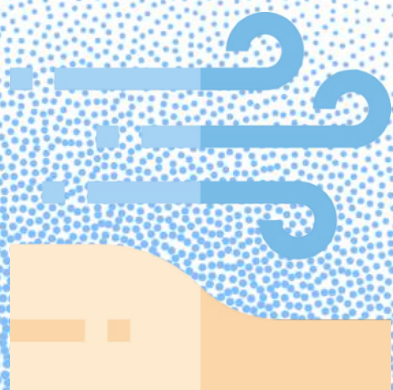




IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DE EVENTOS NATURAIS EM PORTUGAL EM 2024

Relatório Anual

Setembro 2025



Título

IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DE EVENTOS NATURAIS EM PORTUGAL EM 2024 | Relatório Anual

Data

Setembro 2025

Equipa técnica



NOVA School of Science and Technology (Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa – NOVA FCT)

Desenvolvimento:

Francisco Ferreira (Interlocutor científico e coordenação geral)

Joana Monjardino (Coordenação técnica e desenvolvimento)

Luísa Mendes (Colaboração)

Filipe Franquinho (Colaboração)



Agência Portuguesa do Ambiente (APA)

Acompanhamento:

Paula Meireles

Cláudia Martins

Índice

1	Introdução	7
2	Enquadramento	8
2.1	<i>Tipologia de eventos naturais</i>	<i>8</i>
2.1.1	Aspetos gerais	8
2.1.2	Eventos naturais na Península Ibérica.....	9
2.2	<i>Enquadramento legislativo.....</i>	<i>12</i>
2.3	<i>Eventos naturais no contexto ibérico: desenvolvimento de uma metodologia conjunta</i>	<i>14</i>
3	Metodologia	15
3.1	<i>Aspetos gerais</i>	<i>15</i>
3.2	<i>Domínio espacial</i>	<i>15</i>
3.3	<i>Identificação de eventos naturais</i>	<i>19</i>
3.4	<i>Quantificação da influência de eventos naturais nas concentrações de partículas em suspensão.....</i>	<i>22</i>
3.5	<i>Eficiência das estações de monitorização da qualidade do ar</i>	<i>25</i>
4	Identificação dos dias de evento natural em 2024	26
4.1	<i>Dias de evento natural</i>	<i>26</i>
4.2	<i>Caracterização dos episódios</i>	<i>29</i>
4.3	<i>Distribuição por mês.....</i>	<i>34</i>
4.4	<i>Caracterização meteorológica</i>	<i>36</i>
4.5	<i>Incêndios rurais</i>	<i>41</i>
5	Aplicação da metodologia de desconto das contribuições de origem natural às concentrações de PM₁₀ em 2024.....	45
5.1	<i>Eficiência das estações de monitorização da qualidade do ar em 2024.....</i>	<i>45</i>
5.2	<i>Influência dos eventos naturais nas concentrações de PM₁₀ em 2024.....</i>	<i>48</i>
6	Conclusões.....	56
7	Referências bibliográficas.....	58

Índice de Figuras

Figura 1. Localização da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT).....	8
Figura 2. Representação da localização geográfica dos desertos do Norte de África Sahara e Sahel....	9
Figura 3. Exemplos de padrões de circulação atmosférica de acordo com centros de baixas pressões (esquerda) e de altas pressões (direita) (Adaptado de: <i>NASA Earth Observatory</i>)	10
Figura 4. Secções de identificação da intrusão de ar na Península Ibérica e Arquipélagos.....	14
Figura 5. Regiões e estações rurais de fundo representativas utilizadas para a quantificação da contribuição de eventos naturais em Portugal Continental, Arquipélago da Madeira e Arquipélago dos Açores, em 2024.....	16
Figura 6. Altitude em Portugal Continental (m) e localização de estações rurais de fundo representativas para a metodologia anual de avaliação de eventos naturais.....	17
Figura 7. Representação da Região Autónoma dos Açores e da localização das estações da rede de monitorização da qualidade do ar (FAL, AHE, RGR e PDE) (mapa base adaptado de: Qualar).....	18
Figura 8. Fontes de informação utilizadas na identificação da ocorrência de eventos naturais em Portugal (exemplo para dia 20/06/2017): a) WMO SDS-WAS e SKIRON, b) HYSPLIT, c) NAAPS Dust e Smoke, d) Imagens de satélite NASA FIRMS com identificação dos incêndios ativos, e) Concentrações de PM ₁₀	21
Figura 9. Distribuição do número de dias de evento natural por ano	26
Figura 10. Distribuição do número de dias de evento natural por região em 2024 e comparação com a média do período 2010-2023 (regiões: Norte, Centro, Lisboa e Vale do Tejo, Alentejo, Algarve, Total Portugal Continental, Madeira, Açores e Total Nacional).....	28
Figura 11. Duração de cada episódio de evento natural ocorrido em 2024 e concentração média diária de PM ₁₀ mais elevada durante o episódio, registada em estações Rurais de Fundo, em Portugal Continental, no Arquipélago da Madeira e no Arquipélago dos Açores.....	31
Figura 12. Distribuição do número de episódios de evento natural, em 2024, de acordo com a sua duração, em Portugal Continental, no Arquipélago da Madeira e no Arquipélago dos Açores.....	32
Figura 13. Episódios de maior intensidade ocorridos em Portugal Continental, Arquipélago dos Açores e Arquipélago da Madeira (22/03/2024, 01/10/2024 e 18/12/2024, respetivamente) e concentrações médias diárias de PM ₁₀ registadas em estações rurais de fundo (exemplos de Fornelo do Monte (FORN), Lourinhã (LOR), Monte Velho (MVE), Santana (SAN), Faial (FAL))	32
Figura 14. Imagens de satélite (NASA FIRMS) para os dias 16 a 18 de setembro de 2024 com representação dos incêndios ativos e plumas de fumo com origem nos grandes incêndios das regiões Norte e Centro.....	33
Figura 15. Distribuição do número de dias de evento natural por mês e ano (%).....	34
Figura 16. Distribuição do número de dias de evento natural, por região e mês, em 2024.....	35
Figura 17. Distribuição do número de dias de evento natural, por mês, em 2024, em Portugal Continental, Arquipélago da Madeira e Arquipélago dos Açores.....	35
Figura 18. Número de incêndios rurais e correspondente extensão de área ardida em Portugal Continental, por ano, entre 1 de janeiro e 15 de outubro de 2024 (ICNF, 2024)	41
Figura 19. Totais de área ardida, relativos aos vinte maiores incêndios de 2024, por distrito e data de início (ha).....	42

Figura 20. Imagens de satélite (NASA FIRMS) relativas aos dias de ocorrência dos 20 maiores incêndios de 2024, em Portugal Continental, e avaliação da sua interferência na metodologia de desconto de eventos naturais.....	43
Figura 21. Concentrações de PM ₁₀ medidas em estações rurais de fundo de Portugal Continental e dias de ocorrência de evento natural (EN) e incêndio rural, em agosto de 2024	44
Figura 22. Concentrações de PM ₁₀ medidas em estações rurais de fundo de Portugal Continental e dias de ocorrência de evento natural (EN) e incêndio rural, em setembro de 2024	44
Figura 23. Média anual de PM ₁₀ , por estação, antes e após a dedução da fração devida a evento natural, em 2024.....	51
Figura 24. Número de dias em excedência ao valor limite diário de PM ₁₀ , por estação, antes e após a dedução da fração devida a evento natural, em 2024.....	51
Figura 25. Contribuição da fração natural para a média anual de PM ₁₀ , entre 2010 e 2024 (expressa em µg/m ³ de PM ₁₀ e %)	53
Figura 26. Contribuição de eventos naturais (fração natural) para a média anual de PM ₁₀ , entre 2010 e 2024 (expressa em µg/m ³ de PM ₁₀)	53
Figura 27. Contribuição da fração natural para a média anual de PM ₁₀ e número de dias de evento natural identificado, por região, em 2024	53
Figura 28. Contribuição da fração natural para a média anual de PM ₁₀ (em cima) e número de dias de evento natural identificado (em baixo), em Portugal Continental, Arquipélago da Madeira e Arquipélago dos Açores, em 2024.....	54
Figura 29. Concentrações de PM ₁₀ medidas em estações rurais de fundo e dias de evento natural (EN), no mês de dezembro de 2024, destacando-se o episódio de poeiras ocorrido de 15/12 a 20/12	55
Figura 30. Representação das concentrações médias diárias de PM ₁₀ medidas em estações rurais de fundo (em cima, expressas em µg/m ³), dos dias de evento natural identificados por região (ao meio) e do peso da fração mineral com origem nos desertos em locais rurais de fundo (dados CAMS, fração dust face à média diária de PM ₁₀ expressa em %), no mês de janeiro de 2024	60
Figura 31. Representação das concentrações médias diárias de PM ₁₀ medidas em estações rurais de fundo (em cima, expressas em µg/m ³), dos dias de evento natural identificados por região (ao meio) e do peso da fração mineral com origem nos desertos em locais rurais de fundo (dados CAMS, fração dust face à média diária de PM ₁₀ expressa em %), no mês de fevereiro de 2024	61
Figura 32. Representação das concentrações médias diárias de PM ₁₀ medidas em estações rurais de fundo (em cima, expressas em µg/m ³), dos dias de evento natural identificados por região (ao meio) e do peso da fração mineral com origem nos desertos em locais rurais de fundo (dados CAMS, fração dust face à média diária de PM ₁₀ expressa em %), no mês de março de 2024	62
Figura 33. Representação das concentrações médias diárias de PM ₁₀ medidas em estações rurais de fundo (em cima, expressas em µg/m ³), dos dias de evento natural identificados por região (ao meio) e do peso da fração mineral com origem nos desertos em locais rurais de fundo (dados CAMS, fração dust face à média diária de PM ₁₀ expressa em %), no mês de abril de 2024	63
Figura 34. Representação das concentrações médias diárias de PM ₁₀ medidas em estações rurais de fundo (em cima, expressas em µg/m ³), dos dias de evento natural identificados por região (ao meio) e do peso da fração mineral com origem nos desertos em locais rurais de fundo (dados CAMS, fração dust face à média diária de PM ₁₀ expressa em %), no mês de maio de 2024.....	64
Figura 35. Representação das concentrações médias diárias de PM ₁₀ medidas em estações rurais de fundo (em cima, expressas em µg/m ³), dos dias de evento natural identificados por região (ao meio) e	

do peso da fração mineral com origem nos desertos em locais rurais de fundo (dados CAMS, fração <i>dust</i> face à média diária de PM ₁₀ expressa em %), no mês de junho de 2024	65
Figura 36. Representação das concentrações médias diárias de PM ₁₀ medidas em estações rurais de fundo (em cima, expressas em µg/m ³), dos dias de evento natural identificados por região (ao meio) e do peso da fração mineral com origem nos desertos em locais rurais de fundo (dados CAMS, fração <i>dust</i> face à média diária de PM ₁₀ expressa em %), no mês de julho de 2024.....	66
Figura 37. Representação das concentrações médias diárias de PM ₁₀ medidas em estações rurais de fundo (em cima, expressas em µg/m ³), dos dias de evento natural identificados por região (ao meio) e do peso da fração mineral com origem nos desertos em locais rurais de fundo (dados CAMS, fração <i>dust</i> face à média diária de PM ₁₀ expressa em %), no mês de agosto de 2024.....	67
Figura 38. Representação das concentrações médias diárias de PM ₁₀ medidas em estações rurais de fundo (em cima, expressas em µg/m ³), dos dias de evento natural identificados por região (ao meio) e do peso da fração mineral com origem nos desertos em locais rurais de fundo (dados CAMS, fração <i>dust</i> face à média diária de PM ₁₀ expressa em %), no mês de setembro de 2024	68
Figura 39. Representação das concentrações médias diárias de PM ₁₀ medidas em estações rurais de fundo (em cima, expressas em µg/m ³), dos dias de evento natural identificados por região (ao meio) e do peso da fração mineral com origem nos desertos em locais rurais de fundo (dados CAMS, fração <i>dust</i> face à média diária de PM ₁₀ expressa em %), no mês de outubro de 2024	69
Figura 40. Representação das concentrações médias diárias de PM ₁₀ medidas em estações rurais de fundo (em cima, expressas em µg/m ³), dos dias de evento natural identificados por região (ao meio) e do peso da fração mineral com origem nos desertos em locais rurais de fundo (dados CAMS, fração <i>dust</i> face à média diária de PM ₁₀ expressa em %), no mês de novembro de 2024	70
Figura 41. Representação das concentrações médias diárias de PM ₁₀ medidas em estações rurais de fundo (em cima, expressas em µg/m ³), dos dias de evento natural identificados por região (ao meio) e do peso da fração mineral com origem nos desertos em locais rurais de fundo (dados CAMS, fração <i>dust</i> face à média diária de PM ₁₀ expressa em %), no mês de dezembro de 2024	71

Índice de Tabelas

Tabela 1. Tipologias de eventos naturais (tipo, período de ocorrência, origem e condições meteorológicas).....	11
Tabela 2. Objetivos ambientais estabelecidos para a proteção da saúde humana para PM ₁₀ definidos no Decreto-Lei n.º 102/2010.....	12
Tabela 3. Identificação da ocorrência de episódios de intrusão de poeiras provenientes do Norte de África, no ano de 2024, por região e data de ocorrência.....	27
Tabela 4. Eventos meteorológicos relevantes em Portugal Continental e ocorrência de episódios de eventos naturais em 2024.....	38
Tabela 5. Eficiência anual das medições de partículas PM ₁₀ nas estações de monitorização da qualidade do ar em 2024 (%)	46
Tabela 6. Aplicação da metodologia de dedução da contribuição de eventos naturais para as concentrações de PM ₁₀ em 2024 (resultados antes e após aplicação da metodologia de desconto, expressos nos indicadores: concentração média anual, número de ultrapassagens ao valor limite diário e 36º máximo diário de PM ₁₀)	49

1 Introdução

O presente documento consiste no relatório anual relativo à identificação e avaliação de eventos naturais (EN) ocorridos em Portugal, no ano de 2024. É composto pelo documento relativo ao Relatório propriamente dito e pelo Anexo com informação detalhada para cada episódio de evento natural identificado.

O transporte a longa distância de poeiras com origem em regiões áridas, tais como os desertos do Norte de África, pode ter um forte impacto na visibilidade atmosférica e na composição dos aerossóis, bem como, nos níveis de partículas em suspensão (CUE, 2011). As poeiras do deserto do Sahara podem contribuir em mais de 60% para a concentração total de partículas, nos países mediterrânicos, durante um forte evento natural de poluição. O acréscimo nas concentrações de partículas, devido à ocorrência destes fenómenos, pode conduzir a excedências ao valor limite diário legislado de PM_{10} ($50 \mu g/m^3$).

A avaliação da contribuição de poluentes provenientes de fontes naturais, nos níveis de qualidade do ar, está prevista pelo enquadramento legal nacional e comunitário, respetivamente no Decreto-Lei n.º 102/2010, de 23 de setembro (alterado e republicado pelo Decreto-Lei n.º 47/2017, de 10 de maio), e na recente Diretiva 2024/2881 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de outubro de 2024 (reformulando a anterior Diretiva da qualidade do ar – Diretiva 2008/50/CE), ambos relativos à avaliação e gestão da qualidade do ar ambiente. A nível nacional, as contribuições naturais com maior expressão, e por isso as consideradas no presente estudo, são os eventos naturais de intrusão de massa de ar com partículas em suspensão, com origem nos desertos do Norte de África. A avaliação da ocorrência destes fenómenos naturais é efetuada através da aplicação de uma metodologia ibérica conjunta utilizada, desde 2006, por Portugal e Espanha.

2 Enquadramento

2.1 Tipologia de eventos naturais

2.1.1 Aspetos gerais

Designam-se por eventos naturais as contribuições provenientes de emissões de poluentes que não são causadas direta nem indiretamente por atividades humanas, onde se incluem a ressuspensão ou transporte atmosférico de partículas naturais provenientes de regiões áridas.

O transporte a longa distância de material crustal ocorre quando se geram processos massivos de ressuspensão em zonas áridas, tais como, as presentes no Norte de África, Médio Oriente e Ásia Central. Outras zonas desérticas, como Atacama, ou os desertos da Austrália não geram este tipo de transporte a longa distância.

De acordo com Querol *et al* (2013) as áreas exportadoras de partículas crustais têm como característica comum consistir em bacias, nas quais se acumula uma grande quantidade de material particulado crustal de granulometria fina, devido à erosão de zonas áridas. Durante a época seca este material fino fica exposto a possíveis processos de ressuspensão. No Norte de África existe uma infinidade de bacias com estas características onde o material fino se deposita.

O Norte de África considera-se um exemplo típico de área desértica quente onde a precipitação é escassa, a humidade relativa é reduzida (cerca de 10%) e as temperaturas são muito elevadas, o que favorece a ressuspensão massiva de grandes quantidades de material particulado. O transporte de poeiras a partir do Norte de África representa 50% do material particulado transportado a partir de regiões áridas no mundo.

A injeção de ar carregado de partículas, nas camadas altas da troposfera, produz-se com especial intensidade na Zona de Convergência Intertropical (ZCIT)¹ (situada em redor do equador térmico) devido aos processos de convexão associados a essa zona. A posição da ZCIT varia em latitude durante o ano (Figura 1), provocando diferenças na intensidade de emissão a partir das distintas zonas de deserto africano, segundo a estação do ano.

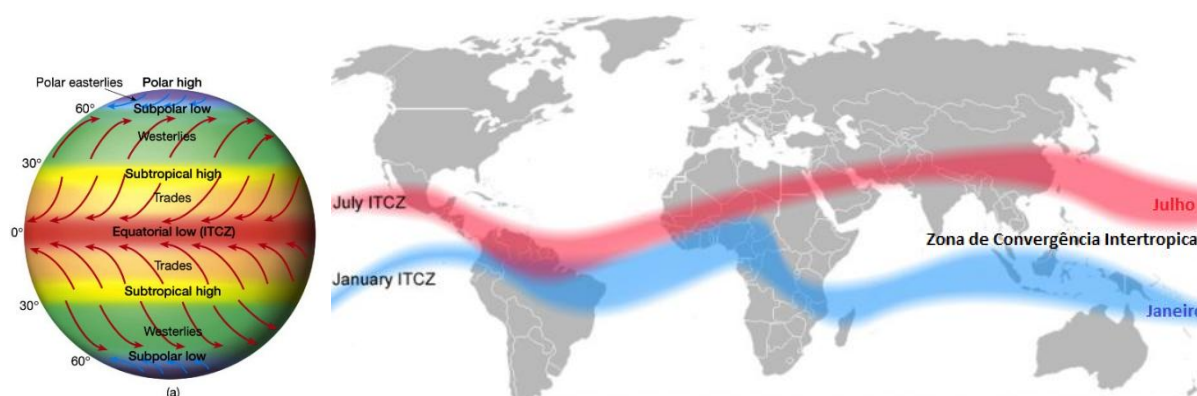


Figura 1. Localização da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT)

¹ A ZCIT é a área que circunda a Terra, próxima ao equador, onde os ventos originários dos hemisférios norte e sul se encontram.

Uma vez produzida a injeção vertical de matéria particulada na troposfera livre, o transporte horizontal é controlado por situações sinóticas bem definidas. Assim, de forma a descrever os mecanismos e a frequência dos eventos naturais durante as várias épocas do ano, há que ter em conta a posição da ZCIT e as características da superfície.

O transporte de poeiras é efetuado sobre os oceanos e continentes na troposfera livre (acima da camada limite) em altitudes até 8 km, podendo também existir nos níveis baixos da troposfera. O transporte de partículas crustais é assim favorecido:

- quer pelo aumento da velocidade do vento no perfil ascendente da troposfera, permitindo o transporte até zonas muito distantes;
- quer pelo maior tempo de residência nesta zona da troposfera, devido à menor incidência dos processos de *washout* das massas de ar.

A granulometria das partículas transportadas por estes processos varia muito em função do local de origem (que, no caso do Norte de África, se trata dos desertos do Sahara e Sahel, representados na Figura 2) e da localização da área recetora (Querol *et al*, 2013):

- em episódios de transporte de partículas até ao continente americano a granulometria dominante é mais fina (de 0,1 μm a 1,0 μm);
- em episódios africanos registados no Mediterrâneo (no verão), ou nas Canárias (no inverno) a granulometria dominante é mais grosseira (de 1 μm a 25 μm);
- em ambos os casos, regista-se a influência destes episódios naturais nas concentrações de PM_{10} e de $\text{PM}_{2,5}$ registadas à superfície.



