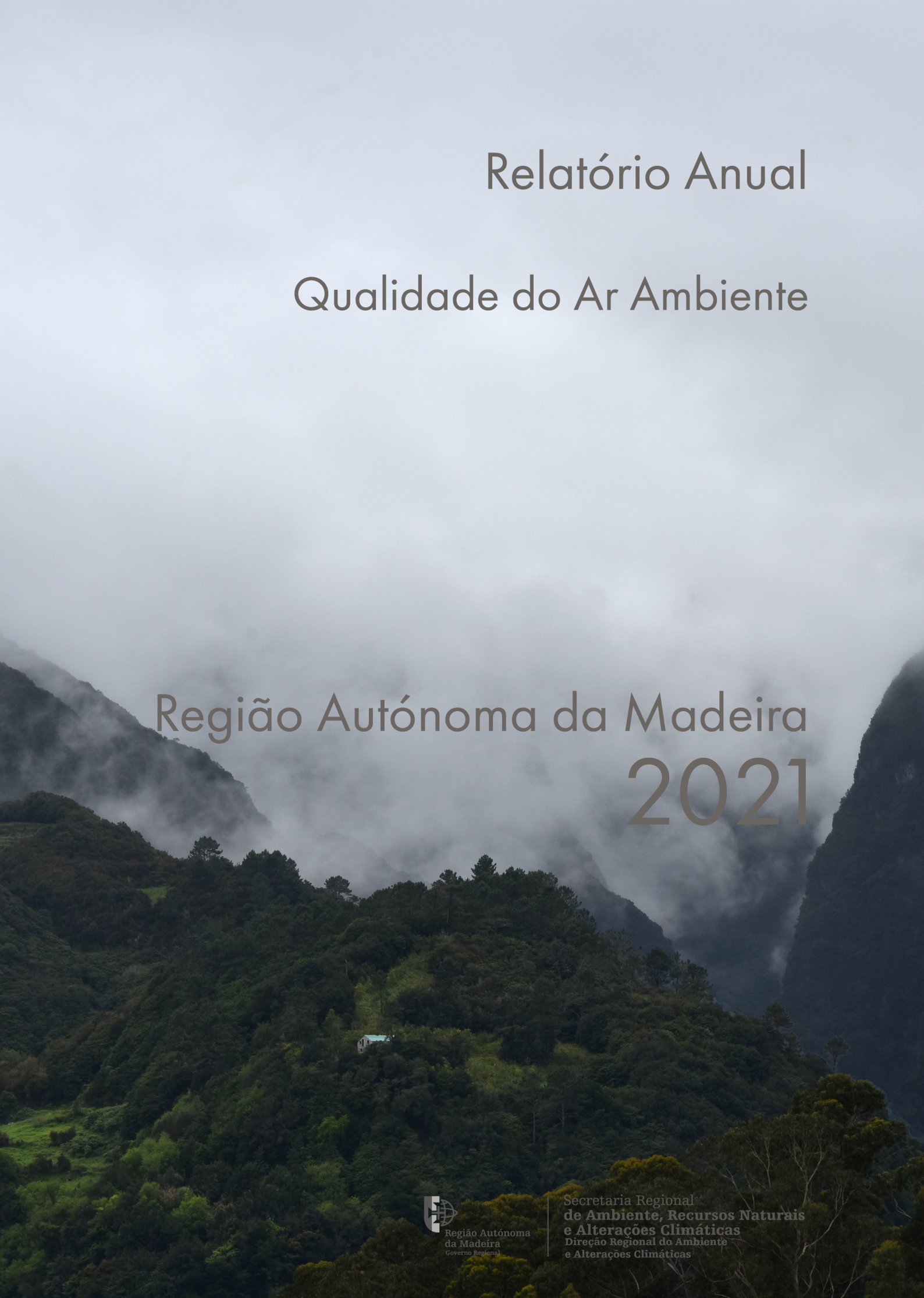




Relatório Anual

Qualidade do Ar Ambiente

Região Autónoma da Madeira
2021

Ficha Técnica

Título do Documento: Relatório Qualidade do Ar na Região Autónoma da Madeira 2021.

Elaboração: Valter Miranda - Engenheiro do Ambiente

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

Data: novembro de 2022

Índice geral

Abreviaturas (usadas nas figuras)	5
1 - Introdução	6
2 – Enquadramento legal	7
3 - Poluição Atmosférica	9
4 - Definições.....	10
5 - Delimitação de zonas e aglomerações na Avaliação da qualidade do ar ambiente	13
6 - Rede de Monitorização da Qualidade do Ar da RAM.....	14
6.1 - Métodos de referência para a avaliação das concentrações no ar ambiente ..	15
6.1.1 - Método de referência para a medição do dióxido de enxofre	16
6.1.2 - Método de referência para a medição do dióxido de azoto e dos óxidos de azoto.....	16
6.1.3 - Método de referência para a amostragem e medição de PM ₁₀	16
6.1.4 - Método de referência para a amostragem e medição de PM _{2,5}	16
6.1.5 - Método de referência para a medição do monóxido de carbono.....	16
6.1.6 - Método de referência para a medição do ozono	16
7 - Análise de resultados.....	17
7.1 - Objetivos de qualidade dos dados para a avaliação no ar ambiente dos poluentes: dióxido de enxofre, dióxido de azoto, óxidos de azoto, monóxido de carbono, partículas (PM ₁₀ e PM _{2,5}) e ozono	17
7.2 - Análise dos resultados meteorológicos	17
7.2.1 – Eficiência de recolha e médias anuais dos parâmetros meteorológicos ..	18
7.2.2 - Direção do vento.....	19
7.2.2 - Velocidade do vento.....	19
7.2.3 – Humidade relativa	20
7.2.4 – Temperatura	21
7.2.5 – Intensidade da radiação	21
7.3 – Análise dos poluentes atmosféricos	22
7.3.1 - Monóxido de Carbono (CO).....	22
7.3.2 - Dióxido de enxofre (SO ₂).....	23
7.3.3 - Dióxido de azoto (NO ₂) e óxidos de azoto (NO _x).....	25
7.3.4 – Ozono (O ₃).....	28
7.3.5 - Partículas em suspensão	32
8 - Discussão dos resultados	38
9 – Bibliografia.....	38
Anexo: Eventos Naturais (justificações às ultrapassagens)	39

Índice de Quadros:

Quadro 1 - Freguesias que constituem a aglomeração Funchal	13
Quadro 2- Caracterização das Estações de monitorização da qualidade do ar na RAM	14
Quadro 3 - Eficiência de recolha de dados (%).....	17
Quadro 4- Eficiência de recolha de dados e velocidade média anual e direção predominante do vento na RQA da RAM em 2021.....	18
Quadro 5 – Eficiência de recolha de dados, humidade Relativa (%), temperatura (°C) e intensidade da radiação (W/m ²) na RQA da RAM em 2021	18
Quadro 6 - Monóxido de Carbono (CO)	22
Quadro 7 - Dióxido de enxofre (SO ₂) - Proteção da saúde humana.....	23
Quadro 8 - Dióxido de enxofre (SO ₂) - Proteção da vegetação e de ecossistemas.....	24
Quadro 9- Dióxido de azoto (NO ₂)	26
Quadro 10 - Óxidos de azoto (NO _x) - Proteção da vegetação e dos ecossistemas.....	28
Quadro 11 - Ozono (O ₃) - proteção da saúde humana.....	29
Quadro 12 - Ozono (O ₃) - Proteção da vegetação e das florestas	31
Quadro 13 - Partículas PM ₁₀ : proteção da saúde humana.....	32
Quadro 14 - PM ₁₀ : proteção da saúde humana.....	33
Quadro 15 - PM _{2,5} : proteção da saúde humana	35
Quadro 16 - PM _{2,5} : IEM	36
Quadro 17 - PM _{2,5} : Objetivo de redução	37

Índice de figuras:

Figura 1 - Zona Madeira/Aglomeração Funchal	13
Figura 2 - Estações de São João e Estação de São Gonçalo.....	14
Figura 3 - Estação de Santana	15
Figura 4 - Estações de monitorização e sistema de aquisição de dados	15
Figura 5 – Direção predominante do vento na RQA da RAM em 2021	19
Figura 6 - Velocidade média diária do vento na RQA da RAM em 2021.	19
Figura 7 - Humidade relativa média diária na RQA da RAM em 2021.....	20
Figura 8 - Temperatura média diária na RQA da RAM em 2021.....	21
Figura 9 - Radiação média diária na RQA da RAM em 2021.....	21

Figura 10 – Valores máximos diários de CO e respetivo limite máximo diário das médias octo-horárias, LSA e LIA.....	22
Figura 11 - Concentração horária de SO ₂ em São Gonçalo e em Santana e respetivo limite horário	23
Figura 12 - Concentração média diária de SO ₂ em São Gonçalo e em Santana e respetivo limite diário, LSA e LIA.....	24
Figura 13 - Concentração média diária de SO ₂ em São Gonçalo e Santana e respetivo LSA, LIA e nível crítico.....	25
Figura 14 - Concentração máxima diária de NO ₂ na RQA da RAM respetivo limite horário e limiares de alerta	26
Figura 15 - Concentração média anual de NO ₂ na RQA da RAM e respetivo limite anual LSA e LIA.....	27
Figura 16 - Concentração média anual de NO _x em Santana, nível crítico, LSA e LIA .	28
Figura 17 – Concentração média diária de O ₃ em São Gonçalo e Santana, limiar de informação, limiar de alerta, valor alvo e objetivo a longo prazo.....	30
Figura 18 Ultrapassagens do valor alvo e objetivo a longo prazo de O ₃	30
Figura 19 - O ₃ : valor alvo e objetivo a longo prazo para proteção da vegetação e das florestas na estação rural de fundo.	31
Figura 20 – Concentração média diária de PM ₁₀ na RQA da RAM e respetivo limite diário, LIA e LSA.....	32
Figura 21 - Concentração média diária de PM ₁₀ nos dias sem previsão de eventos naturais na RQA da RAM e respetivo limite diário	34
Figura 22 – Média anual de PM ₁₀ nos dias sem previsão de eventos naturais na RQA da RAM e respetivo limite anual.	34
Figura 23- Comparação da média anual de PM ₁₀ na RQA da RAM com e sem eventos naturais de transporte de poeiras do norte de África.	35
Figura 24 Concentração média anual de PM _{2,5} na RQA da RAM e respetivo limite anual	37

Abreviaturas (usadas nas figuras)

SJ – Estação de São João	6F – Sexta-feira
SG – Estação de São Gonçalo	Jan - Janeiro
San – Estação de Santana	Fev - Fevereiro
LIA – Limiar inferior de avaliação	Mar - Março
LSA - Limiar superior de avaliação	Abr - Abril
LI – Limiar de informação	Mai - Maio
LA - Limiar de Alerta	Jun - Junho
SH – Saúde humana	Jul - Julho
V – Vegetação	Ago - Agosto
VA – Valor alvo	Set - Setembro
Conc. - Concentração	Out - Outubro
Máx. – Máximo(a)	Nov - Novembro
Méd. - Média	Dez - Dezembro
2F – Segunda-feira	RQA - Rede de monitorização de qualidade de ar
3F – Terça-feira	RAM – Região Autónoma da Madeira
4F – Quarta-feira	
5F – Quinta-feira	
OLP – Objetivo a longo prazo	

1 - Introdução

O presente documento pretende avaliar, os valores das concentrações dos poluentes atmosféricos obtidos no decorrer de 2021 na Rede de Monitorização da Qualidade do Ar da Região Autónoma da Madeira (RAM), composta pelas estações de São João (Urbana de Tráfego), São Gonçalo (Urbana de Fundo) e Santana (Rural de Fundo).

Ao longo do ano de 2021 estas estações analisaram de forma contínua os principais poluentes atmosféricos decorrentes da legislação nacional vigente em matéria de qualidade do ar:

- Óxidos de azoto (NO-NO₂-NO_x);
- Ozono (O₃);
- Monóxido de carbono (CO)
- Dióxido de enxofre (SO₂);
- Partículas atmosféricas (PM_{2,5} e PM₁₀);

Assim como alguns 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 relativa à qualidade do ar ambiente, Decreto-Lei n.º 102/2010, de 23 de setembro, na sua atual redação (DL). Este diploma legal, 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 – Enquadramento legal

O Decreto-Lei n.º 102/2010, de 23 de setembro, alterado pelo Decreto-Lei n.º 43/2015, de 27 de março, 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.

O suprarreferido diploma legal 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.

O diploma acima mencionado estabelece medidas destinadas a:

- a) Definir e fixar objetivos relativos à qualidade do ar ambiente, destinados a evitar, prevenir ou reduzir os efeitos nocivos para a saúde humana e para o ambiente;
- b) Avaliar, com base em métodos e critérios comuns, a qualidade do ar ambiente no território nacional;
- c) Obter informação relativa à qualidade do ar ambiente, a fim de contribuir para a redução da poluição atmosférica e dos seus efeitos e acompanhar as tendências a longo prazo, bem como as melhorias obtidas através das medidas implementadas;
- d) Garantir que a informação sobre a qualidade do ar ambiente seja disponibilizada ao público;
- e) Preservar a qualidade do ar ambiente quando ela seja boa e melhorá-la nos outros casos; e
- f) Promover a cooperação com os outros Estados membros de forma a reduzir a poluição atmosférica.

De facto, a qualidade do ar ambiente é uma componente ambiental determinante, em particular para a saúde pública e para a qualidade de vida dos cidadãos. Por isso, o Decreto-Lei n.º 102/2010, de 23 de setembro, alterado pelo Decreto-Lei n.º 43/2015, de 27 de março, estabelece o regime da avaliação e gestão da qualidade do ar ambiente, atribuindo particular importância ao combate das emissões de poluentes na origem e à

aplicação das medidas mais eficazes de redução de emissões, a nível local e nacional, como formas de proteção da saúde humana e do ambiente.

Os efeitos dos diferentes poluentes atmosféricos na saúde traduzem-se no aparecimento ou agravamento de doenças respiratórias e cardiovasculares, particularmente em populações sensíveis como as crianças, idosos e indivíduos com problemas respiratórios.

Estudos científicos realizados ao nível da Comissão Europeia, no âmbito do Programa *Clean Air For Europe* (CAFE), revelam efeitos nocivos na saúde devido aos níveis de poluição do ar na Europa.

A RAM está dotada de estações onde a medição é efetuada de forma fixa em regime contínuo, sendo as mesmas geridas pela Direção Regional do Ambiente e Alterações Climáticas (DRAAC).

De acordo com as medidas estabelecidas no referido diploma legal, é possível verificar a qualidade do ar ambiente, devendo, sempre que os objetivos não sejam atingidos, ser tomadas medidas para dar cumprimento aos valores limite e aos níveis críticos e, sempre que possível, para atingir os valores alvo e os objetivos a longo prazo, encontrando-se previsto, se necessário, a aplicação de medidas da responsabilidade de diversos agentes, as quais podem estar integradas em planos de ação de curto prazo ou em planos de qualidade do ar, estes últimos, concretizados através de programas de execução que caracterizam as medidas a aplicar.

O DL, introduz novos elementos relevantes para a avaliação e gestão da qualidade do ar ambiente, especialmente no que diz respeito à regulamentação e à vigilância das partículas finas (PM_{2,5}), com o estabelecimento de um valor alvo a ser cumprido a partir de 2010, o qual passou a valor limite em 2015. É ainda estabelecido, com base num indicador médio de exposição, um limite de concentração de exposição de PM_{2,5} a cumprir desde 2015 e um objetivo de redução nacional a cumprir desde 2020. De referir que até ao presente, este objetivo foi cumprido em todas as estações regionais de qualidade do ar.

3 - Poluição Atmosférica

As grandes concentrações humanas que hoje existem na 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 das nossas vidas [1].