Figura 2. Representação da localização geográfica dos desertos do Norte de África Sahara e Sahel

2.1.2 Eventos naturais na Península Ibérica

O transporte de massas de ar com elevadas concentrações de partículas crustais produz-se de forma quase permanente até ao continente americano, devido à ação dos ventos alíseos. Este transporte, paralelo ao equador, tem um alcance de milhares de quilómetros. Assim, registam-se intrusões de poeiras africanas nas ilhas do Oceano Atlântico, Caraíbas, Sudeste dos Estados Unidos e América do Sul. Em determinadas condições sinóticas estas massas de ar são transportadas até à Península Ibérica. De acordo com Querol *et al* (2013) estes episódios ocorrem quando as condições meteorológicas à escala sinótica são determinadas por:

- sistemas de baixas pressões a Oeste ou Sudoeste da Península Ibérica ou a Norte do continente africano (Figura 3):

- os eventos causados pelas baixas pressões sobre o Atlântico e o Norte de África, com significativos níveis de poeiras africanas, registam-se com maior frequência entre janeiro e junho;
- de julho a outubro surgem com menor frequência, bem como, em novembro e dezembro (nestes dois meses a superfície dos desertos do Norte de África encontra-se mais fria, inibido a capacidade de ressuspensão);
- sistemas de anticiclone localizados sobre o Norte de África, sobre a Península Ibérica (Figura 3) (a níveis superficiais ou elevados - acima dos 850 hPa - da atmosfera), ou sobre a zona Mediterrânica (a níveis superficiais da atmosfera):
 - esta situação conduz à formação de uma massa de ar contendo poeiras, bem definida e com forma convexa, que circula sobre o Oceano Atlântico e alcança a Península Ibérica pela zona Oeste;
 - estes episódios têm um elevado impacte nos níveis de PM₁₀ na Península Ibérica, em parte devido ao carácter seco dos mesmos;
 - a época do ano em que se produzem estes eventos circunscreve-se quase exclusivamente a janeiro-março. Nessa altura a ressuspensão de poeiras é mais intensa sobre o Sahel, ainda assim, poeiras de outras zonas mais a Norte (tais como o Sahara Ocidental, Mauritânia e Argélia Ocidental) podem ser transportadas até à Península Ibérica.
- outro tipo de cenário de transporte causado por atividade anticiclónica produz-se no verão:
 - nestes casos o anticiclone do Norte de África está localizado a elevada altitude (acima dos 850 hPa) e é aí que ocorre a maior parte do transporte;
 - à superfície, devido ao forte aquecimento do Sahara no verão, desenvolve-se a depressão térmica sobre o Norte de África, fazendo deslocar o anticiclone do Norte de África para níveis mais elevados;
 - estes eventos têm sido documentados com maior frequência durante o mês de julho e agosto e constituem o cenário mais comum de transporte de poeiras africanas sobre a Península Ibérica;
 - uma característica particular destes eventos é a maior extensão que apresentam as massas de ar que atingem a Península Ibérica. Em alguns, estes episódios caracterizam-se por afetar a totalidade da Península Ibérica.

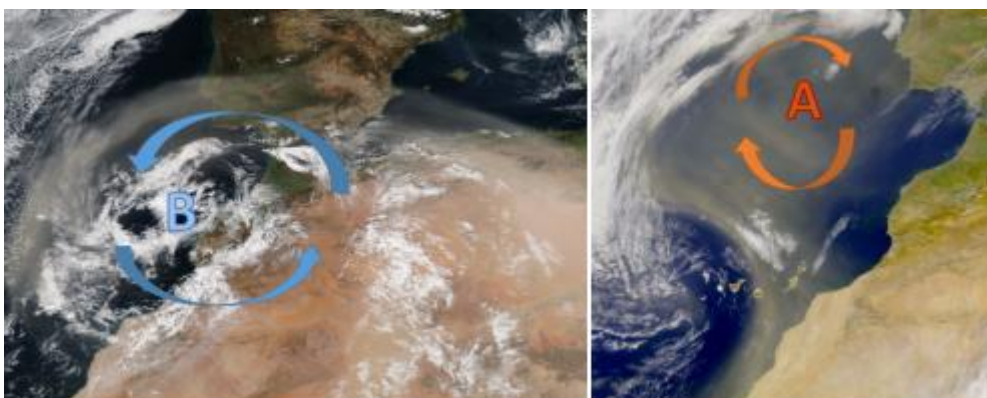


Figura 3. Exemplos de padrões de circulação atmosférica de acordo com centros de baixas pressões (esquerda) e de altas pressões (direita) (Adaptado de: NASA Earth Observatory)

Os vários tipos de transporte de partículas dos desertos africanos encontram-se resumidos na Tabela 1.

Tabela 1. Tipologias de eventos naturais (tipo, período de ocorrência, origem e condições meteorológicas)

Tipo de Evento	Período	Origem e Condições meteorológicas predominantes
Baixa probabilidade de ocorrência (apenas em regiões do Sul)	Novembro - Janeiro	• Intrusão de partículas inibida • Eventos de partículas ocorrem somente nas áreas do Sul (Península Ibérica)
Eventos secos	Fevereiro – Março	• Origem de material particulado do Sahel • Extensas nuvens de partículas descrevem um arco Atlântico • Situação de anticiclone (no Mediterrâneo e Norte de África)
Chuvas vermelhas & Eventos secos	Abril - Junho	• Movimentação de partículas do Sahel para o Sahara • Situação de baixa pressão (SO Portugal) e/ou anticiclone (Mediterrâneo e Norte de África)
Eventos secos	Julho – Agosto	• Origem de material particulado do Sahara • Movimentação intensa de partículas • Situação de anticiclone (Mediterrâneo e Norte de África)
Chuvas vermelhas & Eventos secos	Setembro - Outubro	• Movimentação de partículas do Sahara para o Sahel • Situação de baixa pressão (SO Portugal) e/ou anticiclone (Mediterrâneo e Norte de África)
Fonte: Querol <i>et al</i> , 1999		

2.2 Enquadramento legislativo

O Decreto-Lei n.º 102/2010, de 23 de setembro (alterado pelo Decreto-Lei n.º 43/2015, de 27 de março e posteriormente pelo Decreto-Lei n.º 47/2017, de 10 de maio) define o quadro legislativo e estabelece as linhas de orientação da política de gestão da qualidade do ar ambiente para Portugal, como Estado-Membro da União Europeia (UE). Nele encontram-se vários objetivos ambientais em termos das concentrações de material particulado (partículas PM₁₀ e PM_{2,5}) na atmosfera. O referido documento inclui a possibilidade de se efetuarem descontos, devido a fontes naturais de poluição, aquando da avaliação de conformidade em relação aos valores limite².

Na Tabela 2 encontram-se os objetivos ambientais estabelecidos no Decreto-Lei n.º 102/2010, para a proteção da saúde humana, definidos para as partículas em suspensão de diâmetro aerodinâmico inferior a 10 µm (PM₁₀).

Tabela 2. Objetivos ambientais estabelecidos para a proteção da saúde humana para PM₁₀ definidos no Decreto-Lei n.º 102/2010

Poluente	Objetivo de proteção	Tipo de objetivo ambiental	Período de referência das avaliações	Unidades do objetivo ambiental	Valores numéricos do objetivo ambiental (número de excedências autorizadas)
PM ₁₀	Saúde	VL (em vigor desde 2005)	Um dia	Dias de excedência num ano civil	50 µg/m ³ (35*)
		VL (em vigor desde 2005)	Um ano civil	Média anual	40 µg/m ³
		NAT	Um dia	Dias deduzidos de excedência num ano civil	Não definido
			Um ano civil	Dedução da média anual	Não definido
Legenda: VL: valor limite; NAT: Avaliação da contribuição natural; *Objetivo ambiental avaliado através do indicador 36º máximo diário					

A avaliação da contribuição de poluentes provenientes de fontes naturais, nos níveis de qualidade do ar, está prevista pelo enquadramento legal nacional e comunitário. O Decreto-Lei n.º 102/2010, estabelece que:

“As contribuições provenientes de fontes naturais poderão ser avaliadas, mas não evitadas. Por conseguinte, aquando da avaliação do respeito dos valores limite relativos à qualidade do ar, deverá ser permitido deduzir as contribuições naturais de poluentes para o ar ambiente, caso estas possam ser determinadas com um grau de certeza suficiente e as excedências sejam devidas total ou parcialmente a estas contribuições naturais.”

Consideram-se, segundo o mesmo diploma legal, contribuições provenientes de fontes naturais as:

“emissões de poluentes que não são causadas direta nem indiretamente por atividades humanas, onde se incluem catástrofes naturais como erupções vulcânicas, atividade sísmica, atividade geotérmica, incêndios florestais incontrolados, ventos de grande intensidade ou a ressuspensão ou transporte atmosférico de partículas naturais provenientes de regiões secas.”

No âmbito do reporte anual à Comissão Europeia (Decisão 2011/850/CE), os Estados-Membros indicam as causas das excedências ao valor limite de PM₁₀, importando por isso identificar a contribuição devida a fontes de emissão naturais.

² O valor limite corresponde ao nível de poluentes na atmosfera cujo valor não pode ser excedido, durante períodos previamente determinados, com o objetivo de evitar, prevenir ou reduzir os efeitos nocivos na saúde humana e ou no meio ambiente.

Caso a Comissão Europeia seja informada da existência de uma excedência ao valor limite imputável a fontes naturais, essa excedência não é considerada como tal para efeitos de avaliação de conformidade legal.

As comissões de coordenação e desenvolvimento regional (CCDR) devem elaborar listas das zonas e aglomerações³ onde as excedências aos valores limite de um determinado poluente são imputáveis a fontes naturais, em conformidade com determinadas metodologias, e reportar essa informação à APA. Esta, por sua vez, transmite essa informação à Comissão Europeia, incluindo os elementos relativos à dedução da contribuição de fontes naturais com as respetivas evidências que demonstrem a sua atribuição a fontes naturais.

O Conselho da União Europeia disponibilizou em 2011 (CUE, 2011) uma publicação onde se estabelecem diretrizes para a demonstração e dedução de excedências atribuídas a fontes naturais no âmbito da Diretiva 2008/50/CE (agora reformulada pela Diretiva 2024/2881 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de outubro de 2024), encorajando os Estados-Membros a implementar determinadas metodologias e a apresentar sob a forma de um relatório anual a documentação completa dos episódios identificados. Essas indicações foram tidas em conta na elaboração do presente documento.

³ As Zonas e Aglomerações são as unidades funcionais de qualidade do ar, delimitadas para efeitos da avaliação e a gestão da qualidade do ar no território nacional.

2.3 Eventos naturais no contexto ibérico: desenvolvimento de uma metodologia conjunta

Relativamente à avaliação dos eventos com origem nos desertos do Norte de África, e do seu impacto nas concentrações de PM_{10} , tem vindo a ser aplicada uma metodologia conjunta⁴ desenvolvida e coordenada pela a equipa do *Instituto de Ciencias de la Tierra Jaume Almera* (CSIC, Barcelona), com a participação do Departamento de Ciências e Engenharia do Ambiente da FCT NOVA, no âmbito de um convénio Luso-Espanhol de colaboração entre os respetivos ministérios que tutelam a pasta do Ambiente. Os relatórios anuais, relativos à avaliação destes fenómenos naturais, são habitualmente disponibilizados *on-line* com a avaliação relativa ao território de Portugal⁵ e de Espanha⁶.

A intrusão de uma massa de ar carregado de poeiras provenientes das regiões áridas do Norte de África é caracterizada por uma grande dimensão espacial, tendo sido a sua avaliação efetuada, numa fase inicial, para todo o domínio da Península Ibérica, dividida em secções geográficas, atribuídas a Portugal e Espanha (com zonas comuns de análise), representadas na Figura 4. Ao longo dos anos, cada país tem vindo a efetuar a análise das secções do seu território de modo independente, indicando-se as áreas geográficas utilizadas para a avaliação de eventos naturais em Portugal na secção da Metodologia.

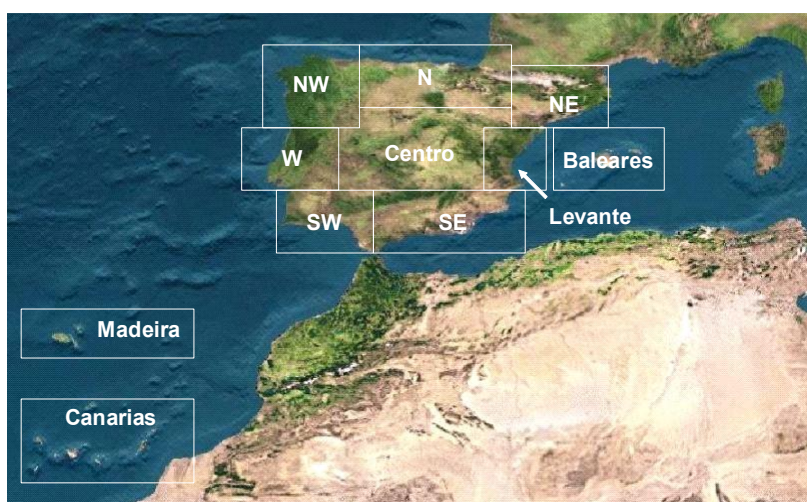


Figura 4. Secções de identificação da intrusão de ar na Península Ibérica e Arquipélagos

A identificação e avaliação de eventos naturais tem vindo a ser efetuada, em Portugal, desde 2006, ainda que com alguns ajustes na metodologia aplicada e permite:

- inventariar os dias para os quais se identifica a ocorrência de fenómenos naturais;
- quantificar a contribuição do fenómeno natural na média diária e anual de PM_{10} ;
- avaliar a situação de conformidade legal das estações de monitorização da qualidade do ar relativamente ao cumprimento dos valores limite de PM_{10} (diário e anual), antes e após a aplicação da metodologia de desconto das contribuições de origem natural.

⁴ Disponível em: https://www.miteco.gob.es/images/es/metodologiaparaepisodiosnaturales-revabril2013_tcm30-186522.pdf.

⁵ Disponível em: www.apambiente.pt, Políticas > Ar > Qualidade do Ar Ambiente > Partículas em Suspensão.

⁶ Disponível em: <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/calidad-del-aire/evaluacion-datos/fuentes-naturales/anales.aspx>.

3 Metodologia

3.1 Aspetos gerais

Na presente secção descreve-se resumidamente a metodologia aplicada para efetuar a identificação da ocorrência de eventos naturais de partículas com origem nos desertos africanos, bem como, a quantificação da sua influência nas concentrações de partículas em suspensão PM₁₀. Em termos metodológicos seguem-se as seguintes etapas:

- **1ª etapa:** os dias de ocorrência de intrusão de massa de ar proveniente do Norte de África são identificados para cada região do país, recorrendo-se a um conjunto de ferramentas para o efeito;
- **2ª etapa:** em cada região identifica-se uma estação de monitorização da qualidade do ar, rural de fundo, representativa da qualidade do ar, livre da influência de fontes de emissão antropogénica. Estas estações servem, numa primeira fase, para verificar se houve influência do evento natural nas concentrações de partículas medidas à superfície e, numa segunda fase, para quantificar a contribuição da intrusão de poeiras em cada região de jurisdição das Comissões de Coordenação e Desenvolvimento Regional (CCDR) no território continental, Direção Regional de Ambiente e Alterações Climáticas na Região Autónoma da Madeira e Direção Regional do Ambiente e Ação Climática na Região Autónoma dos Açores;
- **3ª etapa:** após a identificação dos dias em que ocorreu intrusão de massa de ar transportando partículas provenientes do Norte de África, a contribuição do evento em Portugal é quantificada em cada região, através da aplicação da metodologia ibérica. Esta abordagem permite descontar, a fração de origem natural, às concentrações médias diárias registadas em todas as estações da rede de monitorização da qualidade do ar.

3.2 Domínio espacial

A análise da ocorrência de eventos naturais é efetuada habitualmente em seis regiões de Portugal, de acordo com as áreas regionais de jurisdição da qualidade do ar: Norte, Centro, Lisboa e Vale do Tejo, Alentejo, Algarve e Região Autónoma da Madeira. Para o ano de 2024 foi aplicada a metodologia (em fase de testes) à Região Autónoma dos Açores, dada a expansão da sua rede de monitorização de qualidade do ar, com dados disponíveis na Base de Dados *Qualar* desde o ano 2023.

Como ponto de partida, para cada uma das regiões em estudo, é selecionada uma estação rural de fundo representativa. O objetivo é que a estação seja o mais remota possível em relação à influência de fontes de emissão antropogénicas para se poder identificar a contribuição da fração natural nas concentrações de partículas em suspensão. Neste processo, a região Centro representa uma exceção, sendo utilizadas duas estações rurais de fundo representativas (Caixa 1).

Selecionaram-se as seguintes estações representativas, representadas na Figura 5:

- Douro Norte (abreviatura: OLO) na região Norte;
- Montemor-o-Velho (abreviatura: MOV) na zona Centro Litoral e Fundão (abreviatura: FUN) na zona Centro Interior;
- Chamusca (abreviatura: CHA) na região de Lisboa e Vale do Tejo;
- Terena (abreviatura: TER) na região Alentejo;
- Cerro (abreviatura: CER) na região do Algarve;
- Santana (abreviatura: SAN) na região da Madeira;
- Faial (abreviatura: FAL) na região dos Açores.

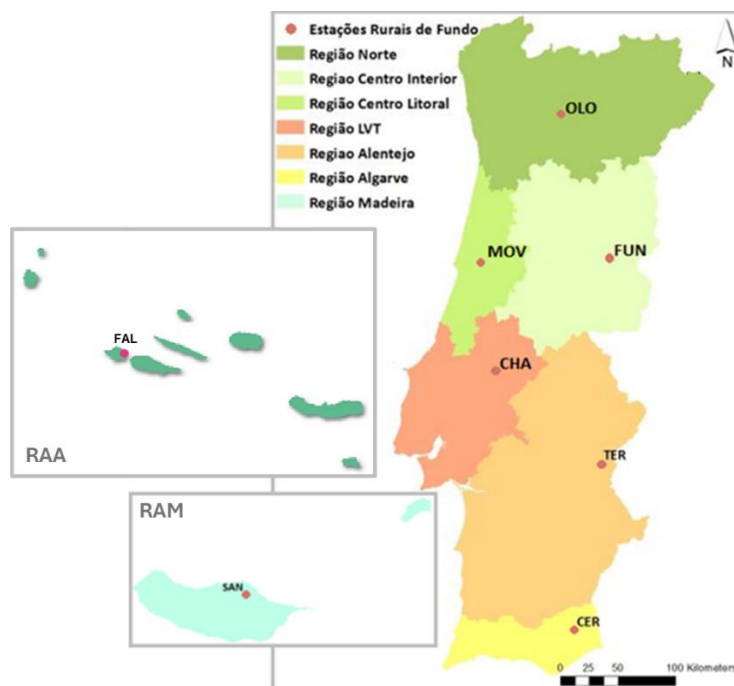


Figura 5. Regiões e estações rurais de fundo representativas utilizadas para a quantificação da contribuição de eventos naturais em Portugal Continental, Arquipélago da Madeira e Arquipélago dos Açores, em 2024

A análise anual efetuada em anos anteriores, tem vindo a excluir a Região Autónoma dos Açores (RAA), uma vez que os principais produtos de previsão de eventos naturais, para a Europa e Norte de África, não abrangem espacialmente esta região. No entanto, tal como referido anteriormente, para o ano de 2024 foi aplicada a metodologia de desconto de eventos naturais, em fase de testes, devido a várias limitações. Na Caixa 2 apresenta-se informação adicional relativa a esta região.