A poluição atmosférica é gerada por atividades industriais, processos de produção de energia, veículos automóveis, queimadas, entre outras ações antrópicas. Ela pode ser definida como qualquer forma de matéria ou energia com intensidade, concentração, duração ou características que possam tornar o ar impróprio, nocivo 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 azoto (NO_x), hidrocarbonetos (HC), entre os quais estão alguns considerados cancerígenos, óxidos de enxofre (SO_x), partículas inaláveis (PM₁₀), entre outras substâncias [3].

4 - Definições

De acordo com o artigo 2.º do DL, entende-se por:

- a) «Aglomeração» uma zona que constitui uma conurbação caracterizada por um número de habitantes superior a 250 000 ou em que o número de habitantes se situe entre os 250 000 e os 50 000 e tenha uma densidade populacional superior a 500 hab./km²;
- b) «Ar ambiente» o ar exterior da troposfera, excluindo os locais de trabalho tal como definidos no Decreto-Lei n.º 347/93, de 1 de outubro, onde são aplicáveis as disposições em matéria de saúde e segurança no trabalho e aos quais o público não tem acesso regular;
- c) «Arsénio», «cádmio», «níquel» e «benzo(a)pireno» o teor total destes elementos e de compostos na fração PM₁₀;
- d) «Avaliação» qualquer método utilizado para medir, calcular, prever ou estimar níveis de poluentes;
- e) «Composto orgânico volátil (COV)» compostos orgânicos com origens antropogénica e biogénica, não incluindo o metano, que podem produzir oxidantes fotoquímicos por reação com óxidos de azoto na presença da luz solar;
- f) «Contribuições provenientes de fontes naturais» emissões de poluentes não causadas direta nem indiretamente por atividades humanas, nas quais se incluem catástrofes naturais como erupções vulcânicas, atividade sísmica, atividade geotérmica, incêndios florestais incontrollados, ventos de grande intensidade, aerossóis marinhos ou a ressuspensão ou transporte atmosférico de partículas naturais provenientes de regiões secas;
- g) «Deposição total ou global» a massa total de poluentes transferidos da atmosfera para superfícies, tais como o solo, a vegetação, a água e os edifícios, numa determinada área e em determinado período de tempo;
- h) «Estimativas objetivas» métodos de avaliação que permitem estimar concentrações respeitando objetivos de qualidade menos rigorosos que a modelação;
- i) «Hidrocarbonetos aromáticos policíclicos» os compostos orgânicos, formados pelo menos por dois anéis aromáticos fundidos, inteiramente constituídos por carbono e hidrogénio;
- j) «Indicador de exposição média (IEM)» um nível médio de PM_{2,5} 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_{2,5};

l) «Limiar de alerta» um 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;

m) «Limiar de informação» um nível acima do qual uma exposição de SO₂, NO_x ou ozono de curta duração apresenta riscos para a saúde humana de grupos particularmente sensíveis da população, a partir do qual é necessária a divulgação imediata de informações adequadas;

n) «Limiar inferior de avaliação (LIA)» um nível abaixo do qual a qualidade do ar ambiente pode ser avaliada apenas através de técnicas de modelação ou de estimativa objetiva;

o) «Limiar superior de avaliação (LSA)» um nível abaixo do qual a qualidade do ar ambiente pode ser avaliada utilizando uma combinação de medições fixas e de técnicas de modelação e ou medições indicativas;

p) «Limite de concentração de exposição» um nível de PM_{2,5} 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;

q) «Margem de tolerância» a percentagem do valor limite em que este valor pode ser excedido nas condições fixadas no Decreto-Lei;

r) «Medição fixa» uma medição efetuada 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;

s) «Medição indicativa» uma medição que respeita objetivos de qualidade dos dados menos rigorosos do que os definidos para as medições fixas;

t) «Mercúrio gasoso total» o vapor de mercúrio elementar (Hg⁰) e mercúrio gasoso reativo, ou seja, espécies de mercúrio solúveis em água com uma pressão de vapor suficientemente elevada para existir na fase gasosa;

u) «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;

v) «Nível» a concentração de um poluente no ar ambiente ou a sua deposição em superfícies num dado intervalo de tempo;

- x) «Nível crítico» um nível fixado com base em conhecimentos científicos, acima do qual podem verificar -se efeitos nocivos diretos em recetores como árvores, outras plantas ou ecossistemas naturais, mas não em seres humanos;
- z) «Objetivo a longo prazo» um nível a atingir a longo prazo, exceto quando tal não seja exequível através de medidas proporcionadas, com o intuito de assegurar uma proteção efetiva da saúde humana e do ambiente;
- aa) «Objetivo nacional de redução da exposição» uma percentagem de redução da exposição média da população, fixada para o ano de referência com o intuito de reduzir os efeitos nocivos na saúde humana, a ser alcançado, na medida do possível, durante um determinado período de tempo;
- bb) «Óxidos de azoto» a soma das concentrações de monóxido e dióxido de azoto, adicionadas como partes por bilião (ppbv), e expressa em microgramas por metro cúbico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) de dióxido de azoto;
- cc) «PM₁₀» as partículas em suspensão suscetíveis de passar através de uma tomada de ar seletiva, tal como definido no método de referência para a amostragem e medição de PM₁₀, norma EN 12341, com uma eficiência de corte de 50 % para um diâmetro aerodinâmico de 10 μm ;
- dd) «PM_{2,5}» as partículas em suspensão suscetíveis de passar através de uma tomada de ar seletiva, tal como definido no método de referência para a amostragem e medição de PM_{2,5}, norma EN 14907, com uma eficiência de corte de 50 % para um diâmetro aerodinâmico de 2,5 μm ;
- ee) «Poluente» qualquer substância presente no ar ambiente que possa ter efeitos nocivos na saúde humana e ou no ambiente;
- ff) «Substâncias precursoras de ozono» substâncias que contribuem para a formação de ozono na baixa troposfera, algumas das quais são enumeradas na lista constante do Anexo XI do Decreto-Lei;
- gg) «Valor alvo» um nível fixado com o intuito de evitar, prevenir ou reduzir os efeitos nocivos na saúde humana ou no ambiente, a atingir, na medida do possível, durante um determinado período de tempo;
- hh) «Valor limite» um nível fixado com base em conhecimentos científicos com o intuito de evitar, prevenir ou reduzir os efeitos nocivos na saúde humana e ou no ambiente, a atingir num prazo determinado e que, quando atingido, não deve ser excedido;
- ii) «Zona» a área geográfica de características homogéneas, em termos de qualidade do ar, ocupação de solo e densidade populacional delimitada para fins de avaliação e gestão da qualidade do ar.

5 - Delimitação de zonas e aglomerações na Avaliação da qualidade do ar ambiente

Para efeitos de avaliação e gestão da qualidade do ar ambiente na RAM, as zonas e aglomerações para cada poluente são delimitadas pela DRAAC em articulação com a Agência Portuguesa do Ambiente (APA). A delimitação das zonas e aglomerações é revista de cinco em cinco anos, em função dos resultados da avaliação da qualidade do ar ambiente e de alterações dos critérios que determinaram a sua delimitação.

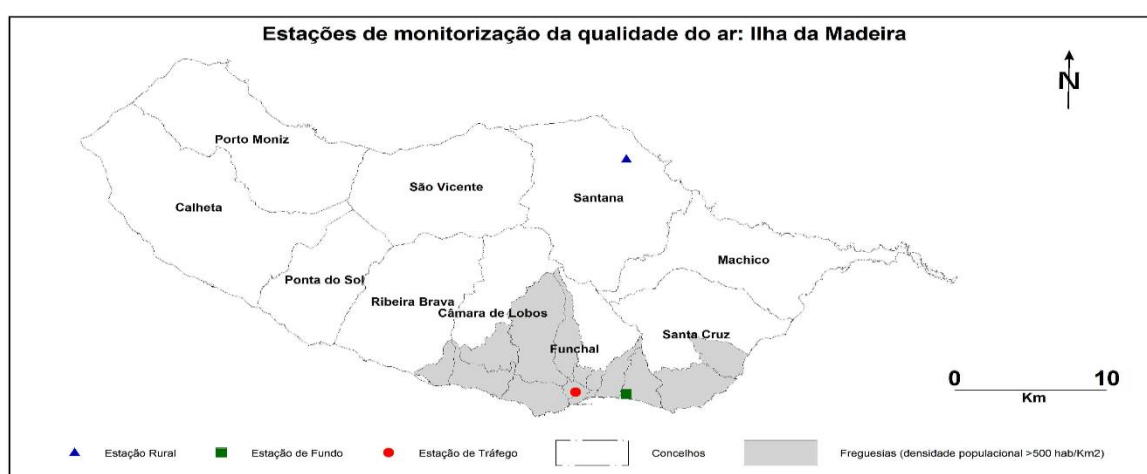


Figura 1 - Zona Madeira/Aglomeração Funchal

Fonte: Direção Regional do Ambiente e Alterações Climáticas da Região Autónoma da Madeira.

Quadro 1 - Freguesias que constituem a aglomeração Funchal

CONCELHO	FREGUESIA	DENSIDADE POPULACIONAL (Hab./km ²)	ANO
Câmara de Lobos	Quinta Grande	506,92	2011
Câmara de Lobos	Câmara de Lobos	2324,54	
Câmara de Lobos	Estreito de Câmara de Lobos	1304,92	
Funchal	Santo António	1235,42	
Funchal	São Martinho	3329,59	
Funchal	São Roque	1251,46	
Funchal	São Pedro	4881,7	
Funchal	Sé	694,76	
Funchal	Imaculado Coração de Maria	4569,71	
Funchal	Santa Luzia	4381,67	
Funchal	Santa Maria Maior	2744,79	
Funchal	São Gonçalo	933,25	
Santa Cruz	Canico	1949,01	
Santa Cruz	Gaula	579,77	

6 - Rede de Monitorização da Qualidade do Ar da RAM

No sentido da prevenção dos efeitos nocivos sobre a saúde humana e sobre o ambiente na sua globalidade, a RQAR da RAM, tem como objetivos: a avaliação da qualidade do ar, com base em métodos e critérios de medição comuns a todo o território nacional; a obtenção de informação adequada e também a disponibilização da informação ao público.

É composta por três estações fixas:

- Duas estações na Aglomeração Funchal, nomeadamente, estação de São João (Urbana de Tráfego) e estação de São Gonçalo (Urbana de Fundo) e;
- Uma estação na Zona Madeira, a estação de Santana (Rural de Fundo).

Quadro 2– Caracterização das Estações de monitorização da qualidade do ar na RAM

Tipo	Início de Funcionamento	Poluentes					Dados Meteorológicos				
		CO	NO ₂	SO ₂	O ₃	PM ₁₀	DV	VV	HR	IR	T
Rural	09/04/2013		X	X	X	X	X	X	X	X	X
Fundo	01/04/2003		X	X	X	X	X	X	X	X	X
Tráfego	10/04/2003	X	X	X		X	X	X	X	X	X

Nota: as siglas apresentadas no quadro anterior dizem respeito ao seguinte:

CO – Monóxido de Carbono

NO₂ – Dióxido de Azoto

SO₂ – Dióxido de Enxofre

O₃ – Ozono

PM₁₀ – Partículas em suspensão

DV – Direção do Vento

VV – Velocidade do Vento

HR – Humidade Relativa

IR – Intensidade de Radiação

T – Temperatura



Figura 2 - Estações de São João e Estação de São Gonçalo



Figura 3 - Estação de Santana

As estações estão equipadas com analisadores automáticos que permitem a monitorização em contínuo de vários poluentes. Estes equipamentos têm ainda a capacidade de calcular e armazenar as concentrações em médias de 15 minutos, sendo estes dados posteriormente recolhidos por um *software* específico **Atmis** (*Atmospheric and Meteorological Instrumentation System*), utilizado a nível nacional pelas entidades gestoras da qualidade do ar ambiente.

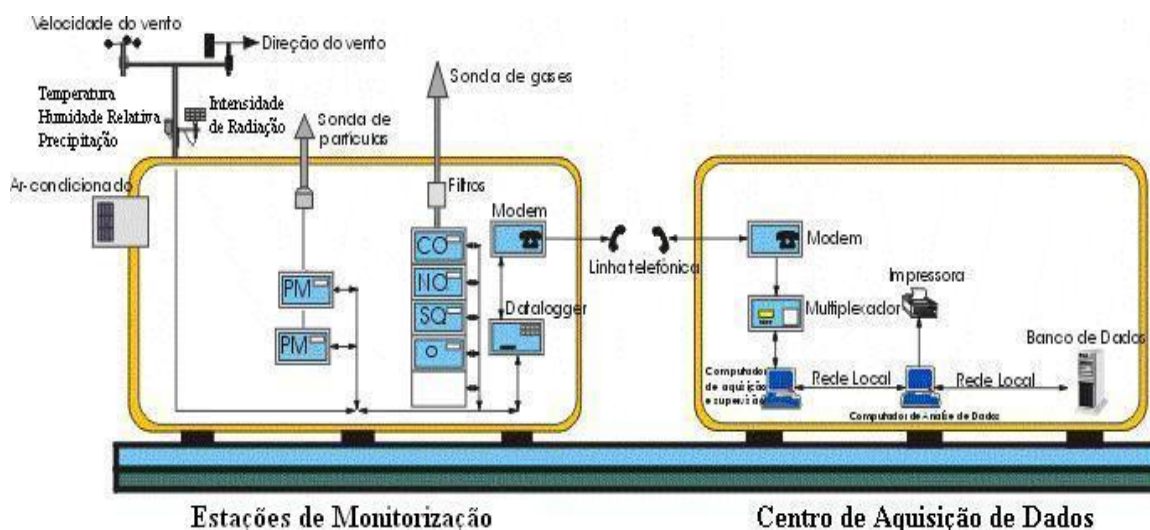


Figura 4 - Estações de monitorização e sistema de aquisição de dados

6.1 - Métodos de referência para a avaliação das concentrações no ar ambiente

Os analisadores existentes na Rede de Qualidade do Ar da RAM efetuam a respetiva monitorização em conformidade com os métodos de referência infra:

6.1.1 - Método de referência para a medição do dióxido de enxofre

O método de referência para a medição do dióxido de enxofre é o método descrito na norma EN 14212:2005 «*Ambient air quality — Standard method for the measurement of the concentration of sulphur dioxide by ultraviolet fluorescence*».

6.1.2 - Método de referência para a medição do dióxido de azoto e dos óxidos de azoto

O método de referência para a medição do dióxido de azoto e dos óxidos de azoto é o método descrito na norma EN 14211:2005 «*Ambient air quality — Standard method for the measurement of the concentration of nitrogen dioxide and nitrogen monoxide by chemiluminescence*».

6.1.3 - Método de referência para a amostragem e medição de PM₁₀

O método de referência para a amostragem e medição de PM₁₀ é o método descrito na norma EN 12341:1999 «*Air Quality — Determination of the PM₁₀ fraction of suspended particulate matter — Reference method and field test procedure to demonstrate reference equivalence of measurement methods*».

6.1.4 - Método de referência para a amostragem e medição de PM_{2,5}

O método de referência para a amostragem e medição de PM_{2,5} é o método descrito na norma EN 14907:2005 «*Standard gravimetric measurement method for the determination of the PM_{2,5} mass fraction of suspended particulate matter*».

6.1.5 - Método de referência para a medição do monóxido de carbono

O método de referência para a medição do monóxido de carbono é o método descrito na norma EN 14626:2005 «*Ambient air quality — Standard method for the measurement of the concentration of carbon monoxide by non -dispersive infrared spectroscopy*».

6.1.6 - Método de referência para a medição do ozono

O método de referência para a medição do ozono é o método descrito na norma EN 14625:2005 «*Ambient air quality — Standard method for the measurement of the concentration of ozone by ultraviolet photometry*».

7 - Análise de resultados

7.1 - Objetivos de qualidade dos dados para a avaliação no ar ambiente dos poluentes: dióxido de enxofre, dióxido de azoto, óxidos de azoto, monóxido de carbono, partículas (PM₁₀ e PM_{2,5}) e ozono

O Anexo II do Decreto-Lei n.º 102/2010, de 23 de setembro, alterado pelo Decreto-Lei n.º 43/2015, de 27 de março, define como objetivos de qualidade as percentagens apresentadas no quadro infra:

Quadro 3 - Eficiência de recolha de dados (%)

Medições fixas	SO ₂	NO	NO ₂	NO _x	CO	PM ₁₀	PM _{2,5}	O ₃
São João	-	100	100	100	100	100	100	-
São Gonçalo	100	100	100	100	-	100	100	100
Santana	100	100	100	100	-	100	100	98,1

Da análise do quadro supra conclui-se que em todos os analisadores foi cumprida a taxa mínima de recolha de dados de 90% para: dióxido de enxofre, dióxido de azoto, óxidos de azoto e monóxido de carbono e partículas em suspensão (PM₁₀/PM_{2,5}) e a taxa de recolha de dados de 90 % no verão e de 75 % no inverno, para: Ozono e NO e NO₂ definida no Anexo II do Decreto-Lei n.º 102/2010 de 23, de setembro, na sua atual redação.

7.2 - Análise dos resultados meteorológicos

A qualidade do ar de uma determinada região está diretamente relacionada com o número de fontes de emissão e com as condições meteorológicas, tais como, a direção e velocidade média do vento, humidade relativa, temperatura e intensidade de radiação solar.

A variação destes parâmetros meteorológicos na atmosfera dificulta e/ou facilita a dispersão dos poluentes presentes na mesma. Devido a este comportamento de mudanças nos parâmetros meteorológicos, torna-se necessário correlacionar os

resultados obtidos das concentrações dos poluentes monitorizados com os dados meteorológicos.

De seguida apresenta-se a avaliação dos dados meteorológicos das três estações que compõem a Rede de Monitorização da Qualidade do Ar da Região Autónoma da Madeira, nomeadamente, a estação de São João, estação de São Gonçalo e estação de Santana.

7.2.1 – Eficiência de recolha e médias anuais dos parâmetros meteorológicos

Quadro 4- Eficiência de recolha de dados e velocidade média anual e direção predominante do vento na RQA da RAM em 2021

Estações	Direção do Vento		Velocidade do Vento	
	Eficiência (%)	Predominância anual	Eficiência (%)	Média anual (m/s)
Santana	100	Norte	100	0,6
São Gonçalo	100	Nordeste	100	0,7
São João	100	Noroeste	100	0,7

Quadro 5 – Eficiência de recolha de dados, humidade Relativa (%), temperatura (°C) e intensidade da radiação (W/m²) na RQA da RAM em 2021

Estações	Humidade relativa		Temperatura		Intensidade da radiação	
	Eficiência (%)	Média anual (%)	Eficiência (%)	Média anual (°C)	Eficiência (%)	Média anual (W/m ²)
Santana	100	81	100	16,5	100	79
São Gonçalo	100	66	100	19,9	100	149
São João	100	68	100	20,4	100	124

Da análise dos quadros anteriores verifica-se que no ano 2021, obteve-se uma elevada eficiência na monitorização dos parâmetros meteorológicos.

7.2.2 - Direção do vento

A direção predominante do vento registada na RQA da RAM durante o ano 2021 é apresentada na figura infra.

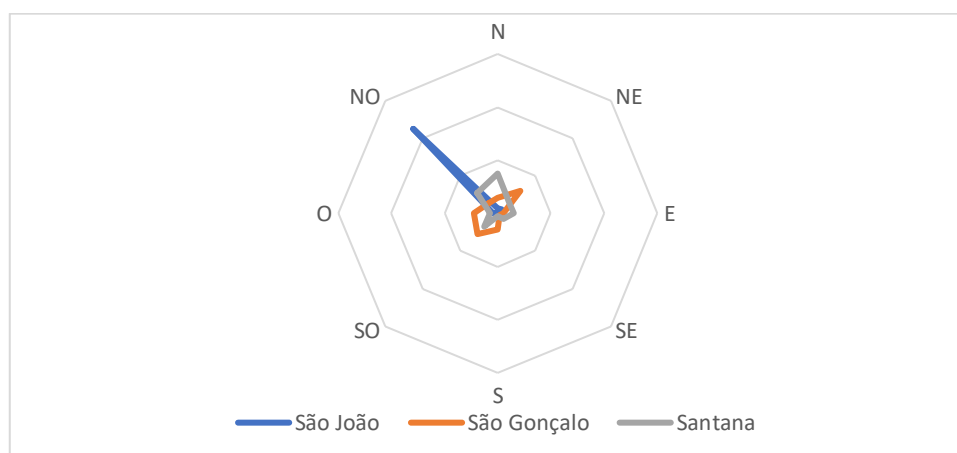


Figura 5 – Direção predominante do vento na RQA da RAM em 2021

Pela análise da figura verifica-se a predominância do vento do quadrante Noroeste na Estação de São João, Nordeste em São Gonçalo e de Norte em Santana.

7.2.2 - Velocidade do vento

Na figura 6 podemos observar a evolução da velocidade do vento registada na RQA da RAM durante o ano 2021.

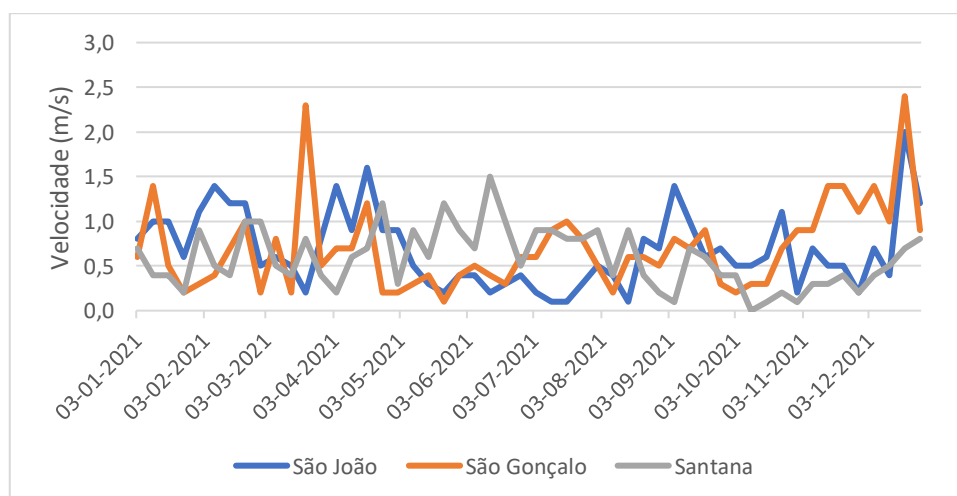


Figura 6 - Velocidade média diária do vento na RQA da RAM em 2021.

A velocidade média diária nas estações de qualidade do ar foi semelhante em todas as estações não tendo grande variação. Como já havia sido referido anteriormente a média anual em São João e São Gonçalo foi de 0,7 m/s e em Santana de 0,6 m/s. A estação que registou o valor médio diário mais elevado foi a de Santana com 2,4 m/s a 19 de dezembro de 2021. No dia 10 de outubro de 2021 foi registado a média diária mais baixa da RQA da RAM em São João com 0 m/s.

7.2.3 – Humidade relativa

Na figura 7 encontra-se a evolução da humidade relativa registada na RQA da RAM em 2021.

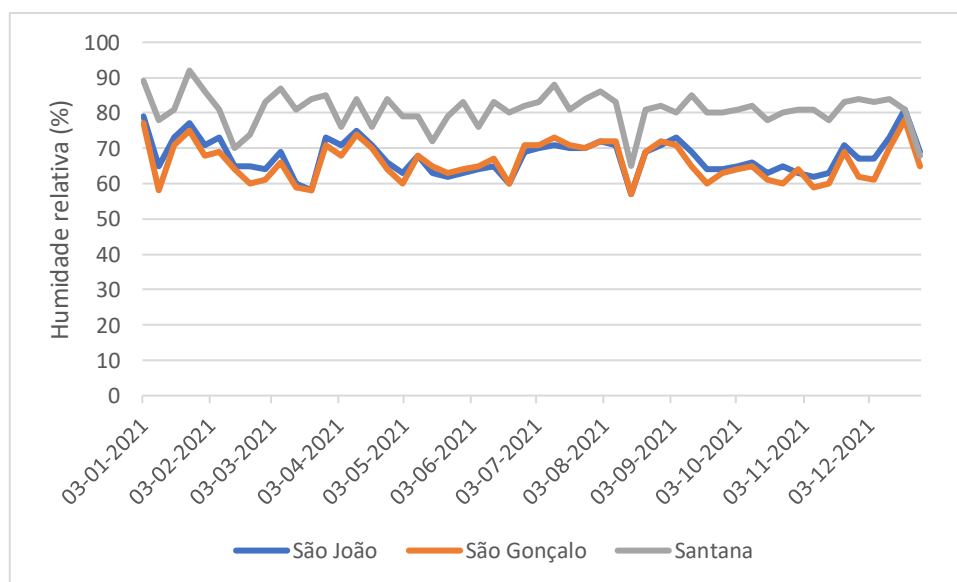


Figura 7 - Humidade relativa média diária na RQA da RAM em 2021.

Através da análise da figura 7 pode-se constatar que a alteração da humidade relativa em São João e em São Gonçalo é muito semelhante. Santana apresenta valores mais elevados, contudo com padrões de variação semelhantes. Os valores médios diários mais baixos registados em 2021 foram registados nas estações urbanas tendo ocorrido a 15 de agosto (São Gonçalo, 57% e São João, 57%). O valor mais alto foi observado em Santana, 92%, a 24 de janeiro.

7.2.4 – Temperatura

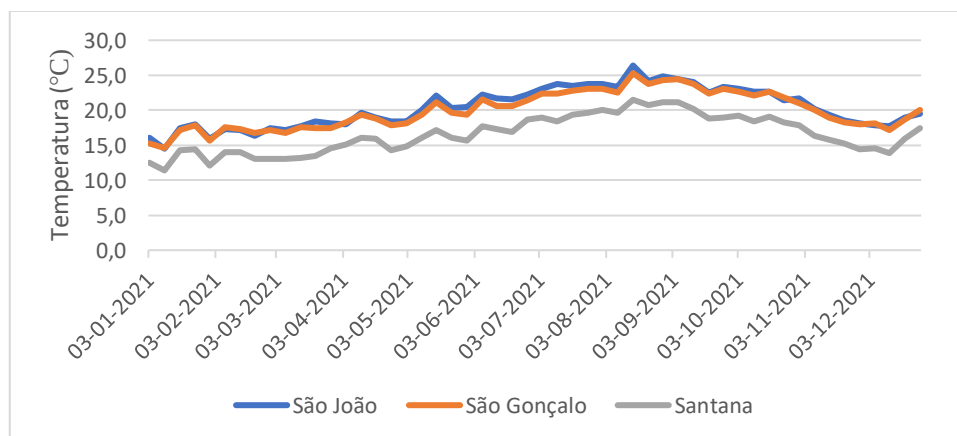


Figura 8 - Temperatura média diária na RQA da RAM em 2021.

Ao observarmos a figura 8 pode-se concluir que em todas as estações o padrão de variação de temperatura é semelhante, embora em Santana as temperaturas médias diárias sejam aproximadamente 4 °C mais baixas. São João e São Gonçalo apresentam valores diários muito semelhantes o que também se reflete na média anual sendo esta em São João de 20,3 °C e em São Gonçalo de 19,9 °C, já em Santana a média anual foi de 16,5 °C.

7.2.5 – Intensidade da radiação

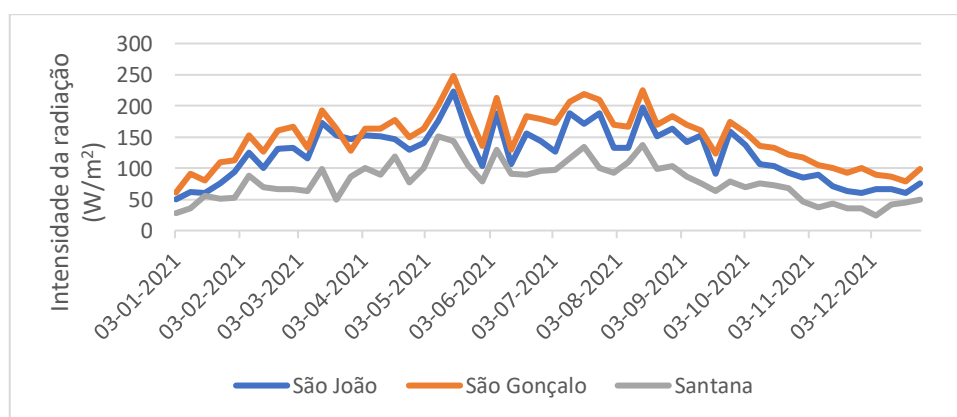


Figura 9 - Radiação média diária na RQA da RAM em 2021.

Em termos de intensidade de radiação média diária, a estação de São Gonçalo é a que apresenta valores diários mais altos, seguida de São João com valores ligeiramente inferiores apresentando Santana valores mais reduzidos. O valor médio anual em São Gonçalo foi de 149 W/m², em São João foi de 124 W/m² e em Santana foi de 79 W/m².

7.3 – Análise dos poluentes atmosféricos

7.3.1 - Monóxido de Carbono (CO)

7.3.1.1 - Proteção da saúde humana

O quadro infra indica o valor limite diário previsto para o poluente monóxido de carbono tendo em vista a proteção da saúde humana e os respetivos limiares de avaliação definidos no diploma suprarreferido.

Quadro 6 - Monóxido de Carbono (CO)

Período de referência	Valor limite (mg/m ³)	Limiar superior de avaliação (LSA)	Limiar inferior de avaliação (LIA)
Máximo diário das médias de oito horas (*)	10		
Média horária por períodos de oito horas		70 % do valor limite (i)	50 % do valor limite (ii)

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 desta forma 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.

- (i) 70 % do valor limite (7 mg/m³).
- (ii) 50 % do valor limite (5 mg/m³).

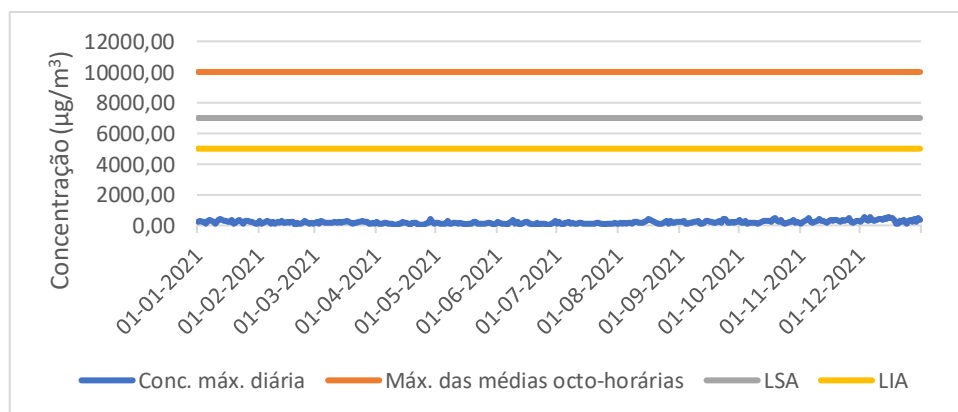


Figura 10 – Valores máximos diários de CO e respetivo limite máximo diário das médias octo-horárias, LSA e LIA

Através da análise da figura 10 pode-se verificar que as concentrações de CO se encontram muito abaixo do valor limite máximo diário das médias octo-horárias, não havendo qualquer violação do citado limite. Todos os valores máximos diários das médias octo-horárias de CO ficaram abaixo do LIA, o que indica que as médias octo-horárias deste poluente também foram inferiores ao LIA, nível abaixo do qual a qualidade do ar ambiente pode ser avaliada apenas através de técnicas de modelação ou de estimativa objetiva.