► Caixa 1. A especificidade da região Centro

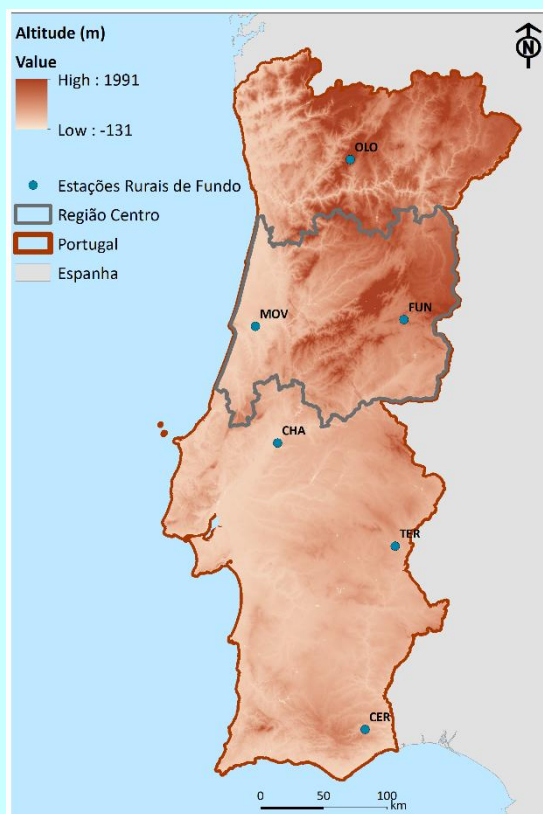


Figura 6. Altitude em Portugal Continental (m) e localização de estações rurais de fundo representativas para a metodologia anual de avaliação de eventos naturais

A região Centro apresenta uma orografia determinante (principalmente marcada pela Cordilheira Central, juntamente com os maciços das Serras de Caramulo e Montemuro), que influencia a dispersão dos poluentes atmosféricos.

É frequente verificar-se a ocorrência de um desfaseamento entre a intensidade do evento natural registado nas zonas Centro Litoral e Centro Interior.

Analisando os coeficientes de correlação entre as concentrações de poluentes da zona Centro Litoral e Interior, verificaram-se também comportamentos distintos entre estas duas zonas.

Por estes motivos, tem vindo a ser aplicada uma abordagem metodológica que trata as zonas de qualidade do ar do Centro Litoral e Interior de forma independente.

Assim, são seleccionadas duas estações rurais de fundo representativas da região:

- a do **Fundão** para a zona Centro Interior,
- a de **Montemor-o-Velho** para a zona Centro Litoral (esta estação apresentou uma boa cobertura anual de medições, bem como, a concentração média de PM₁₀ mais reduzida da zona Centro Litoral).

► Caixa 2. A especificidade da Região Autónoma dos Açores

A Região Autónoma dos Açores (RAA) não era habitualmente incluída na análise anual de eventos naturais ocorridos em Portugal, uma vez que os principais produtos de previsão destes fenómenos, para a Europa e Norte de África, não abrangem espacialmente a totalidade desta região.

No entanto, dada a expansão da rede de monitorização de qualidade do ar da RAA, com dados disponíveis na Base de Dados *Qualar* desde o ano 2023⁷, foi efetuado um teste de aplicação da metodologia de desconto de eventos naturais para o ano de 2024 a esta região. A maioria dos mapas resultantes dos modelos de previsão da ocorrência de eventos naturais utilizados na análise, apresentam um domínio espacial que abrange apenas o Grupo Oriental (ilhas de São Miguel e Santa Maria). Assim, a análise efetuada, teve por base a indicação da ocorrência de eventos apenas para esta área, o que constitui outra forte limitação à avaliação destes episódios de origem natural.

A rede de monitorização da RAA está operacional e a disponibilizar informação de qualidade do ar, dada pelas seguintes estações (representadas na Figura 7):

- **Faial** (abreviatura: **FAL**), estação de tipologia Rural de Fundo (localizada na Ilha do Faial),
- **Angra do Heroísmo** (abreviatura: **AHE**), estação de tipologia Urbana de Tráfego, (localizada na Ilha Terceira),
- **Ribeira Grande** (abreviatura: **RGR**), estação de tipologia Urbana de Tráfego (localizada na Ilha de São Miguel),
- **Ponta Delgada** (abreviatura: **PDE**), estação de tipologia Urbana de Fundo (localizada na Ilha de São Miguel).

Em 2024, as principais limitações do ponto de vista dos dados diários de concentrações de partículas PM₁₀ disponíveis, estiveram relacionadas com a eficiência das medições na estação do Faial que, com a aplicação da presente metodologia, se trata da estação representativa da região, para a análise da ocorrência de eventos naturais. A sua eficiência anual foi de 52%, não havendo dados em todo o período compreendido entre maio e agosto. Por outro lado, na estação da Ribeira Grande, apenas houve dados nos meses de maio a julho (eficiência anual de 20%). Para as restantes estações, de Ponta Delgada e Angra do Heroísmo, as eficiências de medição foram elevadas (93% e 99%, respetivamente).



Figura 7. Representação da Região Autónoma dos Açores e da localização das estações da rede de monitorização da qualidade do ar (FAL, AHE, RGR e PDE) (mapa base adaptado de: Qualar)

⁷ Disponível em: <https://qualar.apambiente.pt/indices>.

3.3 Identificação de eventos naturais

A identificação dos dias de evento natural é efetuada anualmente e tem sido baseada na metodologia descrita por Querol *et al* (2013). Para tal, utiliza-se uma combinação de informação dada por diversas fontes (representadas na Figura 8), nomeadamente:

- a) Informação dada por modelos: da Organização Meteorológica Mundial (WMO)/ Agência Meteorológica Espanhola (AEMET)/ Barcelona Supercomputing Center (BSC) **WMO Barcelona Dust Regional Center** (Daily Dust Products/ Multi-model)⁸ e Modelo **SKIRON Dust**⁹; indicam o acréscimo de poeira mineral, com origem nos desertos do Norte de África, nas concentrações de partículas à superfície;
- b) Retrotrajetórias do modelo **HYSPLIT**¹⁰: indicam a proveniência e o percurso da massa de ar no local das estações de monitorização, a vários níveis de altitude (750 m, 1500 m, 2500 m), nos cinco dias anteriores à data em estudo. Nesta etapa seleciona-se, para cada uma das regiões em estudo, uma localização da estação rural de fundo representativa para a qual se obtêm as retrotrajetórias nas datas em estudo de ocorrência de evento natural. É também nestas estações que se baseia a metodologia de quantificação da fração natural (daí que se pretenda que a estação seja a mais remota possível em relação à influência de fontes de emissão antropogénicas, apresentando as concentrações mais reduzidas de partículas em suspensão para se poder identificar a contribuição da fração natural);
- c) Produtos **NAAPS** Global Aerosol Model¹¹: fornecem informação relativa à ocorrência de poeiras, sulfatos e incêndios. Esta informação é particularmente relevante na análise de anos com ocorrência de elevado número de incêndios florestais, permitindo distinguir as causas de aumentos significativos nas concentrações de partículas em zonas rurais. Nota: no ano de 2025 os dados fornecidos por esta fonte deixaram de estar disponíveis ao público para consulta, pelo que, no presente relatório, esta já não foi utilizada;
- d) Adicionalmente, têm sido consultadas, **imagens de satélite** em que é visível a influência de evento natural (NASA WorldView¹²) ou a ocorrência de incêndios (NASA FIRMS¹³) que possam ter afetado as concentrações de PM₁₀ no período em análise, apresentadas sempre que se justifique para ilustração de casos particulares;
- e) **Concentrações** medidas nas estações de monitorização da qualidade do ar¹⁴ em cada região: esta informação é utilizada para aferir se o perfil de concentrações de PM₁₀ é influenciado pela ocorrência de evento natural (há eventos que, apesar de detetados por modelação, acabam por não ter expressão significativa no aumento das concentrações de PM₁₀ medidas à superfície). Nos dias de ocorrência de eventos naturais é habitual ser visível, nas concentrações de PM₁₀, a influência deste fenómeno em todas as estações de monitorização de uma região, ou mesmo em várias regiões em simultâneo. Na presente edição foram também tidas em conta as concentrações de carga mineral particulada, de origem natural, dadas pelo CAMS (Copernicus Atmosphere Monitoring Service)¹⁵, extraídas para a localização das estações rurais

⁸ Daily Dust Products/ Multi-model: <https://dust.aemet.es/products/daily-dust-products>

⁹ SKIRON Dust: <https://forecast.uoa.gr/en/forecast-maps/dust/europe>

¹⁰ HYSPLIT (Hybrid Single-Particle Lagrangian Integrated Trajectory): http://ready.arl.noaa.gov/HYSPLIT_traj.php.

¹¹ NAAPS (Navy Aerosol Analysis and Prediction System) - NRL/Monterey: <https://www.nrlmry.navy.mil/aerosol/#currentaerosolmodeling>

¹² NASA EOSDIS (Earth Observing System Data and Information System) Worldview: <https://worldview.earthdata.nasa.gov/>

¹³ NASA FIRMS (Fire Information for Resource Management System): <https://firms.modaps.eosdis.nasa.gov/map/>

¹⁴ QUALAR/Downloads: <https://qualar.apambiente.pt/downloads>

¹⁵ O Copernicus Atmosphere Monitoring Service (CAMS) é um serviço implementado pelo European Centre for Medium-Range Weather Forecasts que fornece dados e informações contínuas sobre a composição atmosférica. Os dados utilizados são extraídos a partir do site do CAMS (<https://atmosphere.copernicus.eu/>)

de fundo consideradas representativas no âmbito da metodologia de análise (com exceção da Região Autónoma dos Açores, para a qual não há dados disponíveis). Assim, para verificar o impacto da ocorrência de evento natural nas estações rurais de fundo, foi analisado o indicador 'peso da fração de poeiras (*Dust*)' face à média diária de PM₁₀, dado pelo CAMS Regional Interim Reanalyses¹⁶.

¹⁶ Disponível em: <https://ads.atmosphere.copernicus.eu/datasets/cams-europe-air-quality-reanalyses?tab=overview>

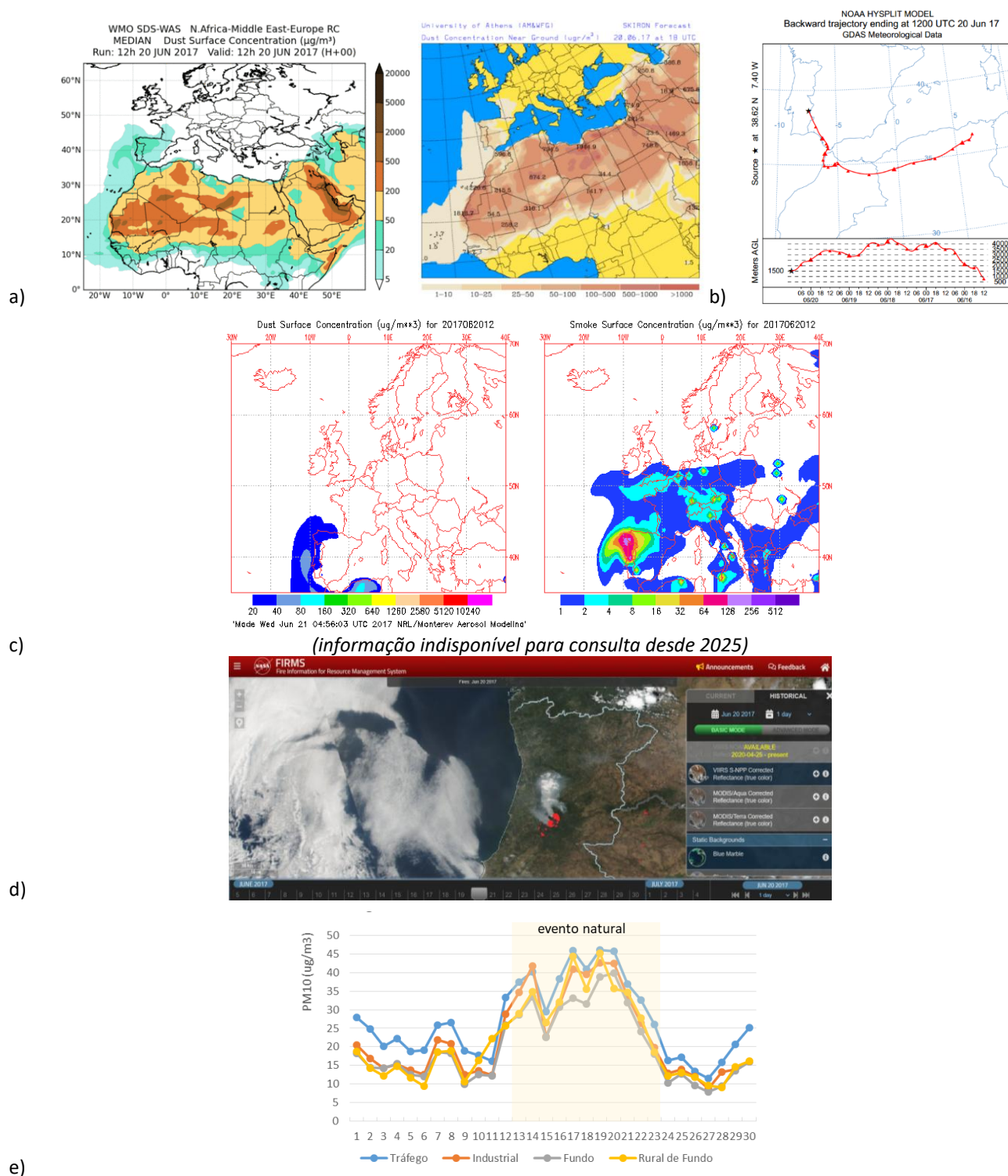


Figura 8. Fontes de informação utilizadas na identificação da ocorrência de eventos naturais em Portugal (exemplo para dia 20/06/2017): a) WMO SDS-WAS e SKIRON, b) HYSPLIT, c) NAAPS Dust e Smoke, d) Imagens de satélite NASA FIRMS com identificação dos incêndios ativos, e) Concentrações de PM₁₀

3.4 Quantificação da influência de eventos naturais nas concentrações de partículas em suspensão

De acordo com o descrito no Guia para a demonstração e subtração de excedências atribuíveis a fontes naturais (CUE, 2011), a quantificação da influência de eventos naturais nas concentrações de partículas em suspensão no ar ambiente deve obedecer aos seguintes princípios chave:

- a) as contribuições naturais não devem ser causadas por atividades humanas diretas ou indiretas;
- b) a quantificação da contribuição natural deve ser suficientemente precisa;
- c) a quantificação da contribuição natural deve ser temporalmente consistente com o período de integração do valor limite considerado;
- d) a quantificação das fontes naturais deve ser descrita espacialmente;
- e) as contribuições da fração natural devem ser demonstradas através de um processo de avaliação sistemática.

Após a identificação dos dias em que ocorreu intrusão de ar transportando partículas provenientes das zonas áridas do Norte de África, a contribuição do evento natural em Portugal é quantificada por região. A metodologia de cálculo da contribuição das PM₁₀ de origem natural, que tem sido aplicada a nível nacional, é baseada na indicada em Querol *et al* (2013).

Para cada uma das regiões em estudo, é selecionada uma estação rural de fundo representativa (tal como descrito no ponto 3.2 *Domínio espacial*). Os cálculos da contribuição da fração natural compreendem, resumidamente, as seguintes etapas:

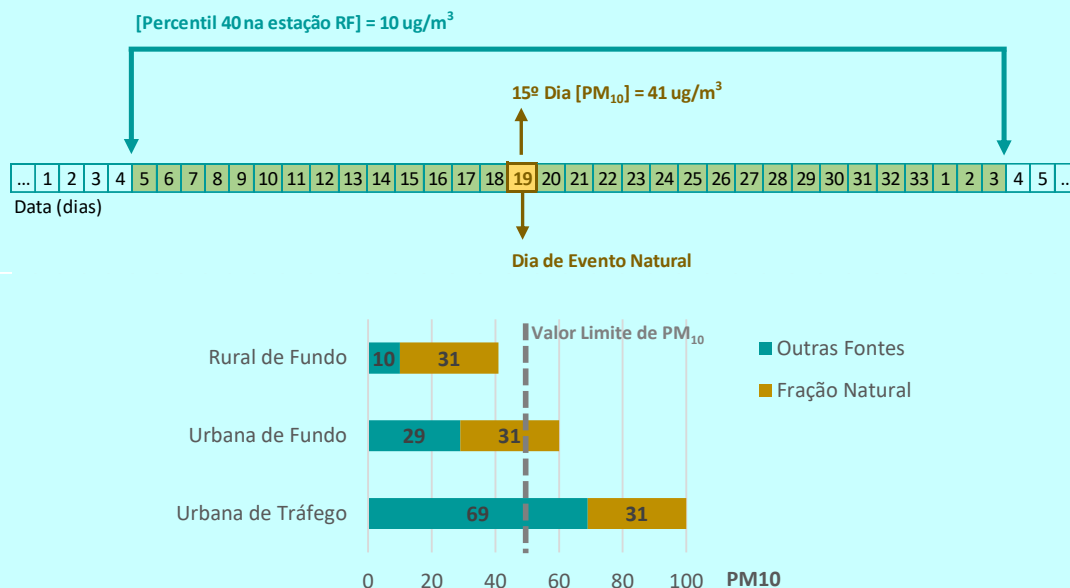
- preparação do conjunto de dados diários (concentrações médias diárias de PM₁₀) de todas as estações de monitorização, organizadas por regiões que serão avaliadas de forma independente;
- para cada dia de evento natural, previamente identificado, em cada estação regional de fundo selecionada como representativa, determina-se o Percentil 40 dos 30 dias centrados nesse dia de evento (sendo o dia de evento o 15.º e não se incluindo o valor registado neste dia no cálculo do percentil). Considera-se que o Percentil 40¹⁷ reproduz adequadamente o valor das estações de fundo sob a influência de processos de advecção de ar atlântico (não contaminado);
- a diferença entre o valor de PM₁₀ registado no dia de evento e o Percentil 40 desse dia corresponde à contribuição de PM₁₀ de origem natural;
- a contribuição calculada a partir da estação de fundo representativa de cada região é posteriormente subtraída às concentrações médias diárias de todas as estações de cada região.

A Caixa 3 exemplifica um caso de quantificação de um hipotético evento natural.

¹⁷ Estudos efetuados sobre os níveis de PM₁₀, registados em estações EMEP em Espanha e em locais regionais de fundo em Portugal, durante dias com condições atmosféricas advectivas prevaletentes (Atlântico, Mediterrâneo, Europa, mas excluindo dias africanos) mostram que o percentil 40, centrado num período de 30 dias, reproduz adequadamente o histórico regional registado em processos advectivos (Querol *et al.*, 2013; Escudero, 2007).

► Caixa 3. Exemplo de quantificação da influência de um evento natural nas concentrações de PM₁₀

- Considere-se um evento natural a ocorrer no dia 19 de um dado mês (representado na Figura abaixo);
- Considerem-se duas estações de monitorização da qualidade do ar, uma Urbana de Fundo (UF) e outra Urbana de Tráfego (UT), com médias diárias de PM₁₀ de 60 e 100 µg/m³, respetivamente, no dia de evento natural. Ambas as concentrações estão acima do valor limite diário deste poluente de 50 µg/m³:
 - [UF PM₁₀] = 60 µg/m³
 - [UT PM₁₀] = 100 µg/m³
- A estação Rural de Fundo (RF), selecionada como representativa da região em estudo, registou uma média diária de 41 µg/m³ no dia de evento natural. O percentil 40 mensal de concentrações, nesta estação, centrado no mesmo dia (e não incluindo a concentração de PM₁₀ no dia de evento natural) é de 10 µg/m³:
 - [RF PM₁₀] = 41 µg/m³
 - [RF P40 PM₁₀] = 10 µg/m³
- A contribuição de PM₁₀ devida ao evento natural, calculada para a estação RF representativa, é então dada por:
 - [Fração Natural] = [RF PM₁₀] - [RF P40 PM₁₀] = 41 - 10 = 31 µg/m³
- A Fração Natural assim determinada é posteriormente subtraída às concentrações das estações UF e UT:
 - [UF PM₁₀] - [Fração Natural] = 60 - 31 = 29 µg/m³
 - [UT PM₁₀] - [Fração Natural] = 100 - 31 = 69 µg/m³
- Neste exemplo, a subtração aplicada à estação UF elimina o dia em excedência ao valor limite diário de PM₁₀ (29 < 50 µg/m³), mas tal não ocorre no caso da estação UT (69 > 50 µg/m³);
- A Figura abaixo representa esquematicamente a situação exposta:



A análise dos resultados obtidos com a aplicação desta metodologia pode incidir em vários aspetos, entre eles a verificação da conformidade legal – face aos valores limite (VL) anual e diário de PM_{10} . Se uma dada estação estiver em excedência ao VL e, após a subtração do evento natural, a concentração se tornar inferior ao VL, então considera-se que essa situação de excedência foi causada pela contribuição de uma fonte natural, tal como previsto pelo Decreto-Lei n.º 102/2010 (alterado e republicado pelo Decreto-Lei n.º 47/2017).