7.3.2 - Dióxido de enxofre (SO₂)

7.3.2.1 - Proteção da saúde humana

O quadro seguinte indica os limites para o poluente SO₂ tendo em vista a proteção da saúde humana e os respetivos limiares de avaliação definidos no DL.

Quadro 7 - Dióxido de enxofre (SO₂) - Proteção da saúde humana

Período de referência	Valor limite (µg/m ³)	Limiar de Alerta (µg/m ³)	LSA - H (µg/m ³)	LIA - H (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.

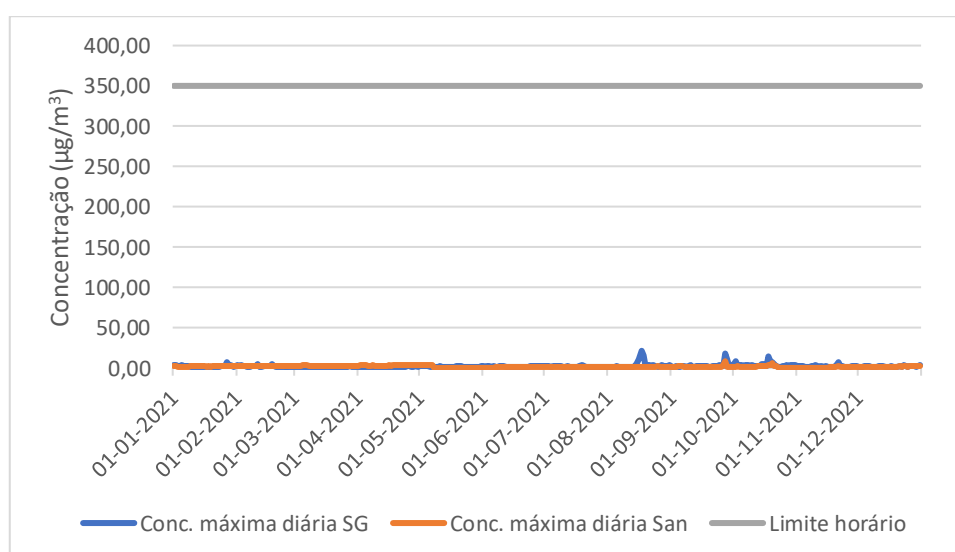


Figura 11 - Concentração horária de SO₂ em São Gonçalo e em Santana e respetivo limite horário

Apreciada a figura 11 podemos verificar o cumprimento do valor limite horário de SO₂ no decorrer de 2021 em ambas as estações.

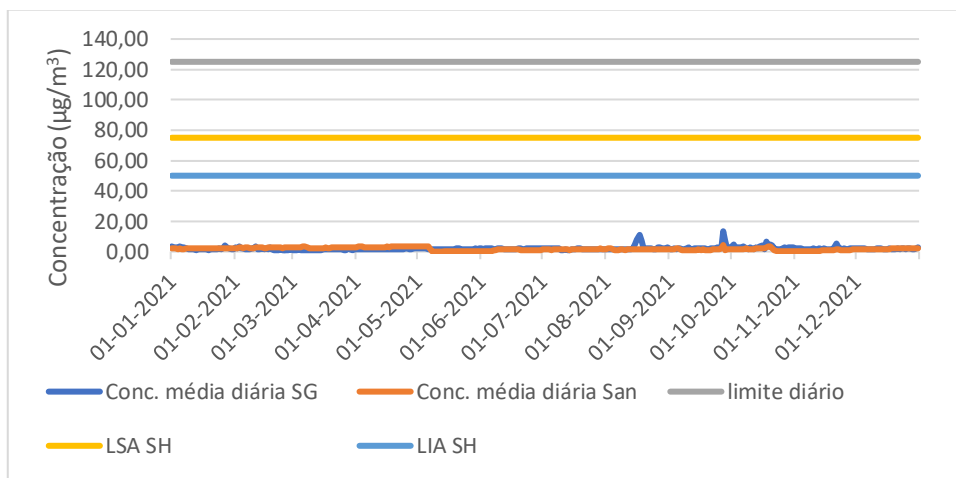


Figura 12 - Concentração média diária de SO₂ em São Gonçalo e em Santana e respetivo limite diário, LSA e LIA

Ao analisarmos a figura supra, podemos verificar em 2021, o cumprimento nas duas estações de fundo, do valor limite diário de SO₂. Em São Gonçalo, a concentração média diária mais elevada do ano foi de 13,39 μg/m³ no dia 27 de setembro enquanto que a mais baixa foi de 0,78 μg/m³ no dia 25 de fevereiro. Em Santana o valor mais elevado ocorreu também no dia 27 de setembro (4,33 μg/m³) e os valores mais baixos registaram-se no período de 8 a 13 de maio, com concentrações médias diárias de 0 μg/m³. Todos os valores obtidos ficaram abaixo do LIA, nível abaixo do qual a qualidade do ar ambiente pode ser avaliada apenas através de técnicas de modelação ou de estimativa objetiva.

7.3.2.2 - Proteção da vegetação e ecossistemas naturais

O poluente SO₂ possui dois níveis críticos para a proteção da vegetação sendo um anual e outro de inverno, compreendido entre 1 de outubro e 31 de março. Encontram-se igualmente definidos Limiares de avaliação para a proteção de vegetação e ecossistemas aplicáveis ao referido período.

Quadro 8 - Dióxido de enxofre (SO₂) - Proteção da vegetação e de ecossistemas

Período de referência	Nível crítico (μg/m ³)	LSA - V (μg/m ³)	LIA - V (μg/m ³)
Ano Civil	20		
Inverno (*)	20	12	8

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

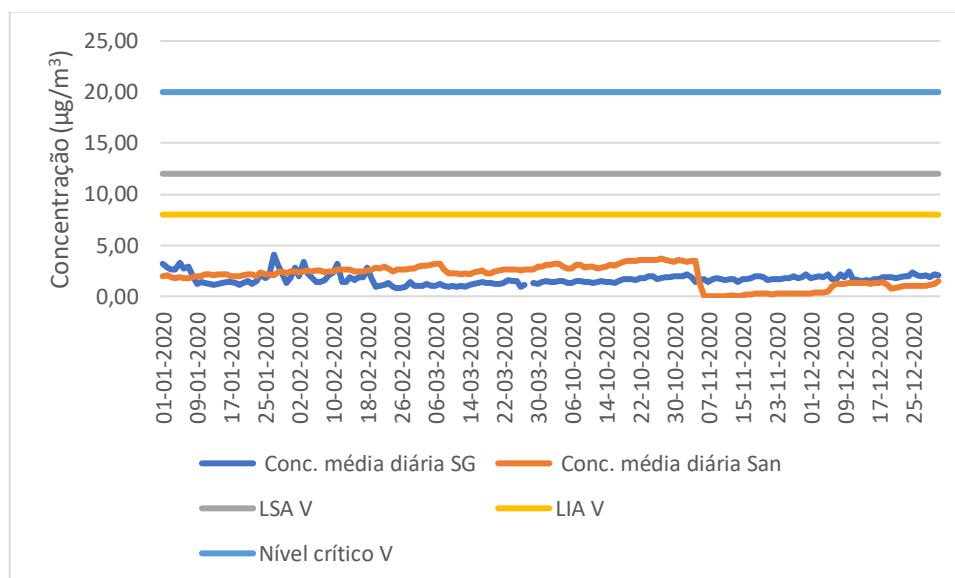


Figura 13 - Concentração média diária de SO₂ em São Gonçalo e Santana e respetivo LSA, LIA e nível crítico.

Pela análise da figura supra verifica-se tanto em São Gonçalo, como em Santana, o cumprimento dos níveis críticos definidos para o poluente SO₂, para a proteção da vegetação e dos ecossistemas. Em ambas estações a média de inverno esteve sempre abaixo do limiar inferior de avaliação definido para o período de inverno, nível abaixo do qual a qualidade do ar ambiente pode ser avaliada utilizando através de técnicas de modelação ou de estimativa objetiva.

7.3.3 - Dióxido de azoto (NO₂) e óxidos de azoto (NO_x)

7.3.3.1 - Proteção da saúde humana

O poluente NO₂ possui dois limites para a proteção da saúde humana, um horário e um anual e também um limiar de alerta para avaliação de concentrações horárias.

Quadro 9- Dióxido de azoto (NO₂)

Período de referência	Valor limite (µg/m ³)	Limiar de alerta (µg/m ³)	LSA – SH (µg/m ³)	LIA – SH (µg/m ³)
Uma hora	200 (*)	400 (**)	70 % do valor limite (i)	50 % do valor limite (ii)
Ano Civil	40		80 % do valor limite (iii)	65 % do valor limite (iv)

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

(**) a medir em três horas consecutivas.

(i) 140 µg/m³, a não exceder mais de 18 vezes em cada ano civil.

(ii) 100 µg/m³, a não exceder mais de 18 vezes em cada ano civil.

(iii) 80 % do valor limite (32 µg/m³).

(iv) 65 % do valor limite (26 µg/m³)

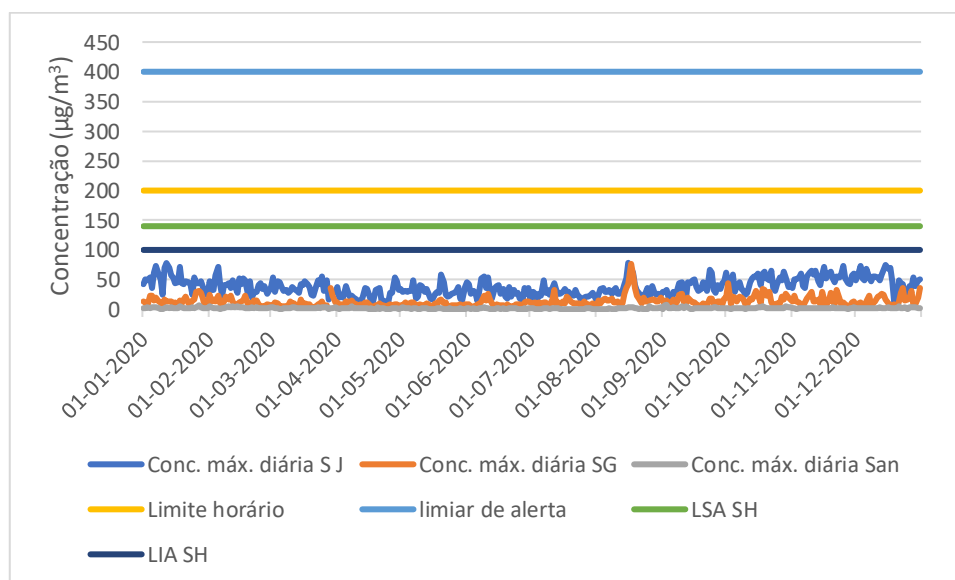


Figura 14 - Concentração máxima diária de NO₂ na RQA da RAM respetivo limite horário e limiares de alerta

A apreciação da figura 14 permite-nos verificar o cumprimento do limite horário e do limiar de alerta. Em São João o valor de NO₂ mais elevado do ano foi de 78,28 µg/m³ e ocorreu a 16 de agosto. Em São Gonçalo a concentração máxima diária do ano foi observada a 17 de agosto (76,53 µg/m³). Na estação de Santana a concentração máxima diária mais elevada do ano registou-se no dia 3 de setembro (7,65 µg/m³). Analisados estes dados pode-se afirmar que em todas as estações regionais foi cumprido o limite horário para o poluente atmosférico NO₂. Relativamente aos Limiares de avaliação, todas as estações de fundo obtiveram concentrações inferiores ao LSI.

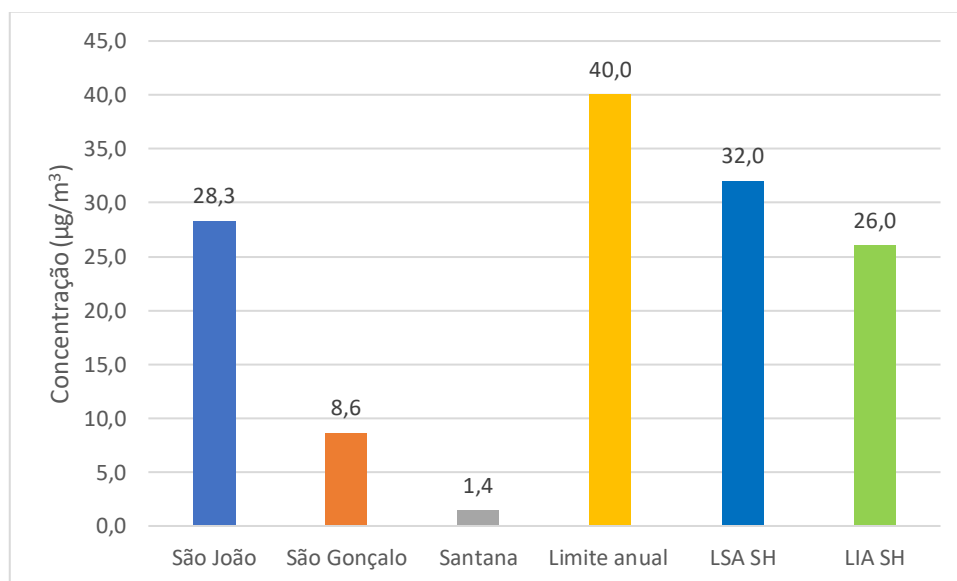


Figura 15 - Concentração média anual de NO₂ na RQA da RAM e respetivo limite anual LSA e LIA

Através da visualização da figura 15 pode-se verificar o cumprimento do limite anual em 2021, em todas as estações regionais, do poluente atmosférico NO₂. São João obteve a média mais elevada de 28,3 µg/m³, enquanto que a mais baixa foi a de Santana 1,4 µg/m³. Relativamente aos limiares de avaliação, os dados obtidos revelam que nas duas estações de fundo as médias anuais encontram-se abaixo do LIA, pelo que as suas monitorizações poderiam ser efetuadas apenas através de técnicas de modelação ou de estimativa objetiva. Na estação urbana, a média anual encontra-se compreendida entre o LIA e o LSA, o que significa que estas monitorizações poderiam ser realizadas utilizando uma combinação de medições fixas e de técnicas de modelação e ou medições indicativas. De salientar que em todas as estações da RQA da RAM a monitorização do dióxido de azoto é efetuada em contínuo.

7.3.3.2 - Proteção da vegetação e dos ecossistemas

O poluente atmosférico NO_x, utilizado como referência para proteção da vegetação, possui um nível crítico anual e limiares anuais de avaliação. Tratando-se da proteção de vegetação e dos ecossistemas, são aferidas as concentrações dos poluentes existentes nas estações rurais de fundo, pelo que a análise foi apenas efetuada à estação de Santana.

No quadro seguinte podemos ver os valores definidos para a proteção da vegetação e dos ecossistemas para o NO_x .

Quadro 10 - Óxidos de azoto (NO_x) - Proteção da vegetação e dos ecossistemas

Período de referência	Nível crítico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	LSA – V ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	LIA – V ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Ano Civil	30	80 % do nível crítico (i)	65 % do nível crítico (ii)

Nota: (i) 80 % do nível crítico ($24 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

(iii) 65 % do nível crítico ($19,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

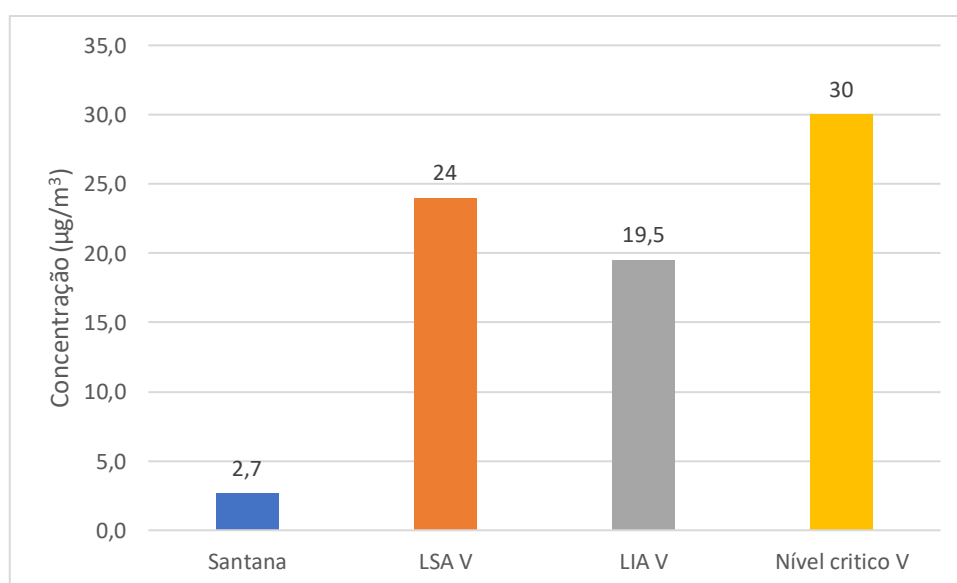


Figura 16 - Concentração média anual de NO_x em Santana, nível crítico, LSA e LIA

Da apreciação da figura 16 pode-se confirmar o cumprimento do nível crítico e de ambos os limiares de avaliação para os óxidos de azoto, relativos à proteção da vegetação e ecossistemas naturais na estação rural de fundo de Santana.