Na aplicação da metodologia de desconto de eventos naturais podem surgir situações especiais que implicam ligeiras alterações à metodologia definida. Algumas delas decorrem do desfasamento entre a intensidade do evento registado numa estação rural de fundo e nas restantes estações de uma dada região, pelo facto de a massa de ar carregada com partículas ter uma diferente abrangência espacial, por exemplo, progredindo sequencialmente do litoral para o interior (ou vice-versa), ou em diferentes níveis verticais da atmosfera. Destacam-se as seguintes situações especiais identificadas:

- (i) **indisponibilidade de dados de concentrações médias diárias da estação rural de fundo representativa** – em determinado dia de episódio pode não haver informação relativa à concentração de PM_{10} na estação rural de fundo representativa. Neste caso, a contribuição de origem natural de partículas pode ser calculada utilizando outra estação rural de fundo (de preferência a mais próxima e da mesma região);
- (ii) **a contribuição natural obtida é nula** – em determinados episódios o desconto da contribuição poderá ser nulo. Esta situação reflete um episódio com fraca carga de partículas;
- (iii) **a contribuição natural obtida é negativa** – em determinadas situações o fenómeno natural é mais intenso na localização da estação rural de fundo representativa do que nas restantes, sendo que a contribuição natural estimada pode dar origem a valores negativos. Nestes casos pode seleccionar-se uma das opções, pela seguinte ordem:
 - a. substitui-se o valor estimado do desconto pela média dos descontos entre a estação rural de referência e a estação rural de fundo mais próxima;
 - b. se o valor descontado continuar negativo, substitui-se pelo desconto determinado através da estação rural de fundo mais próxima;
 - c. caso o valor continue negativo, então substitui-se o valor da estação, onde ocorre este caso, pelo Percentil 40 da própria estação (removendo os dias de evento natural);
- (iv) **efeito de persistência** – na identificação dos dias com ocorrência de evento natural inclui-se a possibilidade do prolongamento da intrusão, por efeito de persistência do evento, caso as condições meteorológicas não favoreçam a dispersão atmosférica. Pode considerar-se até dois dias o período de residência das partículas com origem natural, após o evento ter terminado.

3.5 Eficiência das estações de monitorização da qualidade do ar

A constituição das redes de monitorização da qualidade do ar é regulada pelo Decreto-Lei n.º 102/2010 (alterado e republicado pelo Decreto-Lei n.º 47/2017), que estabelece critérios quanto à tipologia de estações e número mínimo dados recolhidos anualmente em medições consideradas de medição fixa e indicativa.

Na avaliação de eventos naturais os dados das estações rurais de fundo são essenciais (para determinar os descontos a aplicar a todas as restantes estações), sendo desejável obter a série de dados anual o mais completa possível. Na secção de resultados é efetuada uma análise prévia às eficiências anuais das medições de PM₁₀ nas estações de monitorização, de modo a ter uma perceção do grau de cobertura anual de dados.

A eficiência mínima legal (de acordo com o referido Decreto-Lei) a considerar para uma estação com medições fixas em contínuo é de 85%¹⁸. Abaixo desse valor (mas superior a 14%) considera-se que as medições são indicativas. As estações de monitorização também são designadas como indicativas se não excederem o limiar superior de avaliação (LSA) nos cinco anos anteriores, sendo a sua necessidade de monitorização menos exigente, desde que esteja acima da cobertura mínima anual de 14%.

¹⁸ No Anexo II do Decreto-Lei n.º 102/2010, relativo aos objetivos de qualidade dos dados, é indicada uma taxa mínima de recolha de dados de 90%. No entanto, a este valor, podem acrescer perdas de dados decorrentes de operações de calibração de equipamentos até 5%. Assim, a eficiência mínima final comumente considerada é de 85%.

4 Identificação dos dias de evento natural em 2024

4.1 Dias de evento natural

Em 2024 identificaram-se, no total, 190 dias de intrusão de massa de ar com origem no Norte de África sobre o território de Portugal Continental, Arquipélagos da Madeira e dos Açores, representando 52% do ano, enquadrando-se num valor acima da média, pelo terceiro ano consecutivo (média essa que se situa em 34%, ou 124 dias por ano, considerando o período de análise de 2009 a 2023), tal como representado na Figura 9.

Os dias de evento natural identificados, de acordo com a metodologia descrita anteriormente, para o ano de 2024, encontram-se indicados na Tabela 3. A análise individualizada de todos os episódios identificados encontra-se efetuada num documento Anexo ao presente relatório.

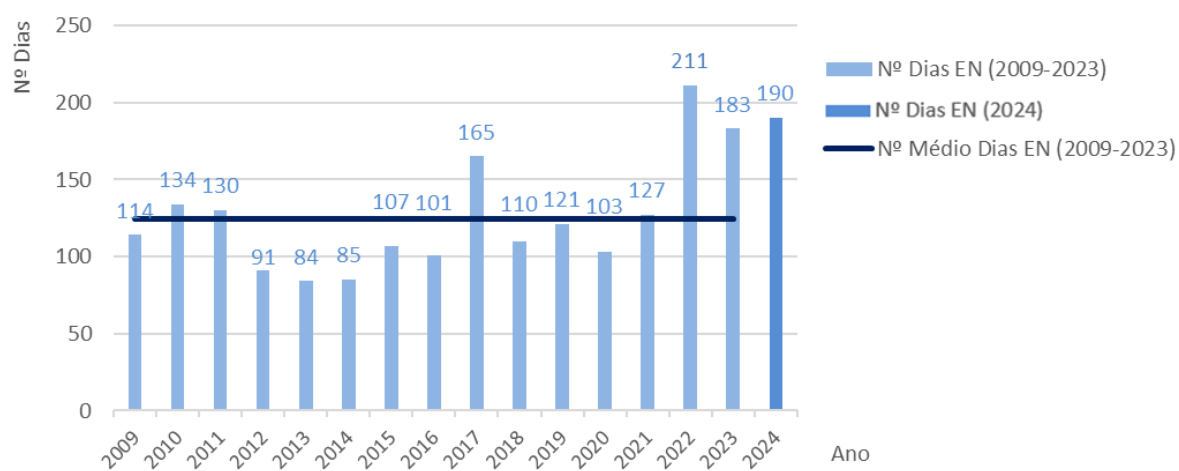


Figura 9. Distribuição do número de dias de evento natural por ano

Tabela 3. Identificação da ocorrência de episódios de intrusão de poeiras provenientes do Norte de África, no ano de 2024, por região e data de ocorrência

Mês	Região	Dia do mês																															Total	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
JAN	NOR													x			x											x	x	x	x	x	7	
	CEN													x	x		x												x	x	x	x	7	
	LVT													x	x	x	x											x	x	x	x	x	9	
	ALE													x	x	x	x	x										x	x	x	x	x	10	
	ALG													x	x	x	x	x										x	x	x	x	x	10	
	MAD											x	x					x											x	x	x	x	x	12
	AÇO																	x							x	x	x	x	x	x	x	x	2	
FEV	NOR	x	x		x	x	x	x	x							x											x						9	
	CEN	x	x		x	x	x	x	x					x		x										x							10	
	LVT	x	x	x	x	x	x	x	x					x		x										x							11	
	ALE	x	x	x	x	x	x	x	x					x	x	x										x							12	
	ALG	x	x	x	x	x	x	x	x					x	x	x										x							12	
	MAD	x	x	x	x	x	x	x	x	x						x																	9	
	AÇO		x	x	x	x	x																x	x									7	
MAR	NOR																						x	x	x								3	
	CEN																						x	x	x								3	
	LVT																						x	x	x	x	x						5	
	ALE																		x	x			x	x	x	x	x						7	
	ALG																		x	x			x	x	x	x	x						7	
	MAD																							x	x	x	x						4	
	AÇO																																0	
ABR	NOR						x							x	x	x	x																5	
	CEN						x							x	x	x	x	x				x											7	
	LVT						x	x						x	x	x	x	x	x	x	x												11	
	ALE						x	x						x	x	x	x	x	x	x	x	x											11	
	ALG						x	x						x	x	x	x	x	x	x	x	x											11	
	MAD																																7	
	AÇO																																5	
MAI	NOR							x	x	x	x	x	x												x			x	x	x	x	x	12	
	CEN							x	x	x	x	x	x												x			x	x	x	x	x	12	
	LVT							x	x	x	x	x	x												x			x	x	x	x	x	12	
	ALE							x	x	x	x	x	x												x			x	x	x	x	x	12	
	ALG								x	x	x	x	x													x			x	x	x	x	11	
	MAD						x	x	x	x	x															x							6	
	AÇO																									x							4	
JUN	NOR				x	x	x	x		x	x														x	x		x	x	x			13	
	CEN				x	x	x	x	x	x	x														x			x	x	x			12	
	LVT	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x														x			x	x	x			14	
	ALE	x	x	x	x	x	x	x	x			x	x													x			x	x	x		14	
	ALG	x	x	x	x	x	x	x				x														x	x		x	x	x		13	
	MAD																												x	x			2	
	AÇO																																1	
JUL	NOR					x	x																		x	x	x		x	x	x	x	9	
	CEN				x	x	x												x						x	x	x	x		x	x	x	12	
	LVT				x	x	x												x	x						x	x	x	x	x	x	x	14	
	ALE					x	x													x	x						x	x	x	x	x	x	11	
	ALG					x	x													x	x						x	x	x	x	x	x	11	
	MAD					x																				x	x	x					6	
	AÇO																																0	
AGO	NOR								x	x	x	x	x				x	x									x	x	x	x	x	x	16	
	CEN									x	x	x	x	x					x									x	x	x	x	x	15	
	LVT										x	x	x	x	x												x	x					11	
	ALE											x	x	x	x	x											x	x	x	x	x	x	16	
	ALG	x					x	x				x	x	x	x	x												x	x	x	x	x	16	
	MAD						x	x																									4	
	AÇO																																3	
SET	NOR										x								x	x	x	x	x	x								7		
	CEN	x																		x	x	x	x	x	x							8		
	LVT															x	x	x	x	x	x	x	x	x								11		
	ALE	x																		x	x	x	x	x								8		

Mês	Região	Dia do mês																															Total	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
	ALG	x										x			x	x	x	x	x	x	x			x									10	
	MAD															x	x	x	x			x	x	x									7	
	AÇO																													x	x			2
OUT	NOR					x	x								x	x								x	x					x	x	x	9	
	CEN		x	x		x	x								x	x									x					x	x	x	10	
	LVT		x			x	x	x							x	x								x	x					x	x	x	11	
	ALE		x	x		x	x	x							x									x	x					x	x	x	11	
	ALG		x	x		x	x	x							x											x				x	x	x	10	
	MAD		x	x	x	x	x	x				x	x																			x	x	10
	AÇO	x	x	x	x	x				x																								6
	NOV	NOR	x	x	x	x	x			x	x	x				x	x	x	x	x	x	x	x			x	x	x			x	x	x	22
		CEN	x	x	x	x	x			x	x	x				x	x	x	x	x	x	x				x					x	x	x	20
LVT		x	x	x	x	x			x	x	x				x			x	x	x	x	x				x	x			x	x	x	20	
ALE		x	x	x	x	x	x	x	x	x						x	x	x	x	x	x	x				x	x			x	x	x	20	
ALG			x	x	x	x	x	x	x	x						x	x	x	x	x	x				x	x	x			x	x	x	20	
MAD											x	x	x									x	x	x	x	x					x	x	10	
AÇO												x	x	x								x	x	x	x	x						x	x	10
DEZ	NOR	x	x	x															x	x	x												8	
	CEN	x	x	x															x	x	x												6	
	LVT	x	x	x															x	x	x											x	x	8
	ALE	x	x	x															x	x	x											x	x	8
	ALG	x	x	x															x	x	x	x										x	x	9
	MAD	x																							x	x	x	x	x	x			13	
	AÇO																		x	x											x	x	x	8
Legenda: NOR: região Norte; CEN: região Centro; LVT: região de Lisboa e Vale do tejo; ALE: região do Alentejo; ALG: região do Algarve; MAD: região da Madeira; AÇO: região dos Açores. Dias de ocorrência de evento natural assinalados com “x”.																																		

O número de dias com intrusões de massa de ar com origem no Norte de África foi mais elevado nas regiões a Sul de Portugal Continental e menos elevado nas regiões Norte e Centro (Figura 10), de acordo com um padrão já habitual. Relativamente à avaliação experimental, efetuada para o Arquipélago dos Açores, no ano de 2024 obteve-se o menor número de dias de influência de poeiras do Norte de África (46 dias, representando 13% do ano).

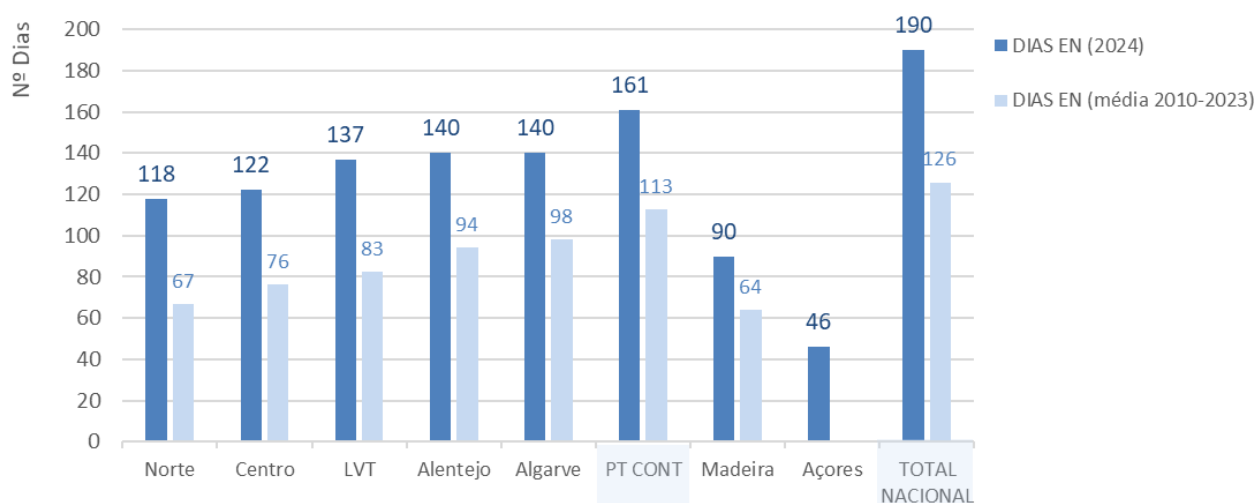


Figura 10. Distribuição do número de dias de evento natural por região em 2024 e comparação com a média do período 2010-2023 (regiões: Norte, Centro, Lisboa e Vale do Tejo, Alentejo, Algarve, Total Portugal Continental, Madeira, Açores e Total Nacional)

4.2 Caracterização dos episódios

Em 2024, os 190 dias de evento natural ocorreram em episódios que afetaram Portugal Continental e o Arquipélago da Madeira de forma mais homogênea do que no ano anterior. De um modo geral, os episódios foram de maior duração no território continental do que no Arquipélago da Madeira (representados na Figura 11 e Figura 12). No Arquipélago dos Açores registou-se o menor número de episódios e com menor duração, mas estes resultados podem estar a ser afetados pela limitação nas ferramentas de análise, uma vez que estas não abrangem a totalidade da extensão deste território.

Em **Portugal Continental** os episódios de evento natural apresentaram as seguintes características:

- os 161 dias de evento natural, em Portugal Continental, ocorreram distribuídos por 25 episódios com influência sobre o território de em Portugal Continental (Figura 11);
- a duração média dos episódios foi de 6 dias;
- foram frequentes episódios de longa duração (ocorreram 8 episódios com uma duração superior a uma semana) o que não foi muito habitual em anos anteriores a 2022 (Figura 12);
- ocorreram episódios de transporte de poeiras em todos os meses do ano, tendo sido, o mais longo dos quais, de 19 dias de duração, no mês de julho prolongando-se para agosto;
- em janeiro, maio, outubro e novembro ocorreram igualmente outros episódios persistentes, com duração de 12 a 17 dias;
- ocorreram quatro episódios de elevada intensidade, conduzindo a ultrapassagens ao valor limite diário de PM_{10} em estações rurais de fundo, nos meses de março, setembro, outubro e dezembro (Figura 13);
- no mês de setembro, o episódio registado entre os dias 14 e 23, ocorreu em simultâneo com incêndios florestais de grande dimensão, na região Norte e Centro, que contribuíram para concentrações médias de PM_{10} acima do valor limite diário, como a registada na estação rural de fundo de Montemor-o-Velho, de $202 \mu\text{g}/\text{m}^3$, no dia 17 de setembro (e concentrações horárias acima dos $600 \mu\text{g}/\text{m}^3$) (Figura 14). No dia 18 de setembro a concentração máxima horária atingiu cerca de $2\,000 \mu\text{g}/\text{m}^3$, na estação suburbana de fundo de Estarreja/Teixugueira. A ocorrência de grandes incêndios será discutida, com maior detalhe, adiante.

No **Arquipélago da Madeira** os episódios de evento natural apresentaram as seguintes características:

- os 90 dias de evento natural ocorreram distribuídos por 22 episódios (Figura 11);
- a duração média dos episódios na região da Madeira foi de 4 dias;
- ocorreu apenas um episódio de longa duração (superior a uma semana) (Figura 12);
- ocorreram episódios de transporte de poeiras em todos os meses, tendo, o mais longo dos quais, 17 dias de duração, registado entre janeiro e fevereiro (o mesmo episódio atingiu o Arquipélago da Madeira e Portugal Continental);
- ocorreram quatro episódios de grande intensidade (em janeiro, fevereiro, abril e dezembro), com concentrações registadas, na estação rural de fundo de Santana, acima do valor limite diário de PM_{10} ;
- o episódio de dezembro (ocorrido entre os dias 15 a 20), originou concentrações muito elevadas em todas as estações da Ilha da Madeira e redução da visibilidade (Figura 13). No dia 18/12/2024, atingiram-se, na estação de São João (concelho do Funchal) $314 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM_{10} , $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na estação de São Gonçalo (concelho do Funchal) e $223 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na estação rural de fundo de Santana (concelho de Santana).

No **Arquipélago dos Açores** os episódios de evento natural apresentaram as seguintes características:

- os 46 dias de evento natural ocorreram distribuídos por 14 episódios (Figura 11);
- a duração média dos episódios na região dos Açores foi de 3 dias;

- ocorreu apenas um episódio de longa duração (com 8 dias de duração, em outubro) (Figura 12);
- ocorreram episódios de transporte de poeiras em quase todos os meses, com exceção do mês de março e julho;
- o episódio de mais longa duração, decorrido entre 29 de setembro e 5 de outubro, foi o que originou as concentrações de partículas PM₁₀ mais elevadas, tendo ocorrido a ultrapassagem do valor limite diário de PM₁₀ na estação de Ponta Delgada e Angra do Heroísmo, no dia 1 de outubro (com 78 µg/m³ e 51 µg/m³ de PM₁₀, respetivamente). Nesse dia e na estação rural de fundo do Faial, atingiram-se 43 µg/m³, acréscimo significativo face à realidade desta estação (com uma média anual de 9 µg/m³) (Figura 13);
- no Arquipélago dos Açores, a identificação dos dias de evento natural encontrou-se fortemente limitada pela reduzida abrangência territorial das ferramentas utilizadas, pelo que o número real de dias de evento natural e de episódios poderá ser superior. As falhas nas medições na estação rural de fundo representativa desta região (estação do Faial) também prejudicam a análise efetuada.

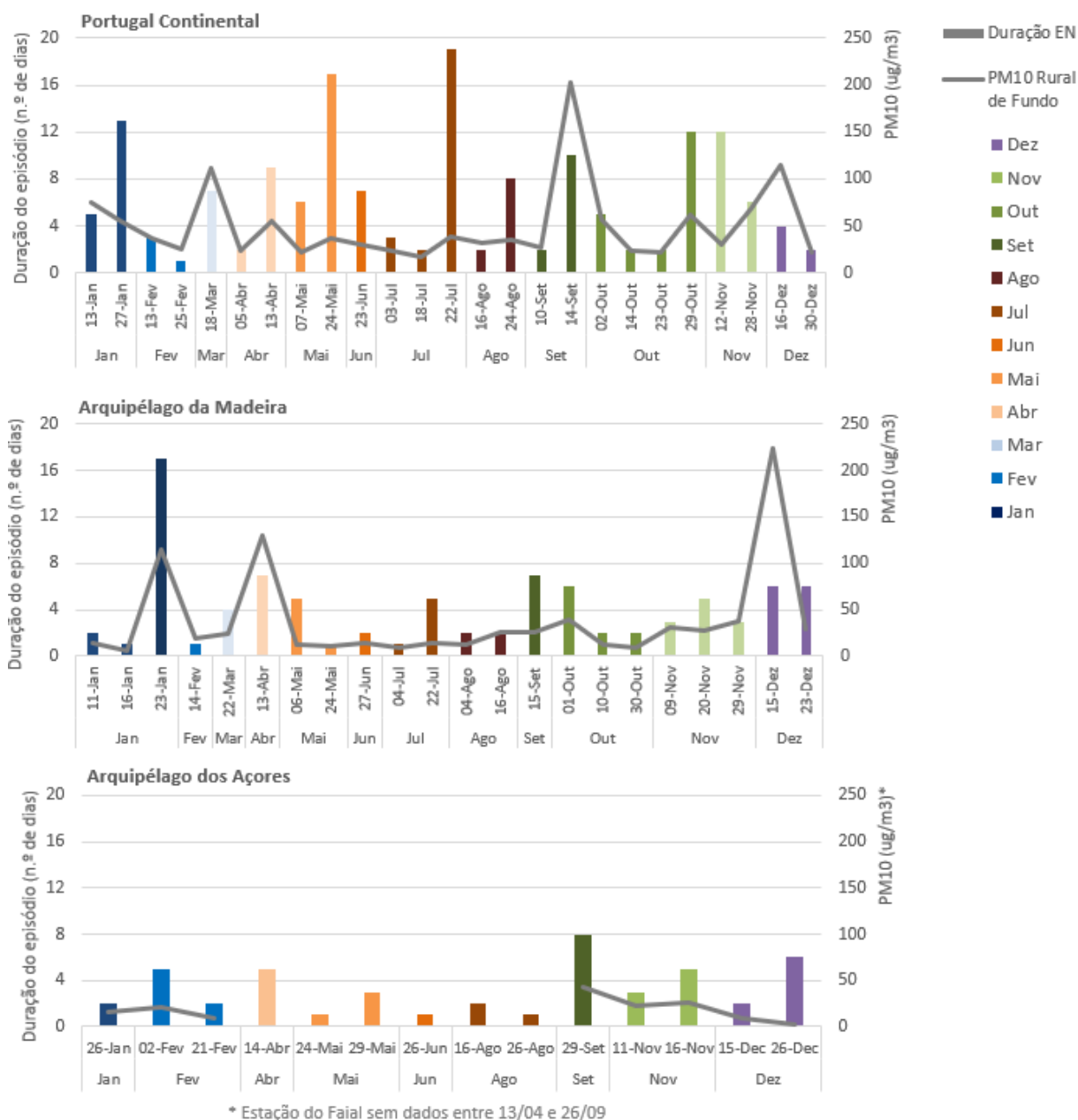


Figura 11. Duração de cada episódio de evento natural ocorrido em 2024 e concentração média diária de PM₁₀ mais elevada durante o episódio, registada em estações Rurais de Fundo, em Portugal Continental, no Arquipélago da Madeira e no Arquipélago dos Açores

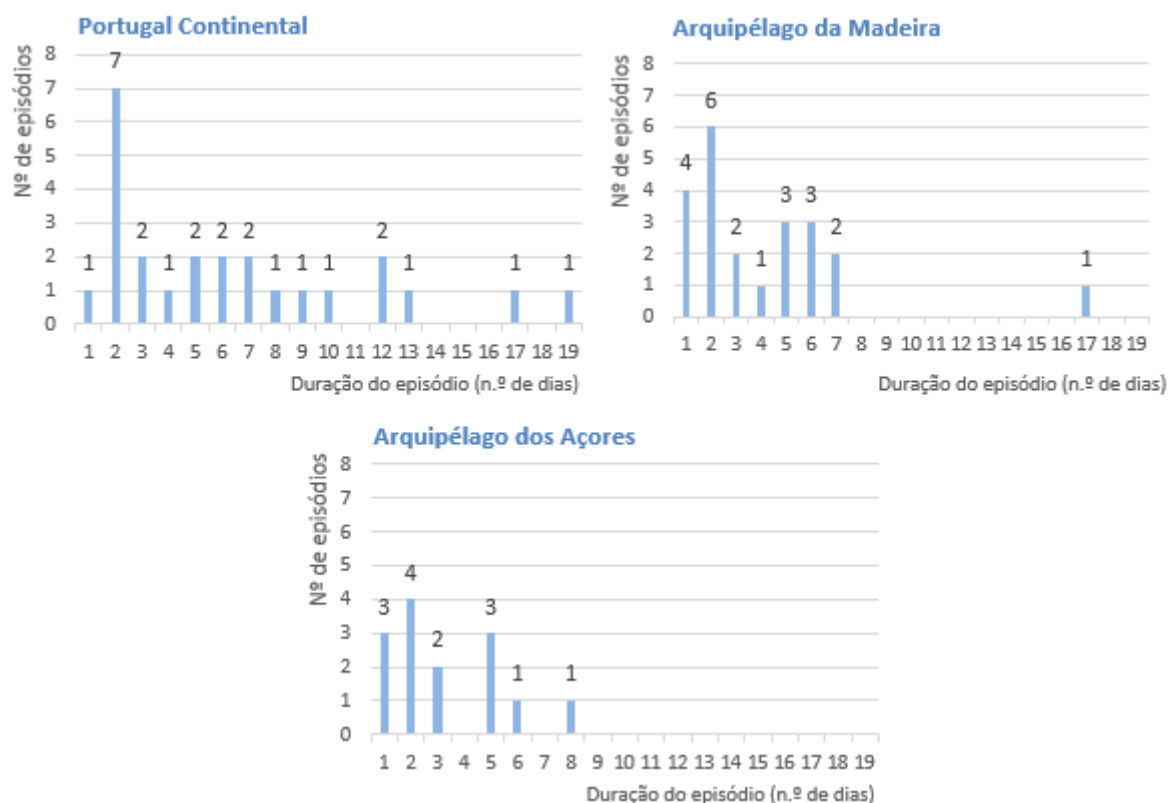


Figura 12. Distribuição do número de episódios de evento natural, em 2024, de acordo com a sua duração, em Portugal Continental, no Arquipélago da Madeira e no Arquipélago dos Açores

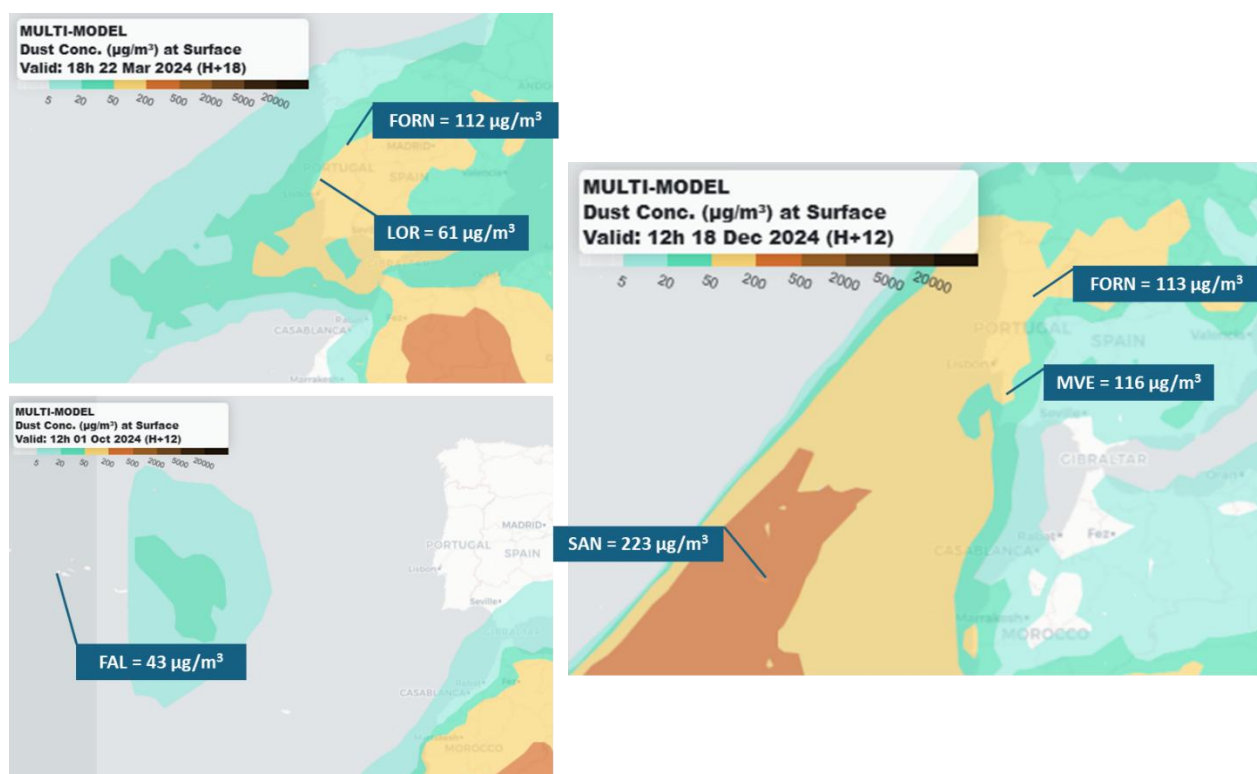


Figura 13. Episódios de maior intensidade ocorridos em Portugal Continental, Arquipélago dos Açores e Arquipélago da Madeira (22/03/2024, 01/10/2024 e 18/12/2024, respetivamente) e concentrações médias diárias de PM_{10} registadas em estações rurais de fundo (exemplos de Fornelo do Monte (FORN), Lourinhã (LOR), Monte Velho (MVE), Santana (SAN), Faial (FAL))

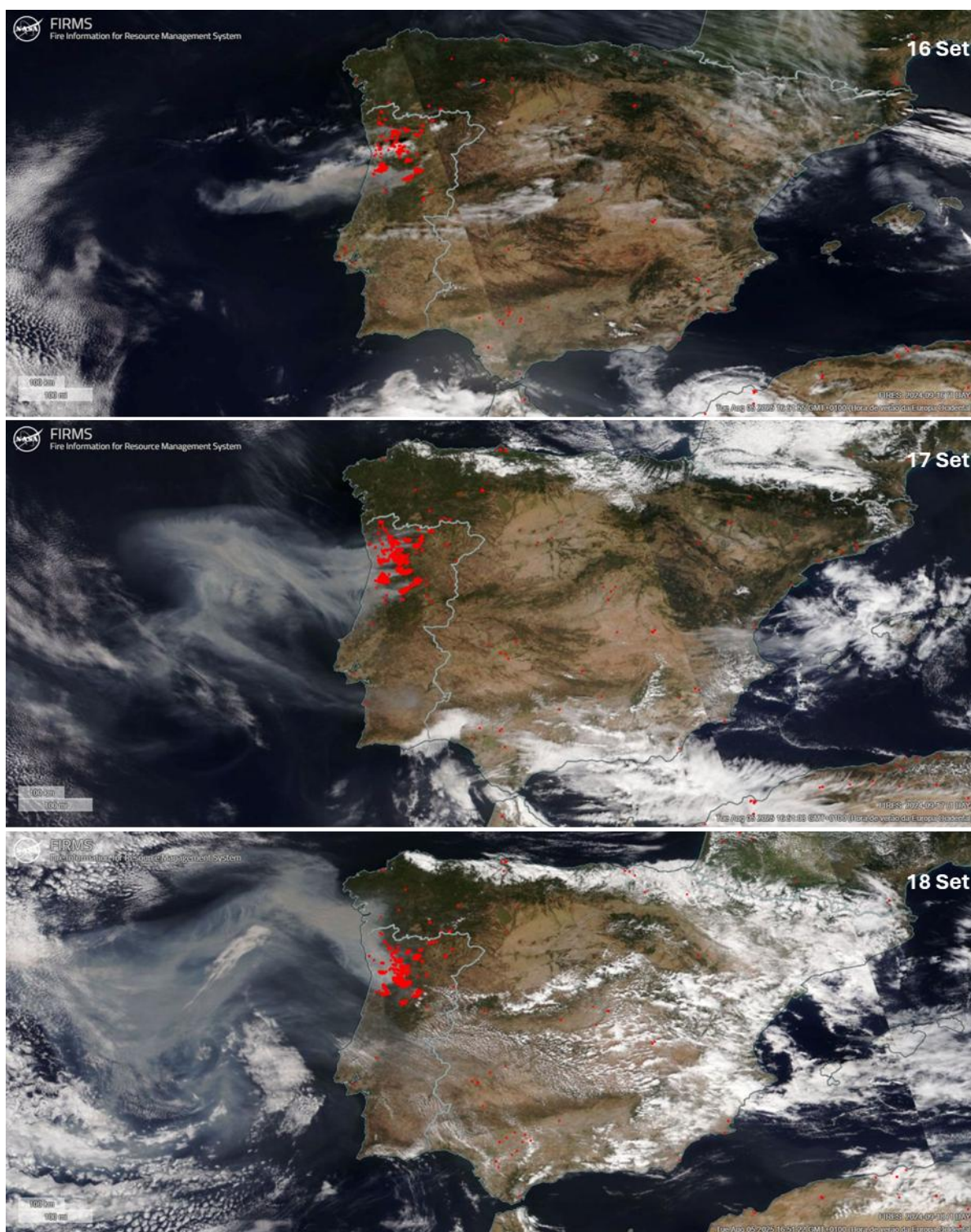


Figura 14. Imagens de satélite (NASA FIRMS¹⁹) para os dias 16 a 18 de setembro de 2024 com representação dos incêndios ativos e plumas de fumo com origem nos grandes incêndios das regiões Norte e Centro

¹⁹ NASA FIRMS (National Aeronautics and Space Administration/ Fire Information for Resource Management System): Fire Hotspots, VIIRS NOAA-21 Corrected Reflectance, Disponível em: https://firms.modaps.eosdis.nasa.gov/map/#d:2024-09-16,2024-09-16;l:fires_all,country-outline,noaa21_crtc,earth;@-6.0,39.7,6.7z

4.3 Distribuição por mês

A Figura 15 apresenta a distribuição do número de dias de evento natural por mês e ano. A Figura 16 mostra a distribuição da ocorrência de eventos naturais, de 2024, por mês e região. A Figura 17 agrega os dias de eventos naturais nas grandes zonas de Portugal Continental, Arquipélago da Madeira e Arquipélago dos Açores. Destacam-se os seguintes aspetos:

- verifica-se que os meses de maior ocorrência de eventos naturais têm apresentado alguma variabilidade nos últimos anos (Figura 15);
- em 2024 o mês de novembro foi aquele em que ocorreu um maior número de dias de evento natural, contrariamente ao que habitualmente ocorre (em termos médios, nos últimos 15 anos, este é dos meses com menor incidência deste tipo de episódios) (Figura 16);
- o mês de março também se destaca com um desvio em relação à média, tendo registado um reduzido número de dias de evento natural (Figura 16);
- verifica-se que em Portugal Continental (para além do incomum mês de novembro com muitas ocorrências de eventos naturais), os meses com mais episódios são os de primavera e verão, enquanto que, nas regiões insulares, o padrão é distinto (apresentando semelhanças entre arquipélagos), com os meses de inverno a registar eventos naturais frequentes (Figura 17).

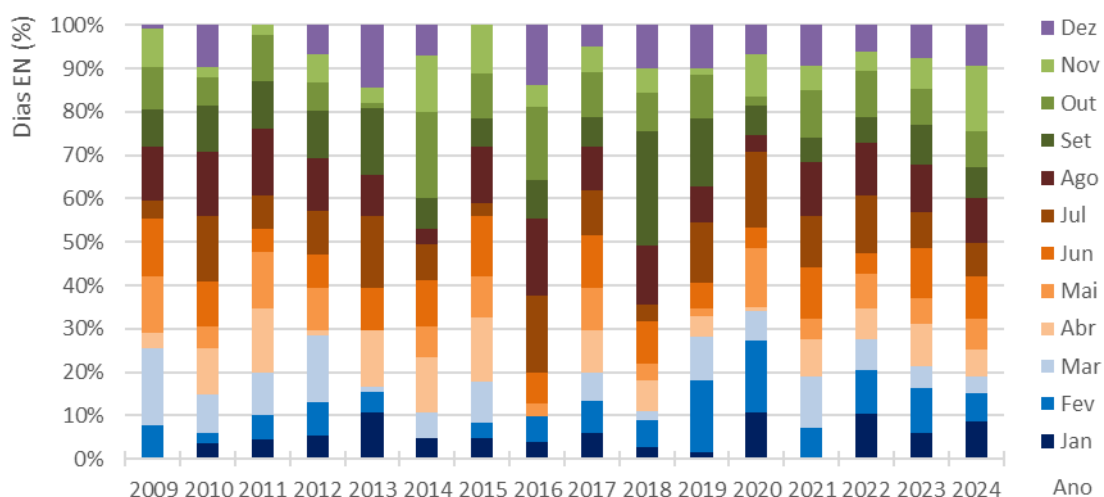


Figura 15. Distribuição do número de dias de evento natural por mês e ano (%)

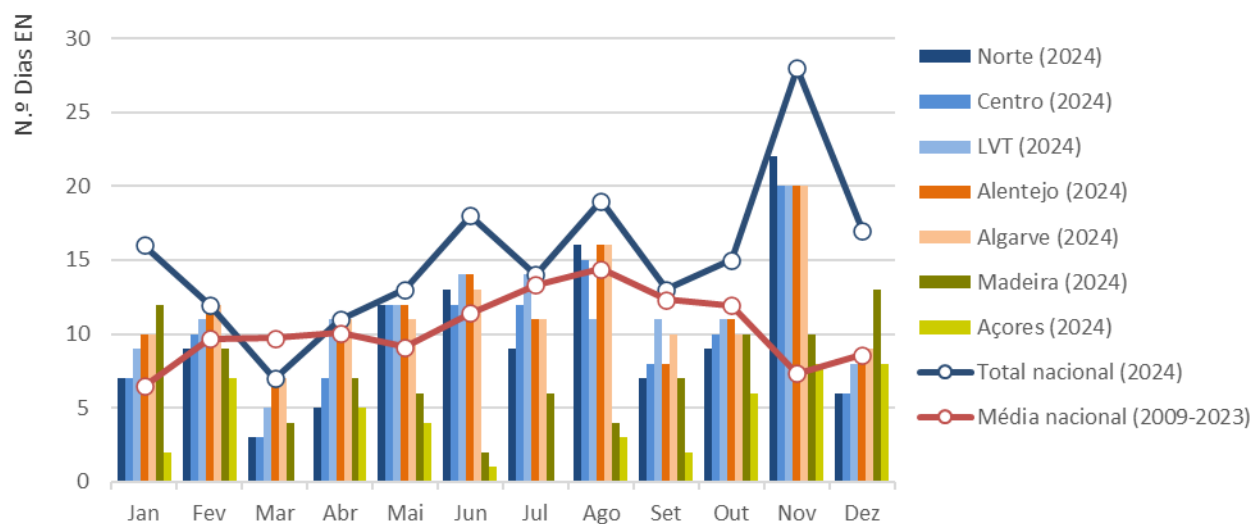


Figura 16. Distribuição do número de dias de evento natural, por região e mês, em 2024

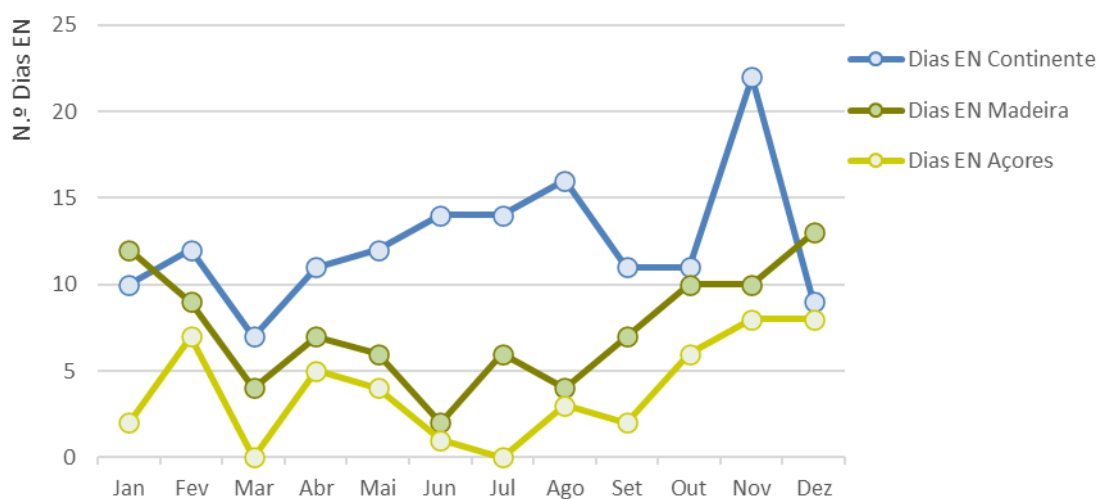


Figura 17. Distribuição do número de dias de evento natural, por mês, em 2024, em Portugal Continental, Arquipélago da Madeira e Arquipélago dos Açores

4.4 Caracterização meteorológica

A ocorrência de eventos naturais tende a ser mais frequente sob determinadas situações sinóticas. É frequente ocorrerem episódios de transporte de poeiras associados a ondas de calor, em situações em que a circulação atmosférica promove o transporte de massas de ar com origem nas regiões áridas do Norte de África.