7.3.4 – Ozono (O_3)

Sobre os quadros seguintes (11 e 12) salienta-se que, para a verificação dos valores alvo para proteção da saúde humana e da vegetação e ecossistemas naturais, se não for possível determinar as médias de períodos de três ou cinco anos com base num conjunto completo e consecutivo de dados anuais, os dados anuais mínimos necessários à verificação da observância dos valores alvo são os seguintes:

- Valor alvo para a proteção da saúde humana: dados válidos respeitantes a um ano;

- Valor alvo para a proteção da vegetação: dados válidos respeitantes a três anos.

De salientar ainda que, nos casos em que não se encontrem disponíveis todos os dados possíveis de medir, deve utilizar-se o seguinte fator para o cálculo dos valores AOT40:

$$AOT40_{\text{estimado}} = AOT40_{\text{medido}} * (n.^{\circ} \text{ total horas possível} (*) / n.^{\circ} \text{ de valores horários medidos})$$

(*) Número de horas do período de definição do parâmetro AOT40 (das 8 às 20 horas TEC de 1 de maio a 31 de julho, para proteção da vegetação, e de 1 de abril a 30 de setembro, para proteção das florestas).

As tabelas e as figuras infra apresentam os resultados, para o ano 2021, do poluente O₃, comparando com os respetivos valores alvo, objetivos a longo prazo, limiares de informação e de alerta definidos para a proteção da saúde humana e da vegetação e ecossistemas.

De salientar que por o ozono ser um poluente secundário, o mesmo não possui limiares de avaliação atendendo a que a sua monitorização deve ser sempre em contínuo.

7.3.4.1 – Ozono (O₃) - proteção da saúde humana

O quadro seguinte indica os limites e limiares de avaliação para o poluente O₃ tendo em vista a proteção da saúde humana.

Quadro 11 - Ozono (O₃) - proteção da saúde humana

Período de referência	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.

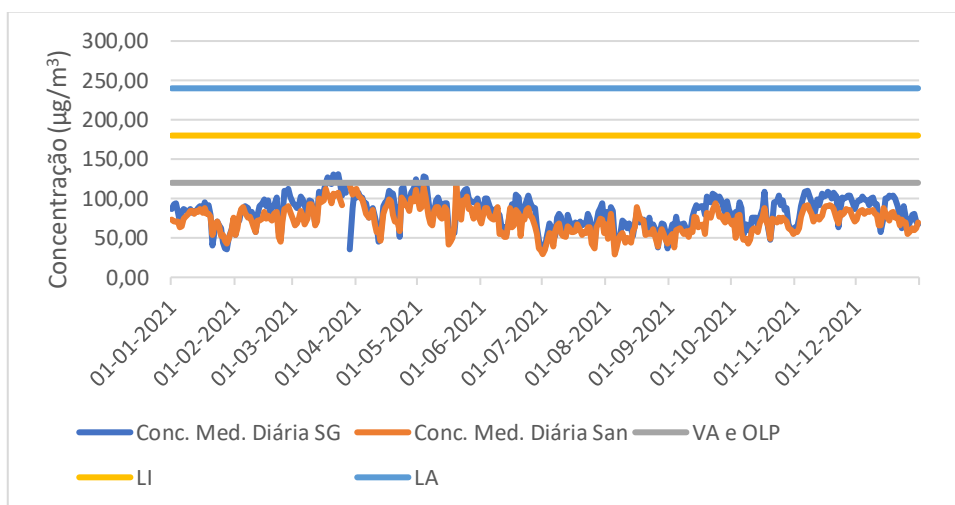


Figura 17 – Concentração média diária de O₃ em São Gonçalo e Santana, limiar de informação, limiar de alerta, valor alvo e objetivo a longo prazo

Através da visualização da figura anterior pode-se verificar o cumprimento dos limiares de informação e de alerta em ambas as estações de fundo. Na estação de Santana verifica-se o cumprimento do valor alvo e Objetivo a longo prazo, contudo na estação de São Gonçalo foram registados 18 valores máximos diários das médias octo-riais acima de 120 µg/m³, nos seguintes: 18 a 24 de março; 26 de março; 23 e 24 de abril; 27 de abril a 5 de maio.

A figura seguinte ilustra as referidas ultrapassagens:

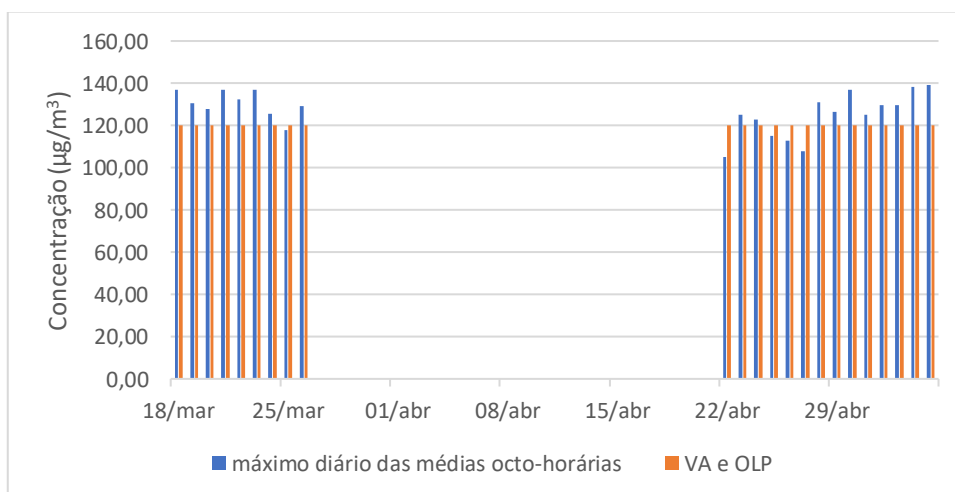


Figura 18 Ultrapassagens do valor alvo e objetivo a longo prazo de O₃.

Na figura 18 confirmam-se as 18 ultrapassagens do valor alvo e objetivo a longo prazo de O₃, contudo, o valor alvo pode ser excedido até 25 dias por ano, por estação. Face

ao exposto, as referidas ultrapassagens ficam abaixo do número de excedências anteriormente mencionado não comportando quaisquer violações legais.

7.3.4.2 – Ozono (O₃) - Proteção da vegetação e das florestas

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

Quadro 12 - Ozono (O₃) - Proteção da vegetação e das florestas

Período de referência	Valor Alvo AOT40 (µg/m ³ .h)	Obj. Longo prazo (*) AOT40 (µg/m ³ .h)
De maio a julho	18000 (i)	6000

Nota: (*) prazo não definido.

(i) em média, num período de cinco anos.

Para a proteção da vegetação e dos ecossistemas utiliza-se o denominado «AOT40» expresso em µg/m³. hora, que designa a soma da diferença entre as concentrações horárias superiores a 80 µg/m³ (40 partes por bilião) e o valor 80 µg/m³ num determinado período, utilizando apenas os valores horários medidos diariamente entre as 8 e as 20 horas, tempo da Europa Central (mais uma hora do que o fuso horário Madeira - Portugal Continental), de 1 de maio a 31 de julho, para proteção da vegetação, e de 1 de abril a 30 de setembro, para proteção das florestas).

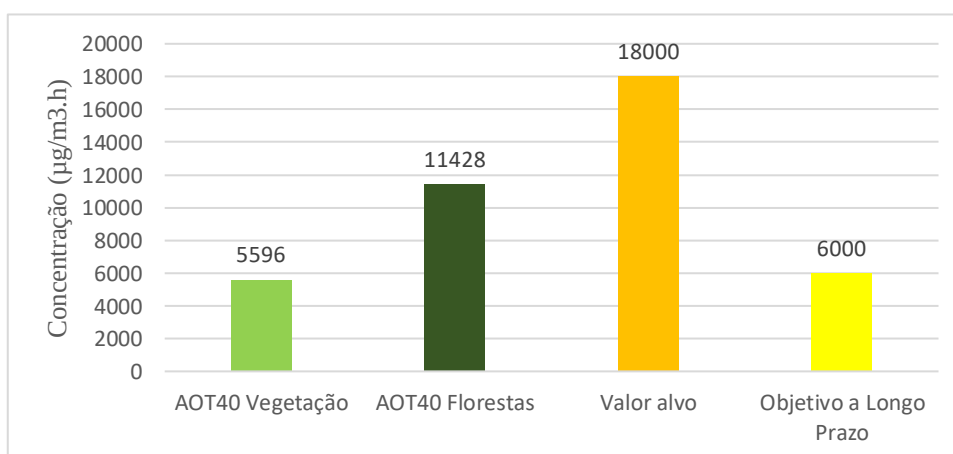


Figura 19 - O₃: valor alvo e objetivo a longo prazo para proteção da vegetação e das florestas na estação rural de fundo.

Analisada a figura supra verifica-se a ultrapassagem do objetivo a longo prazo para o AOT40, para as florestas e o cumprimento do objetivo a longo prazo para a vegetação,

assim como do valor alvo para ambos. Atendendo que não existe qualquer prazo estipulado para o cumprimento do referido objetivo, tendo em conta que apenas em 2021 ocorreu uma ultrapassagem deste objetivo, muito provavelmente trata-se de uma excedência pontual que será corrigida ainda antes de ser determinado o prazo, para o objetivo de 6000 $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$.

7.3.5 - Partículas em suspensão

7.3.5.1 - Partículas (PM_{10})

O quadro infra apresenta os limites e limiares de avaliação para o poluente PM_{10} tendo em vista a proteção da saúde humana.

Quadro 13 - Partículas PM_{10} : proteção da saúde humana

	Valor limite ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	LSA SH ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	LIA SH ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
1 dia	50 (*)	70 % do valor limite (i)	50 % do valor limite (ii)
Ano civil	40	70 % do valor limite (iii)	50 % do valor limite (iv)

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

(i) 70 % do valor limite (35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), a não exceder mais de 35 vezes em cada ano civil.

(ii) 50 % do valor limite (25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), a não exceder mais de 35 vezes em cada ano civil.

(iii) 70 % do valor limite (28 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

(iv) 50 % do valor limite (20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

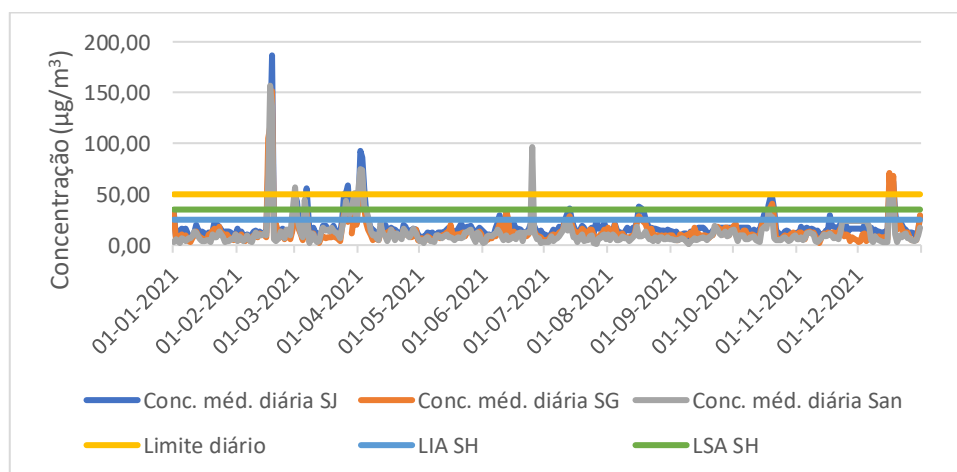


Figura 20 – Concentração média diária de PM_{10} na RQA da RAM e respetivo limite diário, LIA e LSA.

O quadro seguinte resume as ultrapassagens do limite diário de PM_{10} em na RQA regional.

Quadro 14 - PM₁₀: proteção da saúde humana

Fatores	São João	São Gonçalo	Santana	Limite
Naturais	11	6	7	35
Antrópicos	1	1	2	
Total	12	7	9	

Em 2021 ocorreram 12 ultrapassagens do valor limite diário em São João, sete em São Gonçalo e 9 em Santana. O dia 18 de fevereiro foi o dia de 2021 com maior concentração média diária do poluente PM₁₀ nas estações urbanas, em São Gonçalo foram registados 152 µg/m³ e em São João 187 µg/m³. Em Santana a concentração média diária mais elevada anual foi de 157 µg/m³ no dia 17 de fevereiro. Em ambos os dias ocorreram transportes de poeiras dos desertos do Norte de África.

De acordo com o DL, caso as excedências sejam unicamente imputáveis a fontes naturais, essas excedências não são consideradas para efeitos de cumprimento dos valores limite.

As ultrapassagens anteriormente citadas, ocorreram quase todas em dias em que estavam previstas ocorrências de eventos naturais, exceto três que ocorreram no dia 2 de abril, uma em cada estação (93 µg/m³ em São João; 64 µg/m³ em São Gonçalo; 75 µg/m³ em Santana) e no dia 25 de junho na estação de Santana onde foram registados 96 µg/m³ de média diária e não havia previsão de fenómenos naturais de transporte de partículas na atmosfera provenientes dos desertos do norte de África, para esses dias. Contudo as referidas excedências não comportam violações pois a média diária deste poluente pode ser excedida até 35 vezes por ano civil em casos não imputados a fontes naturais, pelo que não se vislumbram quaisquer violações ao limite legal estabelecido para o poluente PM₁₀ em qualquer estação regional.

Os dias onde ocorreram ultrapassagens com justificação foram os seguintes: 16, 17 e 18 de fevereiro, 1, 7, 26, 27 e 30 de março, 1, 2, 3 e 4 de abril e 16, 17 e 18 de dezembro.

Ainda no que diz respeito a eventos naturais de transporte de poeiras oriundas do norte de África, para o arquipélago da Madeira, em 2021, foram previstos 54 dias, com este tipo de eventos (metade dos dias previstos em 2020 108 dias) os quais passamos a enumerar: 28 de janeiro 16, 17, 18, 19, 20, 24, 25, 26, 27 e 28 de fevereiro, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30 e 31 de março 1, 2, 3, e 4 de abril, 31 de maio,

12, 13, 14, 15 e 16 de junho, 10, 11, 23, 24, 25, 26 e 27 de julho, 18 e 19 de outubro, 16, 17, 18 e 31 de dezembro.

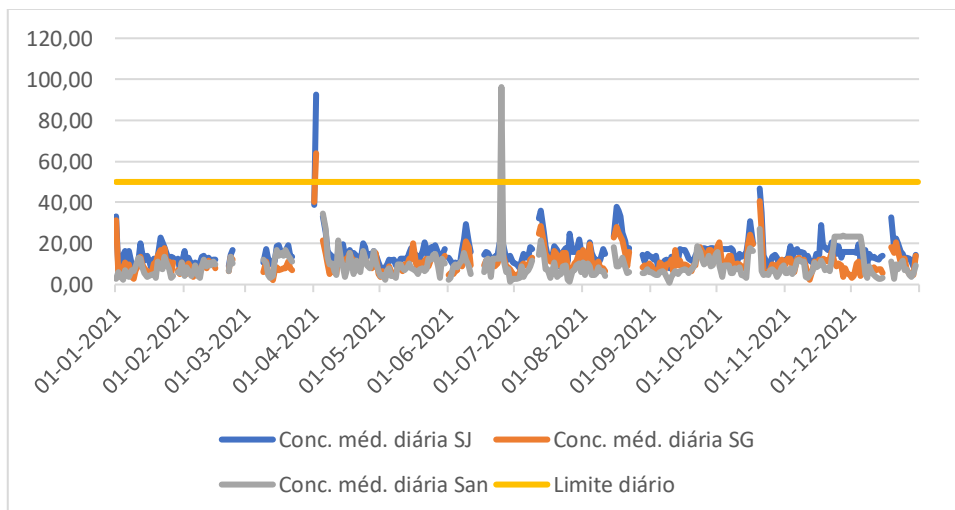


Figura 21 - Concentração média diária de PM₁₀ nos dias sem previsão de eventos naturais na RQA da RAM e respetivo limite diário

A análise da figura supra permite verificar que ao retirarmos os dias com ocorrência de eventos naturais de transporte de poeiras do norte de África detetam-se quatro ultrapassagens ao valor limite diário, três no dia 2 de abril em cada uma das estações e uma no dia 25 de junho na estação de Santana. Como já foi referido, de acordo com o DL, o limite diário pode ser ultrapassado até 35 vezes por ano civil. De salientar que a ultrapassagem do dia dois de abril nas três estações ocorreu com previsão de eventos nos dias anteriores e posteriores podendo esses eventos naturais ter influenciado os valores obtidos.

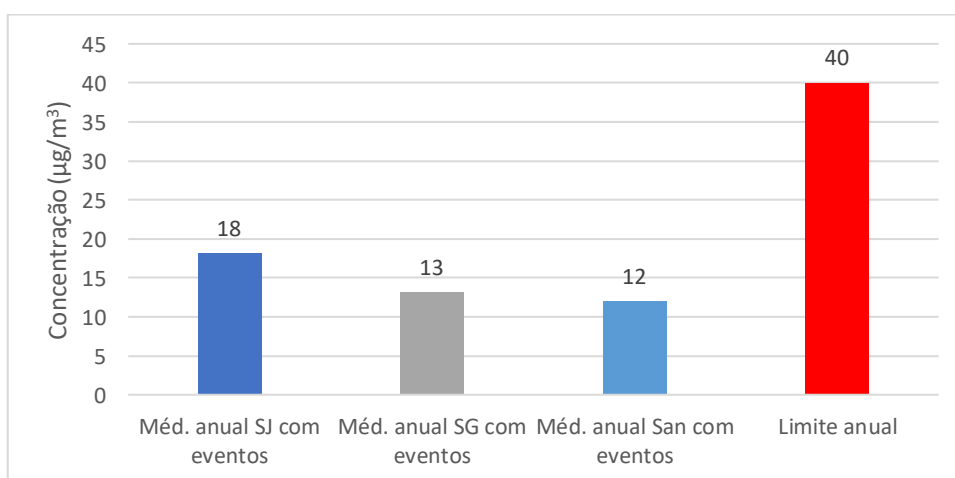


Figura 22 – Média anual de PM₁₀ nos dias sem previsão de eventos naturais na RQA da RAM e respetivo limite anual.

A figura anterior permite verificar o cumprimento em toda a rede regional de qualidade do ar, do limite anual de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, para o poluente atmosférico PM_{10} .

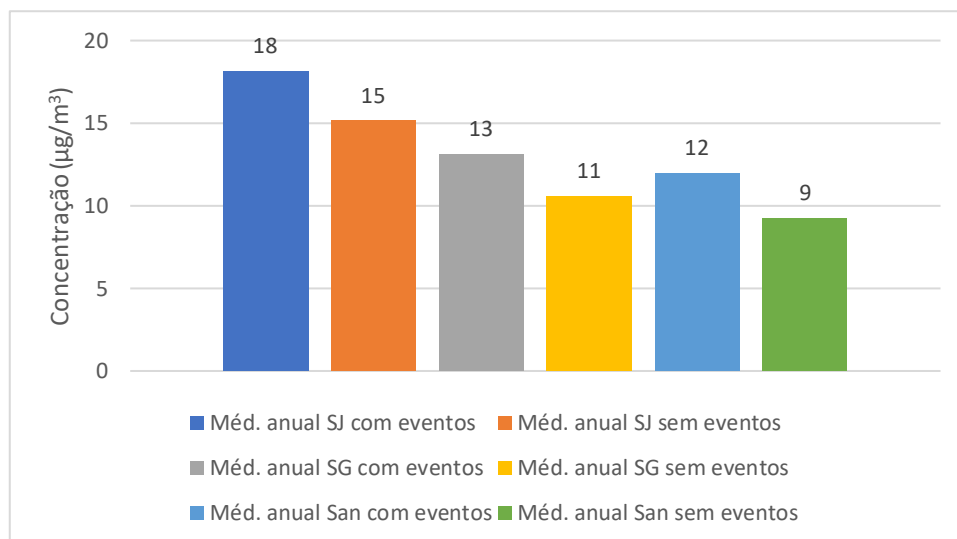


Figura 23- Comparação da média anual de PM_{10} na RQA da RAM com e sem eventos naturais de transporte de poeiras do norte de África.

Após a visualização da figura 23 pode-se perceber que os fenómenos naturais que aportam poeiras dos desertos do Norte de África contribuem para um aumento da concentração média anual de PM_{10} , de 17% em São João, 18% em São Gonçalo e de 25 % em Santana.

7.3.5.2 - Partículas $\text{PM}_{2,5}$ - proteção da saúde humana

O quadro infra apresenta os limites e limiares de avaliação para o poluente $\text{PM}_{2,5}$ tendo em vista a proteção da saúde humana.

Quadro 15 - $\text{PM}_{2,5}$: proteção da saúde humana

Período de referência	Valor limite ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Obj. Longo prazo (*) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	LSA - H ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	LIA - H ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Ano civil	20	20	70 % do valor limite (i)	50 % do valor limite (ii)

Nota: (*) ano civil.

(i) 70 % do valor limite ($17 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

(ii) 50 % do valor limite ($12 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

O principal objetivo das medições de $\text{PM}_{2,5}$ consiste em assegurar a disponibilização de informação adequada sobre os níveis de poluição de fundo. Esta informação é essencial para analisar o aumento dos níveis em zonas mais poluídas, avaliar a possível

contribuição do transporte de poluentes atmosféricos a longa distância, fundamentar a análise da distribuição das fontes e compreender poluentes específicos como as partículas em suspensão.

Assim, as medições devem ser realizadas, especialmente em áreas rurais de fundo, em conformidade com as partes A, B e C do Anexo IV do presente Decreto-Lei n.º 102/2010, de 23 de setembro, alterado pelo Decreto-Lei n.º 43/2015, de 27 de março.

7.3.5.3 - Indicador da exposição média

De acordo com o Anexo XV do DL, o indicador da exposição média (IEM) deve basear-se em medições em localizações urbanas de fundo em zonas e aglomerações de todo o território nacional. O indicador deve ser avaliado anualmente como uma concentração média deslizando trienal de todos os pontos de amostragem estabelecidos nos termos da parte B do Anexo VI do suprarreferido diploma legal.

O IEM para o ano de 2020 corresponde à concentração média de três anos civis consecutivos, determinada em relação a todos os pontos de amostragem, para os anos de 2018, 2019 e 2020. O IEM é utilizado para verificar se o limite de concentração para a exposição humana e o objetivo nacional de redução da exposição foram cumpridos.

Quadro 16 - PM_{2,5}: IEM

IEM - objetivo de redução		
Concentrações iniciais	Objetivo de redução*	Ano Alvo
(µg/m³)	(%)	
< = 8,5	0	2020
> 8,5 e < 13	10	
=13 e < 18	12	
= 18 < 22	20	

* Todas as medidas adequadas para alcançar o objetivo de 18 µg/m³.

Em 2019 as concentrações médias anuais nas estações regionais foram as seguintes: São João 5,86 µg/m³, São Gonçalo 4,92 µg/m³ e Santana 3,19 µg/m³, o que define um objetivo de redução para 2020 de 0% e consequentemente o mesmo objetivo de redução para 2021, atendendo que as concentrações são inferiores a 8,5 % como referem os quadros 16 e 17.

Quadro 17 - PM_{2,5}: Objetivo de redução

	IEM - objetivo de redução	
	Concentrações iniciais (µg/m ³)	Objetivo de redução (%)
São Gonçalo	≤ 8,5	0
São João	≤ 8,5	0
Santana	≤ 8,5	0

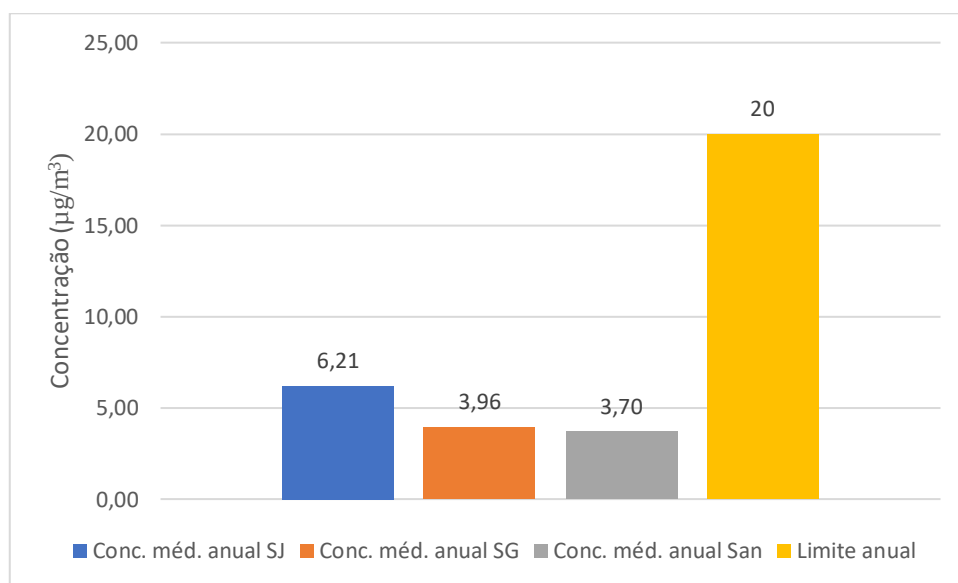


Figura 24 Concentração média anual de PM_{2,5} na RQA da RAM e respetivo limite anual

Analisada a figura 23 e os quadros 16 e 17 verifica-se, em relação ao poluente PM_{2,5}, o cumprimento do limite anual e dos objetivos de redução para a proteção da saúde humana.

8 - Discussão dos resultados

O presente relatório visou avaliar e caracterizar a qualidade do ar na Região Autónoma da Madeira em 2021, tendo em vista a proteção da saúde humana e da vegetação e ecossistemas naturais.

Da análise dos dados verifica-se:

- uma elevada eficiência na monitorização de todos os parâmetros;
- o cumprimento de todos os limites legais horários, octo-horários, diários e anuais definidos para todos os poluentes atmosféricos tendo em vista a proteção da saúde humana;
- o cumprimento dos níveis críticos, definidos para a proteção da vegetação e ecossistemas naturais;
- o cumprimento dos valores alvo e objetivos a longo prazo tendo em vista a proteção da saúde humana e da vegetação e ecossistemas naturais;

De salientar que as concentrações de poluentes atmosféricos registadas em 2021 na RAM respeitam na íntegra a legislação nacional de qualidade do ar ambiente (Decreto-Lei n.º 102/2010, de 23 de setembro, na sua atual redação), e sendo a qualidade ambiental um parâmetro cada vez mais tido em conta em pelos turistas na escolha dos destinos de passagem de férias, a divulgação deste relatório poderá contribuir para um aumento de procura turística da RAM.

9 – 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.

Anexo: Eventos Naturais (justificações às ultrapassagens)



Previsão de transporte de partículas naturais com origem em regiões áridas	
Data	18/12/2021
Entidade Responsável	Agência Portuguesa do Ambiente, IP
Resumo	Prevê-se que o Arquipélago da Madeira seja influenciado por uma massa de ar com origem no Norte de África, transportando na circulação partículas e poeiras em suspensão, durante o dia 18 de dezembro 2021.
Mapa de previsão	
Descrição	O Arquipélago da Madeira encontram-se sob influência de uma situação sinóptica que se caracteriza por um anticiclone localizado nas Ilhas Britânicas estendendo-se em crista até ao Norte de África. Esta configuração resulta numa circulação do quadrante sul, nos níveis baixos da atmosfera, favorecendo a advecção e transporte da massa de ar formada sobre os desertos do Norte de África. A ocorrência de precipitação atenuará as concentrações de poeiras na atmosfera. Este fenómeno natural afeta a qualidade do ar ambiente, estimando-se que possa contribuir para um aumento das concentrações de partículas em suspensão (PM₁₀) superior a 50 µg/m³ no Arquipélago da Madeira. A análise comparativa dos modelos de prognóstico de dispersão e transporte de poeiras pela circulação atmosférica indica, para o dia seguinte, o fim deste episódio de intrusão de partículas. A APA, IP, sugere o acompanhamento da evolução dos índices diários de qualidade do ar em http://qualar.apambiente.pt, e recomenda a consulta dos conselhos para a saúde em www.dgs.pt.
Eventos naturais	Transporte de partículas naturais com origem em regiões áridas: O transporte de longa distância de partículas com origem natural, em zonas áridas do Norte de África, como é o caso dos desertos do Sahara e Sahel pode causar elevados níveis de PM₁₀. Em Portugal e nos países Mediterrânicos estes eventos são mais frequentes nos períodos de primavera e verão. Para saber mais sobre este fenómeno clique aqui.
Ficha técnica	Mapas de previsão transporte de poeiras provenientes de regiões áridas (concentração de partículas à superfície às 0, 6, 12 e 18 UTC, e mapas de deposição seca e húmida, disponibilizados por NMMB/BSC-Dust model Imagens cedidas de NMMB/BSC-Dust model, operado por Barcelona Supercomputing Center (https://dust.aemet.es/forecast)) Ficha de previsão elaborada por DCEA-FCT/UNL para APA, IP.