Em 2024 ocorreram episódios de evento natural em todos os meses do ano, em número de dias acima da média dos últimos quinze anos. De acordo com o boletim climatológico anual do Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA, 2025) o ano de **2024**, em **Portugal Continental**, classificou-se como **muito quente e seco**, com ocorrência de oito ondas de calor e seca fraca a severa entre maio e setembro e em dezembro, principalmente na região Sul. Destacam-se os seguintes elementos, relativos à temperatura e precipitação:

- o ano 2024 foi o quarto ano mais quente desde 1931. Os valores de **temperatura** média do ar foram superiores em 0,94°C ao valor da normal 1981-2010. A média das temperaturas máxima e mínima esteve também acima do valor da normal. Registaram-se novos extremos absolutos de temperatura máxima e mínima (mais elevadas em meses de inverno). No que diz respeito à temperatura máxima do ar, foram verificadas anomalias positivas em praticamente todos os meses do ano (à exceção de março, junho e setembro). Das anomalias verificadas, realçam-se desvios superiores a 2°C nos meses de janeiro, fevereiro, abril e novembro. Entre janeiro e agosto, apenas o mês de junho não registou uma onda de calor;
- relativamente à **precipitação**, verificou-se uma anomalia de -42,3mm quando comparado com a normal 1981-2010. 70% da precipitação ocorreu em quatro meses (de janeiro a março e em outubro). Das anomalias verificadas, destacam-se os meses de março (extremamente chuvoso) e dezembro (extremamente seco). Do ponto de vista geográfico, salienta-se a região abaixo do Rio Tejo, com percentagens de precipitação inferiores a 75% da normal 1981-2010. 20% a 35% do território esteve em seca fraca a moderada, de abril a junho, sendo moderada a severa nos meses de julho a setembro, abrangendo a região Sul.

Relativamente às características sazonais, destacam-se os seguintes aspetos do ano de 2024, para Portugal Continental, por estação do ano (IPMA, 2024):

- **Inverno (dezembro de 2023 a fevereiro de 2024):** o inverno foi caracterizado como **extremamente quente**, tendo sido o mais quente desde 1931, com uma anomalia positiva de 1,71°C comparativamente com a normal 1981-2010. A temperatura máxima foi a quarta mais elevada desde 1931, enquanto a temperatura mínima registada foi, em média, a sexta mais elevada desde 1931. Ao nível da precipitação, este inverno meteorológico classificou-se como normal. Ondas de calor:
 - de 21/01 a 05/02: o transporte sucessivo de massas de ar quente e seco, originárias do Norte de África, juntamente com a compressão do ar na região do anticiclone, esteve associado a uma anomalia positiva de temperatura à superfície e em altitude, contribuindo para um janeiro e primeiros dias de fevereiro extremamente quentes;
 - o mês de fevereiro registou uma segunda onda de calor entre os dias 11/02 a 22/02;
- **Primavera (março, abril, maio): muito quente e chuvosa.** A primavera de 2024 caracterizou-se pela existência de anomalias positivas de temperatura, nas regiões Centro e Sul da Península Ibérica. Adicionalmente, foi ainda verificado um fluxo anómalo de oeste, que resultou no transporte de massas de ar Atlânticas com elevado teor de humidade. Estas massas de ar marítimas, devido ao transporte de elevado teor de vapor de água, quando combinadas com anomalias de pressão, resultaram em valores de precipitação ligeiramente superiores ao normal em Portugal. Ao nível da precipitação total esta correspondeu a 126% da normal

climatológica. 70% da precipitação total ocorrida na primavera teve lugar no mês de março, associada às depressões Monica e Nelson. Ondas de calor: de 16/03 a 25/03, 10/04 a 24/04, 07/05 a 12/05 e 27/05 a 06/06;

- **Verão (junho, julho, agosto): quente** e normal relativamente à precipitação. Contudo, na região Oeste do país ocorreram anomalias negativas de temperatura, consequência da persistência do sistema anticiclónico aliado à brisa marítima. De um modo geral, verificou-se uma anomalia positiva relativa à temperatura máxima do ar (de 0,52°C em relação à normal 1981-2010). Quanto à temperatura mínima, também se verificou uma anomalia positiva (de 0,69°C comparativamente à média do país). A precipitação total correspondeu a 91% do valor médio. O mês de junho destacou-se com valores de precipitação acima da média, enquanto o mês de agosto registou valores abaixo da média. Ondas de calor: de 23/07 a 28/07 e 03/08 a 21/08;
- **Outono (setembro, outubro, novembro): muito quente** em relação à temperatura do ar e **normal** em relação à **precipitação**. O período de outono, quanto à temperatura, foi heterogéneo, com a região Norte do país a registar valores de temperatura do ar dentro da normalidade para a época do ano, e a região Sul a observar valores acima do normal. A precipitação correspondeu a 92% do valor médio. Ocorreu precipitação muito intensa em outubro, em vários períodos do mês (5 a 9, regiões Norte e Centro; 11 e 12, regiões Centro e Sul; 15 e 16 em todo o território);
- **Inverno (dezembro 2024): quente e extremamente seco**. o mês de dezembro de 2024 foi o mais seco desde 1931. O total mensal de precipitação foi inferior ao normal (tendo correspondido a apenas a 12% do valor normal).

Os eventos meteorológicos mais relevantes ocorridos em Portugal Continental encontram-se representados na Tabela 4, de acordo com informação disponibilizada no boletim climatológico anual (IPMA, 2025), com indicação das datas em que se identificou a ocorrência de episódios de eventos naturais.

Tabela 4. Eventos meteorológicos relevantes em Portugal Continental e ocorrência de episódios de eventos naturais em 2024

Mês	Características
Janeiro	Extremamente quente e chuvoso - Terceiro janeiro mais quente desde 1931 com uma anomalia positiva de +2,37°C comparativamente ao normal - Foi ainda verificada uma onda de calor que teve lugar entre os dias 21 e 31 de janeiro: - teve origem no transporte de massas de ar quente e seco provenientes do Norte de África - este evento meteorológico foi registado em 33% das estações, tendo sido classificada como a onda de calor mais significativa observada no mês de janeiro desde 1941 - Precipitação: correspondeu a 118% da normal 1981-2010, tendo a precipitação sido praticamente inexistente nos últimos 10 dias do mês EN Continente nos dias: 13-17, 27-31 (coincidente com o período de onda de calor)
Fevereiro	Extremamente quente e chuvoso - Temperatura: fevereiro mais quente desde 1931, com um desvio positivo de +2,55°C em relação ao valor médio, realçando o registo de 54 novos extremos de temperatura mínima do ar - Ocorrência de onda de calor entre os dias 01 e 05, consequência dos mesmos fenómenos que tiveram lugar no mês de janeiro, tendo também ocorrido um período quente e uma outra onda de calor entre os dias 12 a 22 - Precipitação: correspondeu a 132% da normal 1981-2010 EN Continente nos dias: 01-08 e 13-15 (coincidentes com o período de onda de calor), 25
Março	Normal relativamente à temperatura do ar e muito chuvoso - Registada onda de calor entre os dias 16 a 25 nas regiões Norte e Centro de Portugal Continental, tendo a sua duração variado entre 8 e 10 dias - Precipitação: valor de precipitação registado foi em três vezes superior à normal 1981-2010 (286%). Algumas inundações foram causadas pela passagem da depressão Nelson que teve lugar no final do mês - Ocorrência de tempo severo: períodos de chuva ou aguaceiros, por vezes fortes, acompanhados de granizo e trovoadas, assim como inundações em locais, nomeadamente na Área Metropolitana de Lisboa, associadas às depressões Monica e Nelson EN Continente nos dias: 18-25 (coincidente com o período de onda de calor)
Abril	Muito quente e muito seco - Temperatura: oitavo mês mais quente desde 1931 com uma anomalia de +1,86°C relativamente à normal 1981-2010 - Onda de calor registada entre os dias 10 e 24: duração máxima de 15 dias em Alcácer do Sal e que abrangeu grande parte do território, com exceção do litoral oeste da região Centro e do Algarve. Os valores mais elevados foram ultrapassados em cerca de 13% das estações meteorológicas continentais - Precipitação: substancialmente inferior ao valor médio, correspondendo a 56% EN Continente nos dias: 05-06, 13-21 (coincidente com o período de onda de calor)

Mês	Características
Maio	Normal em relação à temperatura e seco em relação à precipitação - Temperatura: mês caracterizado por um desvio muito subtil em relação à normal 1981-2010, com uma anomalia positiva de apenas +0,34°C - Ocorrência de duas ondas de calor em maio: 07/05 a 12/05, com a duração de 6 dias, abrangendo algumas localidades do interior Centro e Sul de Portugal 27/05 a 06/06, com a duração máxima de 11 dias, abrangendo algumas localidades do Norte, região interior Centro, vale do Tejo e interior da região Sul. - Precipitação: correspondeu a 54% do valor da Normal EN Continente nos dias: 07-12 e 24-31, ambos os episódios coincidentes com o período de onda de calor
Junho	Normal e relação à temperatura e muito chuvoso - Temperatura: anomalia negativa de -0,26°C comparativamente à normal 1981-2010. Quinto mês de junho mais frio desde 2000, em relação à temperatura máxima do ar - Precipitação: quinto mês de junho mais chuvoso desde o ano 2000, tendo a precipitação total sido 160% do valor médio - Tempo severo na região do Alentejo, onde certos locais foram afetados com precipitação contínua, estimando-se valores acumulados de precipitação na ordem dos 100mm, num curto período de apenas 2 horas EN Continente nos dias: 01-11, 23-29
Julho	Quente em relação à temperatura e normal em relação à precipitação - Temperatura: trata-se do 9º mês de julho mais quente desde o ano 2000, tendo sido verificada uma anomalia positiva de +0,65°C em relação à normal 1981-2010 - Ocorrência de onda de calor que teve lugar entre os dias 23 e 28: as estações meteorológicas de Miranda do Douro e Carrazeda de Ansiães estiveram numa onda de calor com a duração máxima de 6 dias - Precipitação: oitavo mês de julho mais chuvoso desde 2000, com a precipitação total a corresponder a 86% do valor médio EN Continente nos dias: 03-05, 18-19, 22-31 (coincidente com o período de onda de calor)
Agosto	Muito quente e muito seco - Temperatura: caracteriza-se por ser o décimo mês mais quente desde 1931 e o sétimo mais quente desde o ano 2000 - Onda de calor que ocorreu entre os dias 03 e 21: evento registado em 6 estações meteorológicas do continente, sobretudo na região do Alentejo, com uma duração máxima de 7 dias - Precipitação: quinto agosto mais seco desde 1931, tendo sido o mais seco dos últimos 35 anos, tendo a precipitação total correspondido a apenas 6% da normal 1981-2010 EN Continente: 01-12 e 16-17 (coincidentes com o período de onda de calor), 24-31
Setembro	Frio e seco - Temperatura: classificou-se como sendo o quarto setembro mais frio desde 2000 tendo sido registada uma anomalia negativa de -0,81°C comparativamente à normal 1981-2010 - Precipitação: 76% do valor médio, tendo sido mais intensa na segunda metade do mês, especialmente nos dias 24 e 27, consequência da passagem da tempestade "Aitor" - Ocorrência de tempo severo entre os dias 24 e 27 - precipitação persistente, por vezes intensa, nas regiões Norte e Centro - novo máximo de precipitação em 24 horas: registado no dia 26 de setembro, na estação meteorológica de Lamas de Mouro (108,7mm) EN Continente nos dias: 01, 10-11, 14-23

Mês	Características
Outubro	Quente e chuvoso - Temperatura: registou-se uma anomalia positiva da temperatura do ar de +0,98°C em relação à normal 1981-2010 onde a temperatura mínima registada foi a sexta mais elevada desde 1931 - A nível de precipitação, foi o oitavo outubro mais chuvoso desde 2000, tendo a precipitação total registada sido 136% do valor médio registado entre 1981 e 2010 - Precipitação: registos de precipitação intensa em diversos períodos do mês: 05-09, regiões Norte e Centro, 11-12 nas regiões Centro e Sul, 15-16 em todo o território - máximo absoluto na estação de Mora/Alentejo no dia 16 (102,3mm) EN Continente nos dias: 02-07, 14-15, 23-24, 29-31
Novembro	Extremamente quente e seco - Temperatura: caracterizou-se como tendo sido o novembro mais quente desde o ano 2000, tendo registado uma anomalia positiva de +2,69°C - Precipitação: correspondeu a 56% do valor médio EN Continente nos dias: 01-09, 12-25, 28-30
Dezembro	Quente e extremamente seco - Temperatura: caracterizou-se como tendo sido o oitavo dezembro mais quente desde o ano 2000, tendo registado uma anomalia positiva de +0,45°C - Precipitação: dezembro mais seco desde 1931, com um total de precipitação de apenas 12% do valor médio EN Continente nos dias: 01-03, 16-19, 30-31

Relativamente ao [Arquipélago da Madeira](#), o boletim climatológico (IPMA, 2025) destaca os seguintes aspetos:

- o ano de 2024 foi o segundo ano mais quente, de sempre, no Funchal (à semelhança do ano anterior, que foi o primeiro ano mais quente);
- desde 1997 que a temperatura média anual do ar no Funchal tem sido superior à média de 1981-2010 (últimos 28 anos);
- o Funchal atingiu nova temperatura máxima do ar em dois dias consecutivos no mês de novembro. No dia 10 de novembro registou-se a temperatura máxima diária do ar mais elevada de sempre no mês de novembro, 31°C na estação meteorológica do Funchal;
- o ano de 2024 foi ainda aquele com o 2º maior número de noites tropicais (com temperatura mínima do ar igual ou superior a 20°C), registando 109 noites (o valor mais elevado foi atingido em 2023, com 129 noites tropicais);
- em 2024, a quantidade de precipitação anual na estação meteorológica do Funchal aproximou-se do valor da Normal de 1981-2010, correspondendo a 97%.

No que diz respeito ao [Arquipélago dos Açores](#), destacam-se os seguintes aspetos (IPMA, 2025):

- 2024 foi o ano mais quente em todas as três estações – Flores, Angra do Heroísmo e Ponta Delgada – desde o ano 2000 e as anomalias positivas ficaram muito acima de dois desvios-padrão;
- em agosto, as temperaturas máximas diárias superaram os recordes absolutos em vários locais, como nas estações das Flores e de Ponta Delgada;
- refere-se ainda que, nos últimos 8 anos, a temperatura média do ar em Ponta Delgada esteve sempre acima do normal de 1991-2020;
- relativamente à precipitação, foram registadas ligeiras anomalias positivas na maioria das estações, mas também anomalias negativas, como é o caso da Ilha das Flores. As anomalias positivas devem-se ao excesso de precipitação registado em janeiro, maio e novembro.

4.5 Incêndios rurais

A ocorrência de incêndios rurais pode contribuir para um acréscimo adicional das concentrações de PM₁₀, podendo conduzir a uma sobrestimativa da fração de origem natural, aquando dos cálculos efetuados e apresentados no presente relatório, devido à metodologia aplicada. Esta componente teve um peso significativo, por exemplo, na avaliação do ano de 2017, que foi excecional em termos de ocorrências e área ardida.

Para o ano de 2024, a base de dados nacional de incêndios rurais (ICNF, 2024) registou (no período compreendido entre 1 de janeiro e 15 de outubro de 2024) um total de 6 229 incêndios rurais que resultaram em 136 424 hectares de área ardida, entre povoamentos (81 206 ha), matos (45 583 ha) e agricultura (9 635 ha). O total de área ardida em 2024 aumentou significativamente (cerca de quatro vezes) face ao ano de 2023.

Comparando os valores do ano de 2024 com o histórico dos dez anos anteriores, representados na Figura 18, assinala-se que se registaram menos 47% de incêndios rurais, mas mais 22% de área ardida relativamente à média anual do período em causa. No que diz respeito à dimensão dos incêndios rurais, assinala-se a ocorrência de 24 incêndios com área ardida superior ou igual a 1 000 hectares. O ano de 2024 apresentou, assim, o valor mais reduzido em número de incêndios e o 3.º valor mais elevado de área ardida, desde 2014.

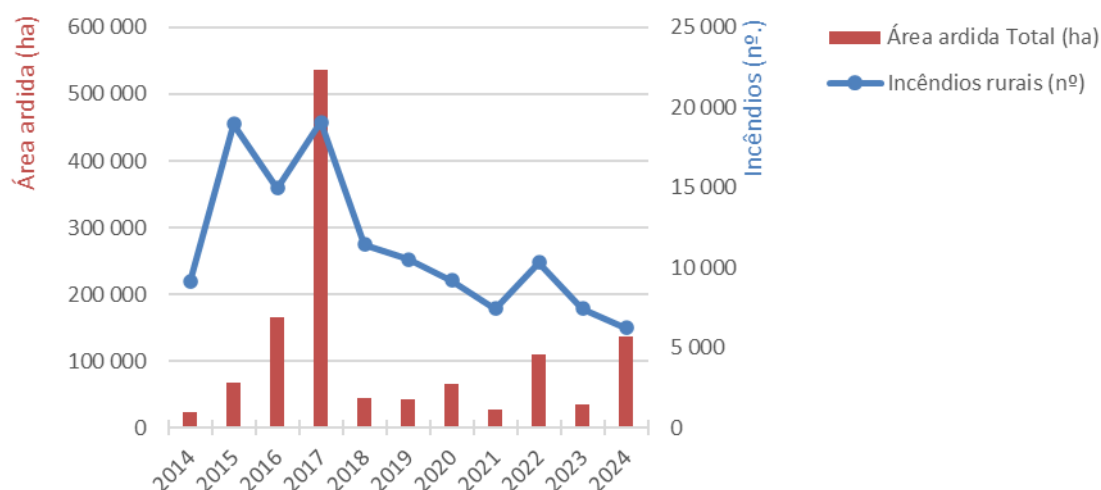


Figura 18. Número de incêndios rurais e correspondente extensão de área ardida em Portugal Continental, por ano, entre 1 de janeiro e 15 de outubro de 2024 (ICNF, 2024)

De acordo com a listagem dos vinte incêndios de maior dimensão, ocorridos até 15/10/2024, verifica-se que estes ocorreram a 10 de agosto (data de início) e, posteriormente, condensados entre 15 e 17 de setembro. A Figura 19 representa o somatório das áreas ardidas relativas aos vinte maiores incêndios, por distrito e data de início (adaptado de ICNF, 2024).

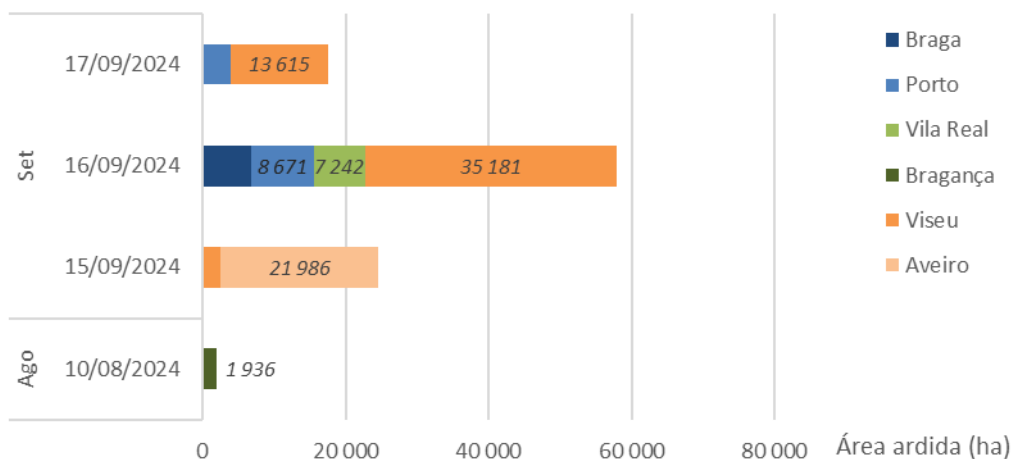


Figura 19. Totais de área ardida, relativos aos vinte maiores incêndios de 2024, por distrito e data de início (ha)

Relativamente à análise do potencial impacto dos incêndios na avaliação dos eventos naturais, dada a metodologia aplicada, conclui-se que:

- **incêndios de agosto (10/08/2024):** no dia 10/08/2024 identificou-se a ocorrência de evento natural de poeiras com origem nos desertos, em todo o território de Portugal Continental. Neste dia, as concentrações das estações rurais de fundo na proximidade do incêndio de Vimioso (distrito de Bragança), e num raio mais alargado, parecem não ter sofrido aumentos exponenciados pelos incêndios. Assim, conclui-se que a aplicação da metodologia de desconto da fração natural não sofre interferências devido aos incêndios florestais de agosto;
- **incêndios de setembro (15/09/2024 a 20/09/2024):** entre os dias 16/09 e 20/09 as concentrações de PM_{10} foram muito elevadas, em localizações rurais de fundo, devendo ser atribuídas à influência dos incêndios rurais (e não tanto às poeiras em suspensão). Nestes dias, foi identificado um episódio de intrusão de poeiras com início na região Sul e de Lisboa e Vale do Tejo, no dia 15/09, estendendo-se às regiões Centro e Norte a partir de dia 18/09. Assim, a avaliação da componente natural, entre os dias 15/09 e 20/09 poderá ser afetada pela interferência de incêndios florestais, principalmente nas regiões Norte e Centro de Portugal Continental.

A Figura 20 representa a avaliação, qualitativa, do potencial de interferência da contribuição de material particulado, devido à ocorrência de incêndios rurais, na metodologia de desconto de eventos naturais de poeiras dos desertos do Norte de África. A Figura 21 e a Figura 22 complementam esta análise, representando as concentrações médias diárias de partículas PM_{10} medidas em estações rurais de fundo, bem como, assinalando os dias de ocorrência de evento natural e incêndios rurais.

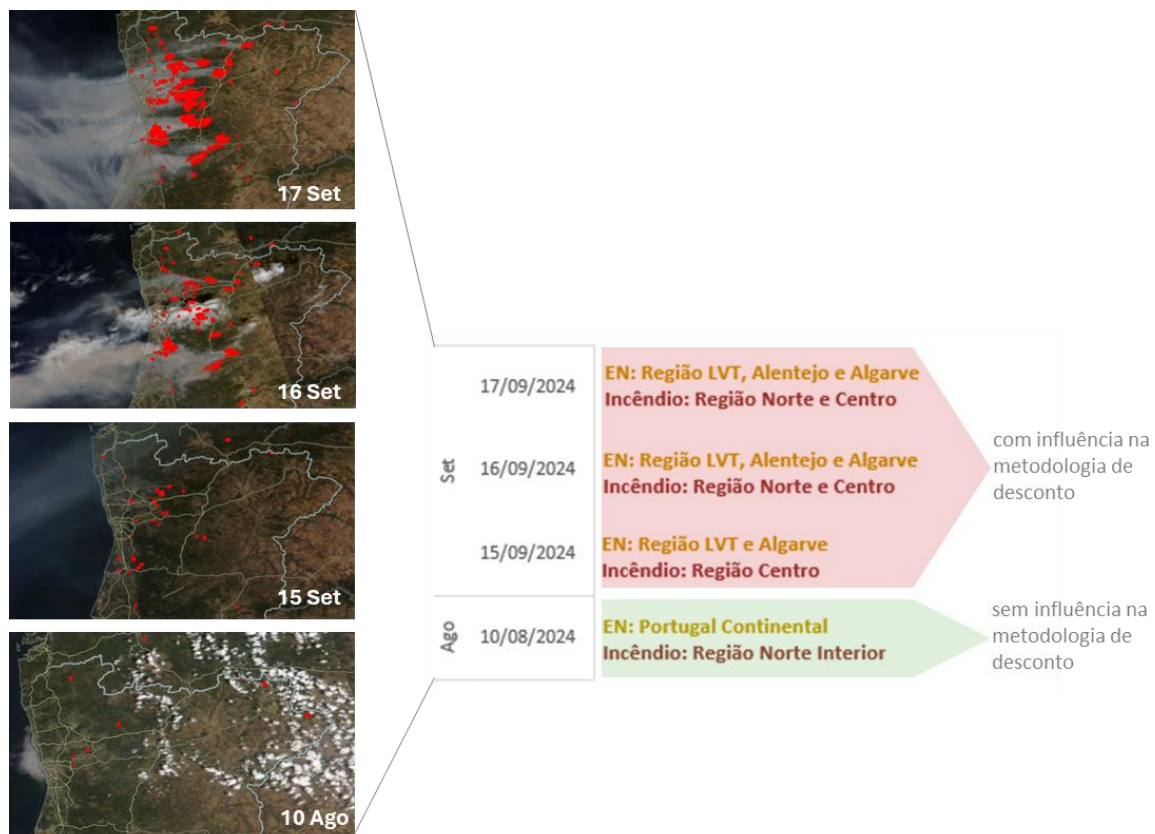


Figura 20. Imagens de satélite (NASA FIRMS) relativas aos dias de ocorrência dos 20 maiores incêndios de 2024, em Portugal Continental, e avaliação da sua interferência na metodologia de desconto de eventos naturais

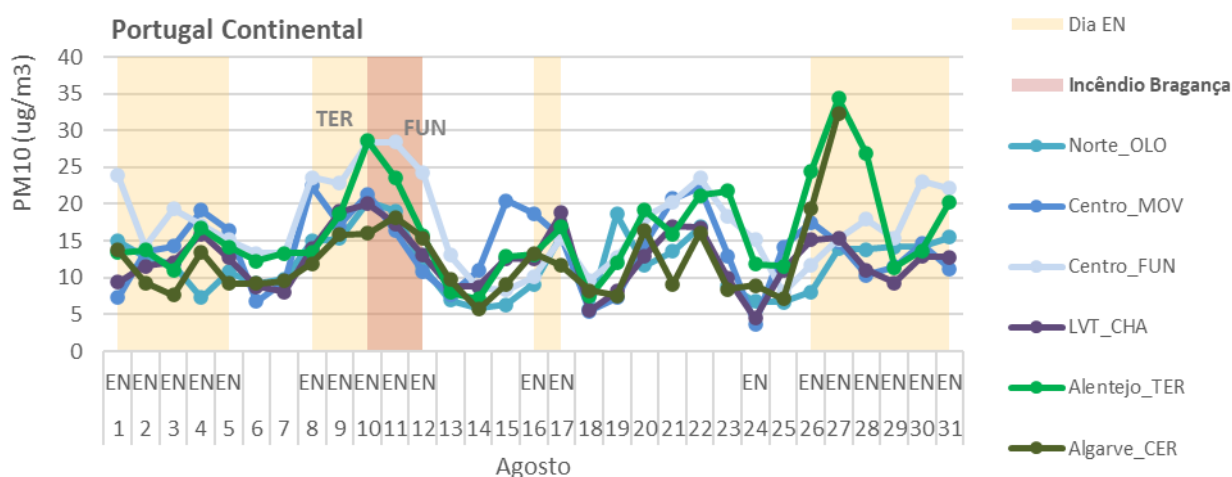


Figura 21. Concentrações de PM₁₀ medidas em estações rurais de fundo de Portugal Continental e dias de ocorrência de evento natural (EN) e incêndio rural, em agosto de 2024

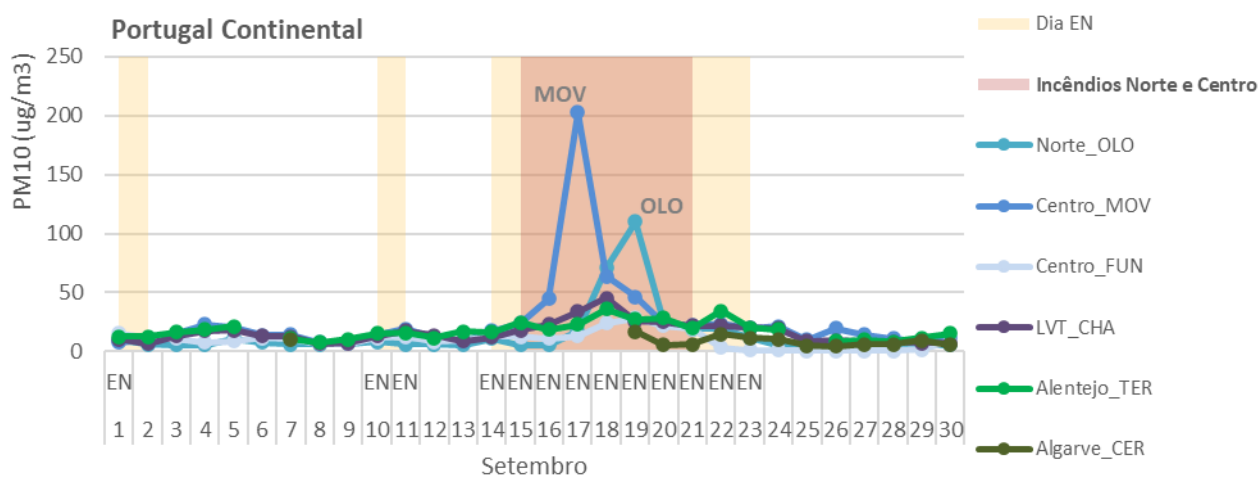


Figura 22. Concentrações de PM₁₀ medidas em estações rurais de fundo de Portugal Continental e dias de ocorrência de evento natural (EN) e incêndio rural, em setembro de 2024

5 Aplicação da metodologia de desconto das contribuições de origem natural às concentrações de PM₁₀ em 2024

5.1 Eficiência das estações de monitorização da qualidade do ar em 2024

Na abordagem metodológica adotada para a avaliação de eventos naturais, os dados das estações rurais de fundo são essenciais para determinar os descontos, da fração de origem natural, a aplicar a todas as estações, sendo desejável obter a série de dados anual o mais completa possível. A Tabela 5 apresenta a eficiência anual das medições de PM₁₀ nas estações das zonas e aglomerações, no ano de 2024. As eficiências abaixo de 85% encontram-se destacadas na Tabela 5, de modo a ter uma perceção das estações que possam apresentar uma cobertura anual de dados mais incompleta. No entanto, para verificação da conformidade legal, esta eficiência mínima de 85% é apenas exigida às estações de medição ‘fixa’. As estações de medição ‘indicativa’ devem apresentar uma eficiência anual de, pelo menos, 14%.

Do total de 66 estações de monitorização operacionais em 2024, com medições de PM₁₀ em Portugal, em 46 obtiveram-se eficiências iguais ou superiores a 85%, o que representa 70% de estações com medições com uma significativa cobertura anual, constituindo uma melhoria face à situação verificada em anos anteriores.

Em termos da análise da influência de eventos naturais nas concentrações de PM₁₀, esta estará mais condicionada pelas falhas de medições nas regiões:

- Açores, estação do Faial: esta estação obteve, no ano de 2024, uma eficiência de 52%, não apresentando dados no período compreendido entre 14/04/2024 e 27/09/2024. Uma vez que esta é a estação rural de fundo representativa para a análise de eventos naturais, em toda a região dos Açores, a metodologia de desconto apresentará limitações na sua aplicação;
- Alentejo, estação de Terena: a estação rural de fundo representativa da avaliação de eventos naturais na região do Alentejo é Terena. Esta estação apresentou uma eficiência de 80%. As falhas nas medições desta estação ocorreram de forma disseminada ao longo do ano. Os meses com mais falhas de dados foram os de janeiro e abril, não comprometendo em demasia a análise de eventos naturais.

Tabela 5. Eficiência anual das medições de partículas PM₁₀ nas estações de monitorização da qualidade do ar em 2024 (%)

Região	Tipo e designação da Zona		Tipo/ Designação/ Abreviatura da Estação			Eficiência anual (%)
Norte	A	Entre Douro e Minho	T	Cónego Dr. Manuel Faria-Azurém (FIX)	GMR	93%
				Fr Bartolomeu Mártires-S.Vitor (FIX)	CRCL	95%
			F	Burgães-Santo Tirso (FIX)	BSTI	80%
				Paços de Ferreira (FIX)	LACT	77%
		Porto Litoral	T	D.Manuel II-Vermoim (FIX)	VER	81%
				Francisco Sá Carneiro-Campanha (FIX)	ANT	85%
				João Gomes Laranjo-S.Hora (FIX)	HOR	77%
			I	Meco-Perafita (FIX)	PER	88%
				Seara-Matosinhos (IND)	SEA	90%
			F	Anta-Espinho (FIX)	AES	78%
				Avintes (IND)	AVI	84%
				Custóias-Matosinhos (IND)	CUS	58%
				Ermesinde-Valongo (IND)	ERM	93%
				Mindelo-Vila do Conde (IND)	MVCO	84%
				Sobreiras-Lordelo do Ouro (FIX)	SOB	16%
				VNTelha-Maia (IND)	VNT	75%
	Z	Norte Litoral	RF	Minho-Lima (IND)	MNH	79%
		Norte Interior	RF	Douro Norte (IND) R	OLO	90%
				Santa Combinha (IND)	SCOM	31%
Centro	A	Aveiro/Ílhavo	T	Aveiro (FIX)	AVE	96%
			F	Ílhavo (FIX)	ILH	90%
		Coimbra	T	Coimbra/ Avenida Fernão Magalhães (FIX)	MAG	97%
			F	Instituto Geofísico de Coimbra (FIX)	GEO	96%
	Z	Centro Litoral	RF	Ervedeira (IND)	ERV	97%
				Montemor-o-Velho (IND) R	MOV	99%
		Centro Interior	RF	Fornelo do Monte (IND)	FORN	98%
				Fundão (IND) R	FUN	99%
		Litoral Noroeste do Baixo Vouga	I	Estarreja/Teixugueira (FIX)	TEI	99%
Lisboa e Vale do Tejo	A	AML Norte	T	Avenida da Liberdade (FIX)	AVL	98%
				Cascais - Escola da Cidadela (IND)	CASE	92%
				Entrecampos (FIX)	ENT	92%
				Odivelas-Ramada (IND)	ODI	95%
				Santa Cruz de Benfica (IND)	SCB	98%
			F	Alfragide/Amadora (IND)*	ALF	83%
				Alverca (IND)	ALV	93%
				Loures-Centro (IND)	LOU	77%
				Mem Martins (FIX)	MEM	99%
				Olivais (FIX)	OLI	97%
				Quinta do Marquês (IND)	MARQ	98%
				Reboleira (IND)	REB	87%
		AML Sul	I	Escavadeira (FIX)	ESCII	95%
				Lavradio (IND)	LAV	98%
				Paio Pires (FIX)	PP	98%
		Setúbal	F	Laranjeiro (FIX)	LAR	100%
			T	Quebedo (FIX)	QUE	96%
			F	Arcos (FIX)	ARC	97%
				Camarinha (IND)	CAM	95%
	Z	Oeste, Vale do Tejo e Península de Setúbal	RF	Chamusca (FIX) R	CHA	95%
				Fernando Pó (FIX)	FPO	98%
				Lourinhã (IND)	LOR	86%
				Monte Chãos (IND)	MCH	98%
Alentejo	Z	Alentejo Litoral	I	Santiago do Cacém (IND)	SCA	75%
				Sonega (IND)	SON	93%
			RF	Monte Velho (IND)	MVE	84%
		Alentejo Interior	RF	Terena (IND) R	TER	80%
Algarve	A	Aglomeração Sul	T	David Neto (FIX)	DVN	98%
			F	Joaquim Magalhães (FIX)	EJM	94%
				Malpique (FIX)	MAL	95%
	Z	Algarve	RF	Cerro (IND) R	CER	88%

Região	Tipo e designação da Zona		Tipo/ Designação/ Abreviatura da Estação			Eficiência anual (%)
Madeira	A	Funchal	T	São João (FIX)	SJO	99%
			F	São Gonçalo (FIX)	SGO	98%
	Z	Madeira/Porto Santo	RF	Santana (FIX) R	SAN	99%
Açores	Z	Açores	T	Angra do Heroísmo (FIX)	AHE	99%
				Ribeira Grande (FIX)	RGR	20%
			F	Ponta Delgada (FIX)	PDE	93%
			RF	Faial (FIX) R	FAL	52%
Legenda: Tipo de Zonamento - A : Aglomeração, Z : Zona; Tipo de Estação - T : Tráfego, I : Industrial, F : Fundo, RF : Rural de Fundo; Tipo de Medição - FIX : estação de medição fixa, IND : estação de medição indicativa; R : Estação rural de fundo representativa da região ou zona; * eficiência relativa ao equipamento automático.						
% Eficiência anual inferior a 85% em medições fixas, ou inferior a 14% em medições indicativas						
% Eficiência anual inferior a 85% e superior a 14% em medições indicativas						

5.2 Influência dos eventos naturais nas concentrações de PM₁₀ em 2024

A contribuição do acréscimo de partículas de origem natural, nas concentrações de PM₁₀, foi determinada para o ano de 2024, com base na metodologia ibérica de quantificação de eventos naturais com origem nos desertos do Norte de África. Os resultados da aplicação da metodologia de desconto da fração natural de PM₁₀ apresentam-se na Tabela 6, na Figura 23 e Figura 24. No Anexo I constam fichas mensais com a representação esquemática das concentrações de PM₁₀, dias de evento natural identificados e contribuição da fração mineral para a média de partículas PM₁₀.

De acordo com o Decreto-Lei n.º 102/2010 (alterado e republicado pelo Decreto-Lei n.º 47/2017), o valor limite diário (VLD) de PM₁₀ é de 50 µg/m³ e o número de excedências permitido, por ano, é de 35 (tal como descrito no ponto 2.2. *Enquadramento legislativo*). A avaliação do cumprimento destes requisitos pode ser efetuada através do indicador 36º máximo diário (que não deverá ultrapassar a concentração de 50 µg/m³), ou através do indicador número de excedências (que não deverá ultrapassar as 35). O valor limite anual (VLA) de PM₁₀ é de 40 µg/m³ e o seu cumprimento pode ser avaliado através do indicador média anual.

Na Tabela 6 encontram-se os resultados da aplicação da metodologia de dedução da contribuição de partículas com origem natural, por estação de monitorização da qualidade do ar, representando-se os indicadores relevantes, para o poluente PM₁₀, antes e após a aplicação da referida metodologia.

A verificação da conformidade legal, no que respeita ao cumprimento dos valores limite anual e diário, encontra-se representada na Figura 23 e Figura 24, respetivamente, para estações com eficiência igual ou superior a 50%. Nesta análise gráfica não estão consideradas as estações de Sobreiras e Santa Combinha, localizadas na região Norte, que tiveram eficiências de 16% e 31%, respetivamente. A estação da Ribeira Grande, na região dos Açores, também não se encontra representada na análise gráfica, dado ter uma eficiência de apenas 20%.

Relativamente à verificação da conformidade legal face aos valores limite (VL) legais (VL Anual e VL Diário) de PM₁₀, para estações com eficiências acima dos 50%, verifica-se que:

- ▶ **VL Anual:** em 2024 o VL Anual não foi ultrapassado (Figura 23);
- ▶ **VL Diário:** o VL Diário foi ultrapassado em estações de monitorização de qualidade do ar, mas em número inferior às 35 ultrapassagens diárias permitidas por ano, sendo que grande parte destas se deveu à contribuição de partículas com origem nos desertos do Norte de África (Figura 24). No total nacional, 75% das excedências ao valor limite diário deveram-se à contribuição de fontes naturais.