Previsão de transporte de partículas naturais com origem em regiões áridas	
Data	17/02/2021
Entidade Responsável	Agência Portuguesa do Ambiente, IP
Resumo	Prevê-se que o Arquipélago da Madeira e as regiões do Algarve, Alentejo, Lisboa e Vale do Tejo, Centro e interior da região Norte sejam influenciadas por uma massa de ar com origem no Norte de África, transportando na circulação partículas e poeiras em suspensão, durante o dia 17 de fevereiro 2021.
Mapa de previsão	
Descrição	O Arquipélago da Madeira e Portugal Continental encontram-se sob influência de uma situação sinótica que se caracteriza por um anticiclone em deslocamento para leste no Norte de África. Esta configuração resulta numa circulação do quadrante sul no Arquipélago da Madeira e Portugal Continental, nos níveis baixos da atmosfera, favorecendo a advecção e transporte da massa de ar formada sobre os desertos do Norte de África, contribuindo para o aumento de partículas e poeiras em suspensão. A ocorrência de precipitação a norte do sistema montanhoso Montejunto-Estrela atenuará as concentrações de poeiras na atmosfera. Este fenómeno natural afeta a qualidade do ar ambiente, estimando-se que possa contribuir para um aumento das concentrações de partículas em suspensão (PM_{10}) entre 20 a 50 $\mu g m^{-3}$ nas regiões de Lisboa e Vale do Tejo, Centro, litoral da região do Alentejo e interior da região Norte, um aumento de PM_{10} superior a 50 $\mu g m^{-3}$ na região do Algarve e interior da região do Alentejo. Para o Arquipélago da Madeira estima-se que este fenómeno possa contribuir para um aumento de PM_{10} superior a 50 $\mu g m^{-3}$. A análise comparativa dos modelos de prognóstico de dispersão e transporte de poeiras pela circulação atmosférica indica, para o dia seguinte, que este episódio de intrusão de partículas poderá manter-se. A APA, IP, sugere o acompanhamento da evolução dos índices diários de qualidade do ar em http://qualar.apambiente.pt, e recomenda a consulta dos conselhos para a saúde em www.dgs.pt.
Eventos naturais	Transporte de partículas naturais com origem em regiões áridas: O transporte de longa distância de partículas com origem natural, em zonas áridas do Norte de África, como é o caso dos desertos do Sahara e Sahel pode causar elevados níveis de PM_{10}. Em Portugal e nos países Mediterrânicos estes eventos são mais frequentes nos períodos de primavera e verão. Para saber mais sobre este fenómeno clique aqui.
Ficha técnica	Mapas de previsão transporte de poeiras provenientes de regiões áridas (concentração de partículas à superfície às 0, 6, 12 e 18 UTC, e mapas de deposição seca e húmida, disponibilizados por NMMB/BSC-Dust model Imagens cedidas de NMMB/BSC-Dust model, operado por Barcelona SupercomputingCenter (https://dust.aemet.es/forecast)) Ficha de previsão elaborada por DCEA-FCT/UNL para APA, IP.



Previsão de transporte de partículas naturais com origem em regiões áridas	
Data	18/02/2021
Entidade Responsável	Agência Portuguesa do Ambiente, IP
Resumo	Prevê-se que o Arquipélago da Madeira e as regiões do Algarve, Alentejo, Lisboa e Vale do Tejo, Centro e interior Norte sejam influenciadas por uma massa de ar com origem no Norte de África, transportando na circulação partículas e poeiras em suspensão, durante o dia 18 de fevereiro 2021.
Mapa de previsão	
Descrição	O Arquipélago da Madeira e Portugal Continental encontram-se sob influência de uma situação sinótica que se caracteriza por uma vasta região depressionária em deslocamento a oeste das Ilhas Britânicas. Esta configuração resulta numa circulação do quadrante oeste no Arquipélago da Madeira e do quadrante sul em Portugal Continental, nos níveis baixos da atmosfera, não sendo ainda suficiente para remover a massa de ar formada sobre os desertos do Norte de África. A ocorrência de precipitação atenuará as concentrações de poeiras na atmosfera. Este fenómeno natural afeta a qualidade do ar ambiente, estimando-se que possa contribuir para um aumento das concentrações de partículas em suspensão (PM_{10}) entre 20 a $50 \mu g m^{-3}$ nas regiões de Lisboa e Vale do Tejo, Centro, interior Norte e litoral das regiões do Algarve e Alentejo, um aumento de PM_{10} superior a $50 \mu g m^{-3}$ no interior das regiões do Algarve e Alentejo. Para o Arquipélago da Madeira estima-se que este fenómeno possa contribuir para um aumento máximo das concentrações à superfície na ordem dos $50 \mu g m^{-3}$. A análise comparativa dos modelos de prognóstico de dispersão e transporte de poeiras pela circulação atmosférica indica, para o dia seguinte, que este episódio de intrusão de partículas poderá manter-se. A APA, IP, sugere o acompanhamento da evolução dos índices diários de qualidade do ar em http://qualar.apambiente.pt, e recomenda a consulta dos conselhos para a saúde em www.dgs.pt.
Eventos naturais	Transporte de partículas naturais com origem em regiões áridas: O transporte de longa distância de partículas com origem natural, em zonas áridas do Norte de África, como é o caso dos desertos do Sahara e Sahel pode causar elevados níveis de PM_{10}. Em Portugal e nos países Mediterrânicos estes eventos são mais frequentes nos períodos de primavera e verão. Para saber mais sobre este fenómeno clique aqui.
Ficha técnica	Mapas de previsão transporte de poeiras provenientes de regiões áridas (concentração de partículas à superfície às 0, 6, 12 e 18 UTC, e mapas de deposição seca e húmida, disponibilizados por NMMB/BSC-Dust model. Imagens cedidas de NMMB/BSC-Dust model, operado por Barcelona Supercomputing Center (https://dust.aemet.es/forecast). Ficha de previsão elaborada por DCEA-FCT/UNL para APA, IP.



Previsão de transporte de partículas naturais com origem em regiões áridas	
Data	01/03/2021
Entidade Responsável	Agência Portuguesa do Ambiente, IP
Resumo	Prevê-se que Portugal Continental e o Arquipélago da Madeira sejam influenciados por uma massa de ar com origem no Norte de África, transportando na circulação partículas e poeiras em suspensão, durante o dia 01 de março 2021.
Mapa de previsão	
Descrição	Portugal Continental e o Arquipélago da Madeira encontram-se sob influência de uma situação sinótica que se caracteriza por dois anticiclones, um anticiclone a oeste da Madeira estendendo-se em crista até à Península Ibérica e um outro anticiclone localizado na Europa Central estendendo-se em crista até à Península Ibérica e uma depressão a noroeste de Portugal. Esta configuração resulta para o Arquipélago da Madeira numa circulação do quadrante norte e para Portugal Continental, numa circulação do quadrante sul na região Centro e Norte e do quadrante leste na região sul de Portugal, nos níveis baixos da atmosfera, favorecendo a advecção e transporte da massa de ar formada sobre os desertos do Norte de África, contribuindo para o aumento de partículas e poeiras em suspensão. A ocorrência de precipitação atenuará as concentrações de poeiras na atmosfera. Este fenómeno natural afeta a qualidade do ar ambiente, estimando-se que possa contribuir para um aumento das concentrações de partículas em suspensão (PM_{10}) entre 20 a $50 \mu g m^{-3}$ em todas as regiões de Portugal Continental. Para o Arquipélago da Madeira estima-se que este fenómeno possa contribuir para um aumento máximo das concentrações à superfície na ordem dos $20 \mu g m^{-3}$. A análise comparativa dos modelos de prognóstico de dispersão e transporte de poeiras pela circulação atmosférica indica, para o dia seguinte, que este episódio de intrusão de partículas poderá manter-se. A APA, IP, sugere o acompanhamento da evolução dos índices diários de qualidade do ar em http://qualar.apambiente.pt, e recomenda a consulta dos conselhos para a saúde em www.dgs.pt.
Eventos naturais	Transporte de partículas naturais com origem em regiões áridas: O transporte de longa distância de partículas com origem natural, em zonas áridas do Norte de África, como é o caso dos desertos do Sahara e Sahel pode causar elevados níveis de PM_{10}. Em Portugal e nos países Mediterrânicos estes eventos são mais frequentes nos períodos de primavera e verão. Para saber mais sobre este fenómeno clique aqui.
Ficha técnica	Mapas de previsão transporte de poeiras provenientes de regiões áridas (concentração de partículas à superfície às 0, 6, 12 e 18 UTC, e mapas de deposição seca e húmida, disponibilizados por NMMB/BSC-Dust model Imagens cedidas de NMMB/BSC-Dust model, operado por Barcelona Supercomputing Center (https://dust.aemet.es/forecast) Ficha de previsão elaborada por DCEA-FCT/UNL para APA, IP.



Previsão de transporte de partículas naturais com origem em regiões áridas

Data	07/03/2021
Entidade Responsável	Agência Portuguesa do Ambiente, IP
Resumo	Prevê-se que Portugal Continental e o Arquipélago da Madeira sejam influenciados por uma massa de ar com origem no Norte de África, transportando na circulação partículas e poeiras em suspensão, durante o dia 07 de março 2021.
Mapa de previsão	Decretum Dust Forecast Center - Arpa - (dust.aemet.es) NMMB-MONARCH - Forecast - Dust Surface Conc. (µg/m³) Run: 12h 05 MAR 2021 - Valid: 12h 07 MAR 2021 (H+05)
Descrição	Portugal Continental e o Arquipélago da Madeira encontram-se sob influência de uma situação sinótica que se caracteriza por dois centros de altas pressões, localizados, a sudoeste da região dos Açores e nas Ilhas Britânicas e uma depressão na região da Argélia. Esta configuração resulta numa circulação de noroeste no Arquipélago da Madeira e fraca do quadrante leste rodando para noroeste no período da tarde em Portugal Continental, nos níveis baixos da atmosfera, não sendo ainda suficiente para remover a massa de ar formada sobre os desertos do Norte de África em Portugal Continental. A ocorrência de precipitação atenuará as concentrações de poeiras na atmosfera. Este fenómeno natural afeta a qualidade do ar ambiente, estimando-se que possa contribuir para um aumento das concentrações de partículas em suspensão (PM₁₀) entre 20 a 50 µg/m³ em todas as regiões de Portugal Continental. Para o Arquipélago da Madeira estima-se que este fenómeno possa contribuir para um aumento máximo das concentrações à superfície na ordem dos 20 µg/m³. A análise comparativa dos modelos de prognóstico de dispersão e transporte de poeiras pela circulação atmosférica indica, para o dia seguinte, que este episódio de intrusão de partículas poderá manter-se. A APA, IP, sugere o acompanhamento da evolução dos índices diários de qualidade do ar em http://qualar.apambiente.pt, e recomenda a consulta dos conselhos para a saúde em www.dgs.pt.
Eventos naturais	Transporte de partículas naturais com origem em regiões áridas: O transporte de longa distância de partículas com origem natural, em zonas áridas do Norte de África, como é o caso dos desertos do Sahara e Sahel pode causar elevados níveis de PM₁₀. Em Portugal e nos países Mediterrânicos estes eventos são mais frequentes nos períodos de primavera e verão. Para saber mais sobre este fenómeno clique aqui.
Ficha técnica	Mapas de previsão transporte de poeiras provenientes de regiões áridas (concentração de partículas à superfície às 0, 6, 12 e 18 UTC, e mapas de deposição seca e húmida, disponibilizados por NMMB/BSC-Dust model Imagens cedidas de NMMB/BSC-Dust model, operado por Barcelona Supercomputing Center (https://dust.aemet.es/forecast)) Ficha de previsão elaborada por DCEA-FCT/UNL para APA, IP.



Previsão de transporte de partículas naturais com origem em regiões áridas	
Data	26/03/2021
Entidade Responsável	Agência Portuguesa do Ambiente, IP
Resumo	Prevê-se que o Arquipélago da Madeira e as regiões do Algarve e Alentejo sejam influenciadas por uma massa de ar com origem no Norte de África, transportando na circulação partículas e poeiras em suspensão, durante o dia 26 de março 2021.
Mapa de previsão	
Descrição	O Arquipélago da Madeira e Portugal Continental encontram-se sob influência de uma situação sinótica que se caracteriza por um anticiclone a norte dos Açores em deslocamento para leste e uma depressão entre as Ilhas Canárias e o Arquipélago da Madeira. Esta configuração resulta numa circulação de nordeste no Arquipélago da Madeira e do quadrante norte rodando, ao fim do dia, para nordeste em Portugal Continental, nos níveis baixos da atmosfera, favorecendo a advecção e transporte da massa de ar formada sobre os desertos do Norte de África, contribuindo para o aumento de partículas e poeiras em suspensão. A ocorrência de precipitação no Arquipélago da Madeira atenuará as concentrações de poeiras na atmosfera. Este fenómeno natural afeta a qualidade do ar ambiente, estimando-se que possa contribuir para um aumento das concentrações de partículas em suspensão (PM₁₀) entre 05 a 20 µg/m³ nas regiões do Algarve e Alentejo. Para o Arquipélago da Madeira estima-se que este fenómeno possa contribuir para um aumento máximo das concentrações à superfície na ordem dos 20 µg/m³. A análise comparativa dos modelos de prognóstico de dispersão e transporte de poeiras pela circulação atmosférica indica, para o dia seguinte, que este episódio de intrusão de partículas poderá manter-se. A APA, IP, sugere o acompanhamento da evolução dos índices diários de qualidade do ar em http://qualar.apambiente.pt, e recomenda a consulta dos conselhos para a saúde em www.dgs.pt.
Eventos naturais	Transporte de partículas naturais com origem em regiões áridas: O transporte de longa distância de partículas com origem natural, em zonas áridas do Norte de África, como é o caso dos desertos do Sahara e Sahel pode causar elevados níveis de PM₁₀. Em Portugal e nos países Mediterrânicos estes eventos são mais frequentes nos períodos de primavera e verão. Para saber mais sobre este fenómeno clique aqui.
Ficha técnica	Mapas de previsão transporte de poeiras provenientes de regiões áridas (concentração de partículas à superfície às 0, 6, 12 e 18 UTC, e mapas de deposição seca e húmida, disponibilizados por NMMB/BSC-Dust model Imagens cedidas de NMMB/BSC-Dust model, operado por Barcelona Supercomputing Center (https://dust.aemet.es/forecast)) Ficha de previsão elaborada por DCEA-FCT/UNL para APA, IP.



Previsão de transporte de partículas naturais com origem em regiões áridas	
Data	27/03/2021
Entidade Responsável	Agência Portuguesa do Ambiente, IP
Resumo	Prevê-se que o Arquipélago da Madeira e Portugal Continental sejam influenciados por uma massa de ar com origem no Norte de África, transportando na circulação partículas e poeiras em suspensão, durante o dia 27 de março 2021.
Mapa de previsão	Barcelona Dust Forecast Center - Arq. (dust.aemet.es) NMMB-MONARCH - RAS0.1x0.1° - Dust Surface Conc. (µg/m³) Run: 12h 25 MAR 2021 - Valid: 12h 27 MAR 2021 (19h-4h)
Descrição	O Arquipélago da Madeira e Portugal Continental encontram-se sob influência de uma situação sinótica que se caracteriza por um anticiclone localizado no continente Francês e uma depressão a sul da Madeira. Esta configuração resulta numa circulação do quadrante leste no Arquipélago da Madeira e em Portugal Continental, nos níveis baixos da atmosfera, favorecendo a advecção e transporte da massa de ar formada sobre os desertos do Norte de África, contribuindo para o aumento de partículas e poeiras em suspensão. A ocorrência de precipitação no Arquipélago da Madeira atenuará as concentrações de poeiras na atmosfera. Este fenómeno natural afeta a qualidade do ar ambiente, estimando-se que possa contribuir para um aumento das concentrações de partículas em suspensão (PM_{10}) entre 05 a 20 $\mu g m^{-3}$ nas regiões do Norte, Centro e Lisboa e Vale do Tejo, e um aumento de PM_{10} superior a 50 $\mu g m^{-3}$ nas regiões do Algarve e Alentejo. Para o Arquipélago da Madeira estima-se que este fenómeno possa contribuir para um aumento máximo das concentrações à superfície na ordem dos 20 $\mu g m^{-3}$. A análise comparativa dos modelos de prognóstico de dispersão e transporte de poeiras pela circulação atmosférica indica, para o dia seguinte, que este episódio de intrusão de partículas poderá manter-se. A APA, IP, sugere o acompanhamento da evolução dos índices diários de qualidade do ar em http://qualar.apambiente.pt, e recomenda a consulta dos conselhos para a saúde em www.dgs.pt.
Eventos naturais	Transporte de partículas naturais com origem em regiões áridas: O transporte de longa distância de partículas com origem natural, em zonas áridas do Norte de África, como é o caso dos desertos do Sahara e Sahel pode causar elevados níveis de PM_{10}. Em Portugal e nos países Mediterrânicos estes eventos são mais frequentes nos períodos de primavera e verão. Para saber mais sobre este fenómeno clique aqui.
Ficha técnica	Mapas de previsão transporte de poeiras provenientes de regiões áridas (concentração de partículas à superfície às 0, 6, 12 e 18 UTC, e mapas de deposição seca e húmida, disponibilizados por NMMB/BSC-Dust model Imagens cedidas de NMMB/BSC-Dust model, operado por Barcelona Supercomputing Center (https://dust.aemet.es/forecast)) Ficha de previsão elaborada por DCEA-FCT/UNL para APA, IP.



Previsão de transporte de partículas naturais com origem em regiões áridas

Data	30/03/2021
Entidade Responsável	Agência Portuguesa do Ambiente, IP
Resumo	Prevê-se que Portugal Continental e o Arquipélago da Madeira sejam influenciados por uma massa de ar com origem no Norte de África, transportando na circulação partículas e poeiras em suspensão, durante o dia 30 de março 2021.
Mapa de previsão	
Descrição	Portugal Continental encontram-se sob influência de uma situação sinóptica que se caracteriza por um anticiclone localizado na Europa de Leste estendendo-se em crista até à Península Ibérica e uma depressão a sul dos Açores em deslocamento para leste. Esta configuração resulta numa circulação do quadrante leste em Portugal Continental e de nordeste rodando para sudeste no Arquipélago da Madeira, nos níveis baixos da atmosfera, favorecendo a advecção e transporte da massa de ar formada sobre os desertos do Norte de África, contribuindo para o aumento de partículas e poeiras em suspensão. A ocorrência de precipitação atenuará as concentrações de poeiras na atmosfera. Este fenómeno natural afeta a qualidade do ar ambiente, estimando-se que possa contribuir para um aumento das concentrações de partículas em suspensão (PM_{10}) superior a $50 \mu g m^{-3}$ em todas as regiões de Portugal Continental. Para o Arquipélago da Madeira estima-se que este fenómeno possa contribuir para um aumento máximo das concentrações à superfície na ordem dos $20 \mu g m^{-3}$. A análise comparativa dos modelos de prognóstico de dispersão e transporte de poeiras pela circulação atmosférica indica, para o dia seguinte, que este episódio de intrusão de partículas poderá manter-se. A APA, IP, sugere o acompanhamento da evolução dos índices diários de qualidade do ar em http://qualar.apambiente.pt, e recomenda a consulta dos conselhos para a saúde em www.dgs.pt.
Eventos naturais	Transporte de partículas naturais com origem em regiões áridas: O transporte de longa distância de partículas com origem natural, em zonas áridas do Norte de África, como é o caso dos desertos do Sahara e Sahel pode causar elevados níveis de PM_{10}. Em Portugal e nos países Mediterrânicos estes eventos são mais frequentes nos períodos de primavera e verão. Para saber mais sobre este fenómeno clique aqui.
Ficha técnica	Mapas de previsão transporte de poeiras provenientes de regiões áridas (concentração de partículas à superfície às 0, 6, 12 e 18 UTC, e mapas de deposição seca e húmida, disponibilizados por NMMB/BSC-Dust model Imagens cedidas de NMMB/BSC-Dust model, operado por Barcelona Supercomputing Center (https://dust.aemet.es/forecast)) Ficha de previsão elaborada por DCEA-FCT/UNL para APA, IP.

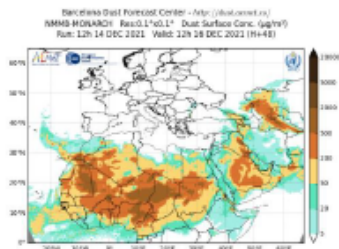


Previsão de transporte de partículas naturais com origem em regiões áridas	
Data	03/04/2021
Entidade Responsável	Agência Portuguesa do Ambiente, IP
Resumo	Prevê-se que Portugal Continental e o Arquipélago da Madeira sejam influenciados por uma massa de ar com origem no Norte de África, transportando na circulação partículas e poeiras em suspensão, durante o dia 03 de abril 2021.
Mapa de previsão	
Descrição	Portugal Continental e o Arquipélago da Madeira encontram-se sob influência de uma situação sinótica que se caracteriza por um anticiclone localizado a oeste das Ilhas Britânicas estendendo-se em crista até à Península Ibérica e por duas depressões, uma a norte da Argélia e a outra na região da Sardenha. Esta configuração resulta, nos níveis baixos da atmosfera, numa circulação do quadrante norte em Portugal Continental e no Arquipélago da Madeira, não sendo ainda suficiente para remover a massa de ar formada sobre os desertos do Norte de África. A ocorrência de precipitação atenuará as concentrações de poeiras na atmosfera. Este fenómeno natural afeta a qualidade do ar ambiente, estimando-se que possa contribuir para um aumento das concentrações de partículas em suspensão (PM_{10}) entre 05 a 20 $\mu g m^{-3}$ nas regiões do Algarve, Alentejo e Lisboa e Vale do Tejo e um aumento de PM_{10} entre 20 a 50 $\mu g m^{-3}$ nas regiões do Centro e Norte. Para o Arquipélago da Madeira estima-se que este fenómeno possa contribuir para um aumento máximo das concentrações à superfície na ordem dos 20 $\mu g m^{-3}$. A análise comparativa dos modelos de prognóstico de dispersão e transporte de poeiras pela circulação atmosférica indica, para o dia seguinte, que este episódio de intrusão de partículas poderá manter-se. A APA, IP, sugere o acompanhamento da evolução dos índices diários de qualidade do ar em http://qualar.apambiente.pt, e recomenda a consulta dos conselhos para a saúde em www.dgs.pt.
Eventos naturais	Transporte de partículas naturais com origem em regiões áridas: O transporte de longa distância de partículas com origem natural, em zonas áridas do Norte de África, como é o caso dos desertos do Sahara e Sahel pode causar elevados níveis de PM_{10}. Em Portugal e nos países Mediterrânicos estes eventos são mais frequentes nos períodos de primavera e verão. Para saber mais sobre este fenómeno clique aqui.
Ficha técnica	Mapas de previsão transporte de poeiras provenientes de regiões áridas (concentração de partículas à superfície às 0, 6, 12 e 18 UTC, e mapas de deposição seca e húmida, disponibilizados por NMMB/BSC-Dust model Imagens cedidas de NMMB/BSC-Dust model, operado por Barcelona Supercomputing Center (https://dust.aemet.es/forecast)) Ficha de previsão elaborada por DCEA-FCT/UNL para APA, IP.



Previsão de transporte de partículas naturais com origem em regiões áridas	
Data	04/04/2021
Entidade Responsável	Agência Portuguesa do Ambiente, IP
Resumo	Prevê-se que as regiões do Algarve, Alentejo, Lisboa e Vale do Tejo e Centro sejam influenciadas por uma massa de ar com origem no Norte de África, transportando na circulação partículas e poeiras em suspensão, durante o dia 04 de abril 2021.
Mapa de previsão	
Descrição	Portugal Continental encontra-se sob influência de uma situação sinótica que se caracteriza por um anticiclone localizado a noroeste das Ilhas Britânicas que se estende em crista até à Península Ibérica e uma depressão a norte da Argélia. Esta configuração resulta numa circulação fraca sem direção na região Sul e de nordeste nas regiões Centro e Norte, nos níveis baixos da atmosfera, não sendo ainda suficiente para remover a massa de ar formada sobre os desertos do Norte de África. A ocorrência de precipitação na região Sul atenuará as concentrações de poeiras na atmosfera. Este fenómeno natural afeta a qualidade do ar ambiente, estimando-se que possa contribuir para um aumento das concentrações de partículas em suspensão (PM_{10}) entre 05 a 20 $\mu g m^{-3}$ nas regiões do Centro e Lisboa e Vale do Tejo e um aumento de PM_{10} entre 20 a 50 $\mu g m^{-3}$ nas regiões do Algarve e Alentejo. A análise comparativa dos modelos de prognóstico de dispersão e transporte de poeiras pela circulação atmosférica indica, para o dia seguinte, que este episódio de intrusão de partículas poderá manter-se. A APA, IP, sugere o acompanhamento da evolução dos índices diários de qualidade do ar em http://qualar.apambiente.pt, e recomenda a consulta dos conselhos para a saúde em www.dgs.pt.
Eventos naturais	Transporte de partículas naturais com origem em regiões áridas: O transporte de longa distância de partículas com origem natural, em zonas áridas do Norte de África, como é o caso dos desertos do Sahara e Sahel pode causar elevados níveis de PM_{10}. Em Portugal e nos países Mediterrânicos estes eventos são mais frequentes nos períodos de primavera e verão. Para saber mais sobre este fenómeno clique aqui.
Ficha técnica	Mapas de previsão transporte de poeiras provenientes de regiões áridas (concentração de partículas à superfície às 0, 6, 12 e 18 UTC, e mapas de deposição seca e húmida, disponibilizados por NMMB/BSC-Dust model Imagens cedidas de NMMB/BSC-Dust model, operado por Barcelona Supercomputing Center (https://dust.aemet.es/forecast)) Ficha de previsão elaborada por DCEA-FCT/UNL para APA, IP.



Previsão de transporte de partículas naturais com origem em regiões áridas	
Data	16/12/2021
Entidade Responsável	Agência Portuguesa do Ambiente, IP
Resumo	Prevê-se que o Arquipélago da Madeira seja influenciado por uma massa de ar com origem no Norte de África, transportando na circulação partículas e poeiras em suspensão, durante o dia 16 de dezembro 2021.
Mapa de previsão	
Descrição	O Arquipélago da Madeira encontram-se sob influência de uma situação sinóptica que se caracteriza por um anticiclone localizado nas Ilhas Britânicas estendendo-se em crista até ao Norte de África. Esta configuração resulta numa circulação predominante de sueste, nos níveis baixos da atmosfera, favorecendo a advecção e transporte da massa de ar formada sobre os desertos do Norte de África. Este fenómeno natural afeta a qualidade do ar ambiente, estimando-se que possa contribuir para um aumento das concentrações de partículas em suspensão (PM₁₀) entre 20 a 50 µg·m⁻³ no Arquipélago da Madeira. A análise comparativa dos modelos de prognóstico de dispersão e transporte de poeiras pela circulação atmosférica indica, para o dia seguinte, que este episódio de intrusão de partículas poderá manter-se. A APA, IP, sugere o acompanhamento da evolução dos índices diários de qualidade do ar em http://qualar.apambiente.pt, e recomenda a consulta dos conselhos para a saúde em www.dgs.pt.
Eventos naturais	Transporte de partículas naturais com origem em regiões áridas: O transporte de longa distância de partículas com origem natural, em zonas áridas do Norte de África, como é o caso dos desertos do Sahara e Sahel pode causar elevados níveis de PM₁₀. Em Portugal e nos países Mediterrânicos estes eventos são mais frequentes nos períodos de primavera e verão. Para saber mais sobre este fenómeno clique aqui.
Ficha técnica	Mapas de previsão transporte de poeiras provenientes de regiões áridas (concentração de partículas à superfície às 0, 6, 12 e 18 UTC, e mapas de deposição seca e húmida, disponibilizados por NMMB/BSC-Dust model. Imagens cedidas de NMMB/BSC-Dust model, operado por Barcelona Supercomputing Center (https://dust.aemet.es/forecast)). Ficha de previsão elaborada por DCEA-FCT/UNL para APA, IP.



Previsão de transporte de partículas naturais com origem em regiões áridas	
Data	17/12/2021
Entidade Responsável	Agência Portuguesa do Ambiente, IP
Resumo	Prevê-se que o Arquipélago da Madeira seja influenciado por uma massa de ar com origem no Norte de África, transportando na circulação partículas e poeiras em suspensão, durante o dia 17 de dezembro 2021.
Mapa de previsão	Barcelona Dust Forecast Center - http://dust.aemet.es/ NMMB-MQDARCH - Forecast 1° Dual-Surface Conc. (µg/m³) Run: 12h 15 DEC 2021 Valid: 12h 27 DEC 2021 (H+48)
Descrição	O Arquipélago da Madeira encontram-se sob influência de uma situação sinóptica que se caracteriza por um anticiclone localizado nas Ilhas Britânicas estendendo-se em crista até ao Arquipélago da Madeira. Esta configuração resulta numa circulação de sueste, nos níveis baixos da atmosfera, favorecendo a advecção e transporte da massa de ar formada sobre os desertos do Norte de África. A ocorrência de precipitação atenuará as concentrações de poeiras na atmosfera. Este fenómeno natural afeta a qualidade do ar ambiente, estimando-se que possa contribuir para um aumento das concentrações de partículas em suspensão (PM_{10}) entre 20 a 50 $\mu g m^{-3}$ no Arquipélago da Madeira. A análise comparativa dos modelos de prognóstico de dispersão e transporte de poeiras pela circulação atmosférica indica, para o dia seguinte, que este episódio de intrusão de partículas poderá manter-se. A APA, IP, sugere o acompanhamento da evolução dos índices diários de qualidade do ar em http://qualar.apambiente.pt, e recomenda a consulta dos conselhos para a saúde em www.dgs.pt.
Eventos naturais	Transporte de partículas naturais com origem em regiões áridas: O transporte de longa distância de partículas com origem natural, em zonas áridas do Norte de África, como é o caso dos desertos do Sahara e Sahel pode causar elevados níveis de PM_{10}. Em Portugal e nos países Mediterrânicos estes eventos são mais frequentes nos períodos de primavera e verão. Para saber mais sobre este fenómeno clique aqui.
Ficha técnica	Mapas de previsão transporte de poeiras provenientes de regiões áridas (concentração de partículas à superfície às 0, 6, 12 e 18 UTC, e mapas de deposição seca e húmida, disponibilizados por NMMB/BSC-Dust model. Imagens cedidas de NMMB/BSC-Dust model, operado por Barcelona Supercomputing Center (https://dust.aemet.es/forecast). Ficha de previsão elaborada por DCEA-FCT/UNL para APA, IP.



Previsão de transporte de partículas naturais com origem em regiões áridas	
Data	18/12/2021
Entidade Responsável	Agência Portuguesa do Ambiente, IP
Resumo	Prevê-se que o Arquipélago da Madeira seja influenciado por uma massa de ar com origem no Norte de África, transportando na circulação partículas e poeiras em suspensão, durante o dia 18 de dezembro 2021.
Mapa de previsão	
Descrição	O Arquipélago da Madeira encontram-se sob influência de uma situação sinótica que se caracteriza por um anticiclone localizado nas Ilhas Britânicas estendendo-se em crista até ao Norte de África. Esta configuração resulta numa circulação do quadrante sul, nos níveis baixos da atmosfera, favorecendo a advecção e transporte da massa de ar formada sobre os desertos do Norte de África. A ocorrência de precipitação atenuará as concentrações de poeiras na atmosfera. Este fenómeno natural afeta a qualidade do ar ambiente, estimando-se que possa contribuir para um aumento das concentrações de partículas em suspensão (PM_{10}) superior a $50 \mu g m^{-3}$ no Arquipélago da Madeira. A análise comparativa dos modelos de prognóstico de dispersão e transporte de poeiras pela circulação atmosférica indica, para o dia seguinte, o fim deste episódio de intrusão de partículas. A APA, IP, sugere o acompanhamento da evolução dos índices diários de qualidade do ar em http://qualar.apambiente.pt, e recomenda a consulta dos conselhos para a saúde em www.dgs.pt.
Eventos naturais	Transporte de partículas naturais com origem em regiões áridas: O transporte de longa distância de partículas com origem natural, em zonas áridas do Norte de África, como é o caso dos desertos do Sahara e Sahel pode causar elevados níveis de PM_{10}. Em Portugal e nos países Mediterrânicos estes eventos são mais frequentes nos períodos de primavera e verão. Para saber mais sobre este fenómeno clique aqui.
Ficha técnica	Mapas de previsão transporte de poeiras provenientes de regiões áridas (concentração de partículas à superfície às 0, 6, 12 e 18 UTC, e mapas de deposição seca e húmida, disponibilizados por NMMB/BSC-Dust model Imagens cedidas de NMMB/BSC-Dust model, operado por Barcelona Supercomputing Center (https://dust.aemet.es/forecast)) Ficha de previsão elaborada por DCEA-FCT/UNL para APA, IP.