Tabela 6. Aplicação da metodologia de dedução da contribuição de eventos naturais para as concentrações de PM₁₀ em 2024 (resultados antes e após aplicação da metodologia de desconto, expressos nos indicadores: concentração média anual, número de ultrapassagens ao valor limite diário e 36º máximo diário de PM₁₀)

Zona	Tipo de Estação Designação (medição) Abreviatura da Estação	Eficiência Anual (%)	Base Anual				Base Diária			
			Concentração		Contribuição de origem NAT		Excedências VLD		36º Máximo Diário	
			Antes (µg/m³)	Após (µg/m³)	(µg/m³)	(%)	Antes (Nº)	Após (Nº)	Antes (µg/m³)	Após (µg/m³)
Região Norte										
Entre Douro e Minho (A)	T Cónego Dr. Manuel Faria- Azurém (FIX) GMR	93%	23	19	3.8	17%	14	4	37	31
	T Fr Bartolomeu Mártires- S.Vitor (FIX) CRCL	95%	23	20	3.3	14%	16	6	40	33
	F Burgães-Santo Tirso (FIX) BSTI	80%	20	17	3.0	15%	10	3	32	28
	F Paços de Ferreira (FIX) LACT	77%	20	17	3.6	18%	10	3	32	27
Porto Litoral (A)	T D.Manuel II-Vermoim (FIX) VER	81%	19	16	3.2	17%	6	3	28	24
	T Francisco Sá Carneiro- Campanha (FIX) ANT	85%	25	21	4.0	16%	16	9	37	33
	T João Gomes Laranjo- S.Hora (FIX) HOR	77%	15	12	2.7	18%	7	1	25	22
	I Meco-Perafita (FIX) PER	88%	25	22	3.4	14%	14	5	39	33
	I Seara-Matosinhos (IND) SEA	90%	23	20	3.0	13%	7	2	34	29
	F Anta-Espinho (FIX) AES	78%	20	17	2.8	14%	7	1	32	28
	F Avintes (IND) AVI	84%	20	17	3.6	18%	11	3	29	23
	F Custóias-Matosinhos (IND) CUS	58%	18	14	3.3	19%	6	1	24	21
	F Ermesinde-Valongo (IND) ERM	93%	19	15	3.3	18%	11	3	28	25
	F Mindelo-Vila do Conde (IND) MVCO	84%	19	16	3.1	16%	6	3	29	26
	F Sobreiras-Lordelo do Ouro (FIX) SOB	16%	25	21	3.4	14%	3	0	20	19
	F VNTelha-Maia (IND) VNT	75%	22	18	3.3	15%	11	4	31	26
Norte Litoral	RF Minho-Lima (IND) MNH	79%	7	5	1.7	24%	0	0	9	7
Norte Interior	RF Douro Norte (IND) OLO	90%	9	6	3.5	37%	4	0	17	9
	RF Santa Combinha (IND) SCOM	31%	10	8	2.6	25%	1	0	11	8
Região Centro										
Aveiro/ Ílhavo (A)	T Aveiro (FIX) AVE	96%	15	12	3.1	21%	5	3	23	19
	F Ílhavo (FIX) ILH	90%	23	20	3.1	14%	6	3	32	27
Coimbra (A)	T Coimbra/ Avenida Fernão Magalhães (FIX) MAG	97%	21	18	3.5	16%	9	2	32	25
	F Instituto Geofísico de Coimbra (FIX) GEO	96%	20	17	3.4	17%	9	2	31	24
Centro Litoral	RF Ervedeira (IND) ERV	97%	19	16	3.4	18%	10	2	27	23
	RF Montemor-o-Velho (IND) MOV	99%	16	13	3.4	21%	5	1	23	18
Centro Interior	RF Forno do Monte (IND) FORN	98%	8	5	3.1	37%	3	2	16	9
	RF Fundão (IND) FUN	99%	11	8	3.5	32%	2	0	22	12
Lit Nor B Vouga	I Estarreja/Teixugueira (FIX) TEI	99%	24	20	3.4	14%	14	6	36	31
Região LVT										
AML Norte (A)	T Avenida da Liberdade (FIX) AVL	98%	23	19	3.7	16%	10	2	34	28
	T Cascais - Escola da Cidadela (IND) CASE	92%	19	16	3.8	20%	9	2	31	24
	T Entrecampos (FIX) ENT	92%	20	16	3.9	20%	7	1	30	24
	T Odivelas-Ramada (IND) ODI	95%	17	14	3.8	22%	6	0	28	22

Zona	Tipo de Estação Designação (medição) Abreviatura da Estação	Eficiência Anual (%)	Base Anual				Base Diária			
			Concentração		Contribuição de origem NAT		Excedências VLD		36º Máximo Diário	
			Antes (µg/m³)	Após (µg/m³)	(µg/m³)	(%)	Antes (Nº)	Após (Nº)	Antes (µg/m³)	Após (µg/m³)
	T Santa Cruz de Benfica (IND) SCB	98%	18	15	3.7	20%	7	2	30	24
	F Alfragide/Amadora (IND) ALF	83%	18	14	3.8	22%	8	1	25	20
	F Alverca (IND) ALV	93%	17	13	3.9	23%	4	1	29	21
	F Loures-Centro (IND) LOU	77%	20	16	3.9	20%	8	0	28	22
	F Mem Martins (FIX) MEM	99%	19	15	3.7	20%	6	1	29	23
	F Olivais (FIX) OLI	97%	18	14	3.7	21%	4	0	27	21
	F Quinta do Marquês (IND) MARQ	98%	20	16	3.7	18%	9	2	32	24
	F Reboleira (IND) REB	87%	16	12	3.3	21%	2	0	26	20
AML Sul (A)	I Escavadeira (FIX) ESCII	95%	19	16	3.5	18%	4	1	30	24
	I Lavradio (IND) LAV	98%	19	15	3.7	20%	6	1	29	22
	I Paio Pires (FIX) PP	98%	21	17	3.8	18%	8	2	34	29
	F Laranjeiro (FIX) LAR	100%	19	16	3.7	19%	6	1	30	23
Setúbal (A)	T Quebedo (FIX) QUE	96%	18	15	3.8	21%	4	0	28	22
	F Arcos (FIX) ARC	97%	19	15	3.8	20%	8	0	29	22
	F Camarinha (IND) CAM	95%	16	13	3.7	23%	2	0	25	19
OVTPS	RF Chamusca (FIX) CHA	95%	13	9	3.8	30%	1	0	19	12
	RF Fernando Pó (FIX) FPO	98%	17	13	3.7	22%	1	0	27	19
	RF Lourinhã (IND) LOR	86%	15	11	3.9	25%	5	0	23	17
Região Alentejo										
Alentejo Litoral	I Monte Chãos (IND) MCH	98%	15	12	3.5	23%	3	1	22	18
	I Santiago do Cacém (IND) SCA	75%	16	12	4.6	28%	8	1	24	17
	I Sonega (IND) SON	93%	15	11	3.9	27%	3	1	23	17
	RF Monte Velho (IND) MVE	84%	19	15	3.7	20%	5	1	28	23
Alentejo Interior	RF Terena (IND) TER	80%	15	10	5.0	34%	5	0	24	13
Região Algarve										
Aglom. Sul (A)	T David Neto (FIX) DVN	98%	28	24	3.9	14%	20	6	41	34
	F Joaquim Magalhães (FIX) EJM	94%	17	14	3.5	20%	6	2	28	21
	F Malpique (FIX) MAL	95%	14	10	3.9	28%	4	0	25	17
Algarve	RF Cerro (IND) CER	88%	10	7	3.7	36%	2	0	16	9
Região da Madeira										
Funchal (A)	T São João (FIX) SJO	99%	21	16	4.9	23%	13	2	36	24
	F São Gonçalo (FIX) SGO	98%	17	12	4.8	29%	15	2	30	20
Madeira/ P. Santo	RF Santana (FIX) SAN	99%	13	7	5.2	41%	8	0	22	13
Região dos Açores										
Açores	T Angra do Heroísmo (FIX) AHE	99%	11	10	1.2	11%	2	1	19	16
	T Ribeira Grande (FIX) RGR	20%	14	14	0.3	2%	0	0	13	13
	F Ponta Delgada (FIX) PDE	93%	18	16	1.8	10%	11	6	32	27
	RF Faial (FIX) FAL	52%	9	8	1.4	15%	0	0	12	11
Legenda: NAT: Natural (fração devida a evento natural); A: a zona é uma aglomeração; Tipo de estação: T-Tráfego, I-Industrial, F-Fundo; RF: Rural de Fundo; Lit Nor B Vouga.: Litoral Noroeste do Baixo Vouga; OVTPS – Oeste Vale do Tejo e Península de Setúbal; Aglom. Sul – Aglomeração Sul; FIX: estação com medição fixa; IND: estação com medição indicativa; VLD – Valor Limite Diário; antes/após – média anual ou n.º de dias acima do VLD antes/após a aplicação dos descontos devidos a evento natural; Excedências VLD – N.º de dias em excedência ao valor limite diário de PM ₁₀ de 50 µg/m³  Eficiência anual inferior a 85% em medições fixas, ou inferior a 14% em medições indicativas  Eficiência anual inferior a 85% e superior a 14% em medições indicativas										

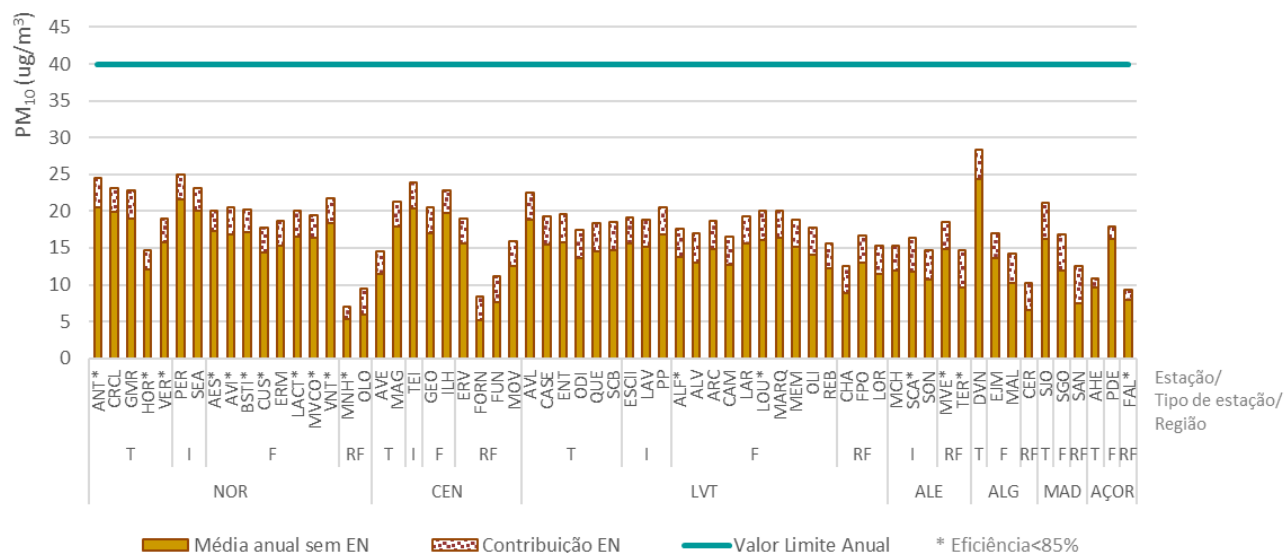


Figura 23. Média anual de PM₁₀, por estação, antes e após a dedução da fração devida a evento natural, em 2024

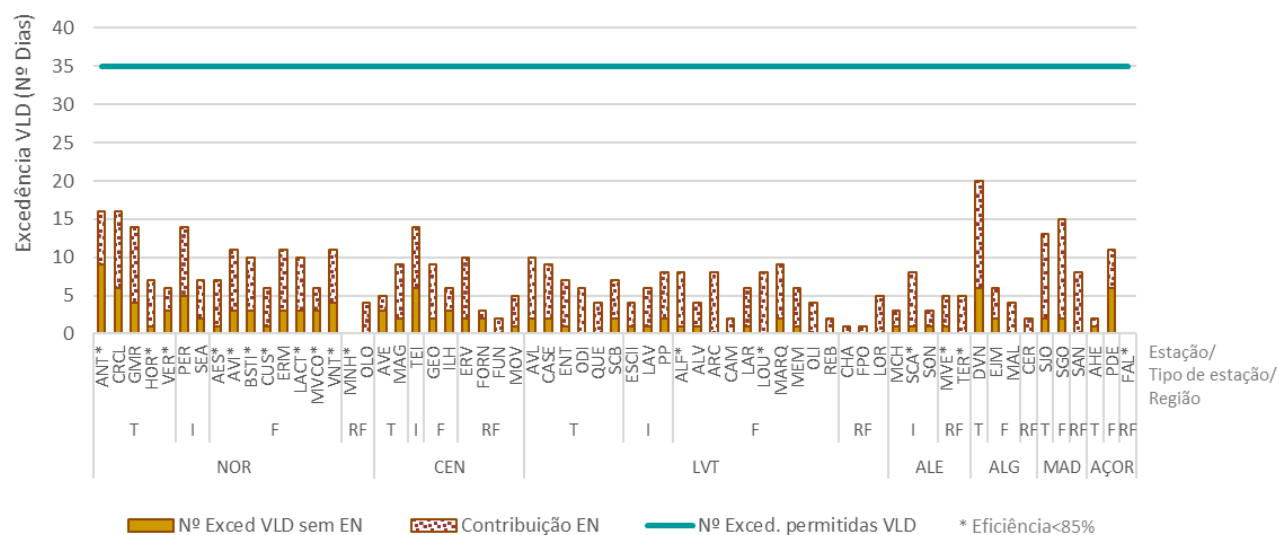


Figura 24. Número de dias em excedência ao valor limite diário de PM₁₀, por estação, antes e após a dedução da fração devida a evento natural, em 2024

A aplicação da metodologia de desconto, permitiu quantificar a fração de origem natural, levando à obtenção dos resultados representados da Figura 25 à Figura 28 (resultados obtidos por região, mês e ano). Na análise dos resultados obtidos, destaca-se a contribuição dos eventos naturais para a média anual de partículas PM₁₀ e para as situações de ultrapassagem do valor limite diário estabelecido para este poluente, apresentada de seguida.

► **Aspetos relativos à intensidade dos eventos naturais:**

- em 2024, os episódios de evento natural contribuíram, em média, com 3,5 µg/m³ de acréscimo na média anual, o que representa um peso de 20% na média anual (tendo em conta as estações com eficiência ≥50%), valor este mais elevado relativamente ao último ano e acima da média dos últimos dez anos (Figura 25 e Figura 26);
- a Figura 25 revela também uma tendência decrescente nas médias anuais de PM₁₀ de origem antropogénica ao longo dos anos, até 2021, (fazendo-se esta generalização para a componente de “média anual sem evento natural”), pelo que, para anos mais recentes, com uma forte componente de origem natural, o peso desta fração será mais elevado;
- o peso da contribuição de PM₁₀ de origem natural, para a média anual (ou seja, a intensidade dos eventos naturais), foi mais significativo na região da Madeira (Figura 27), sendo de 5,0 µg/m³ (região esta com um menor número de dias de EN que Portugal Continental, mas com maior contribuição de carga particulada para a média anual), o que representa 29% da média anual deste Arquipélago. Já em Portugal Continental, a contribuição média de origem natural situou-se nos 3,6 µg/m³, o que representa 20% da média anual registada nas estações de monitorização localizadas neste território. Na região dos Açores, a contribuição de origem natural é a mais diminuta, situando-se nos 1,5 µg/m³, o que representa 11% da média anual desta região;
- os eventos registados em Portugal Continental, durante os meses de março e setembro, foram os mais intensos, sendo aqueles em que se alcançaram as concentrações de PM₁₀ mais elevadas (Figura 28). Note-se, no entanto, que em setembro, as concentrações de partículas foram bastante afetadas com a contribuição devida a incêndios rurais. Na região da Madeira, a maior intensidade de carga particulada de origem natural foi registada em abril e dezembro;
- o perfil da intensidade dos eventos naturais nem sempre é coincidente com aquele em que se apresenta o número de dias de evento natural (Figura 28): por exemplo, em Portugal Continental, o mês de março foi o que totalizou o menor número de dias sob influência de poeiras dos desertos, mas foi aquele em que estas tiveram a maior intensidade, obtendo-se o valor mais elevado de contribuições de carga natural particulada.

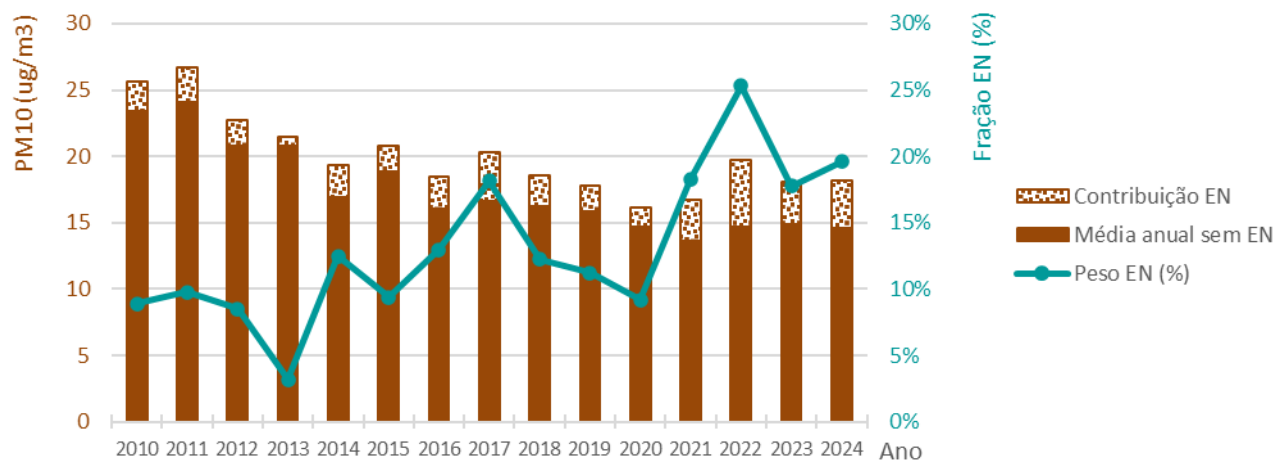


Figura 25. Contribuição da fração natural para a média anual de PM₁₀, entre 2010 e 2024 (expressa em µg/m³ de PM₁₀ e %)

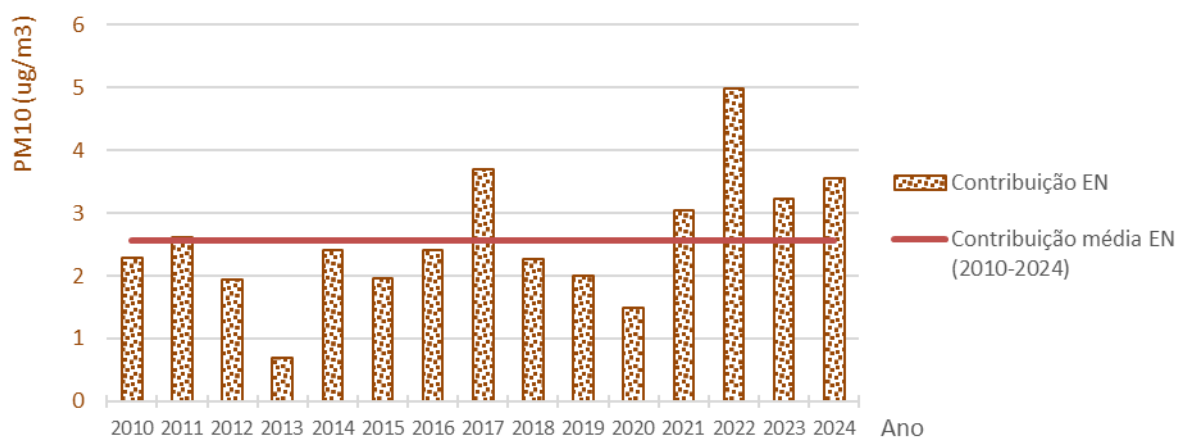


Figura 26. Contribuição de eventos naturais (fração natural) para a média anual de PM₁₀, entre 2010 e 2024 (expressa em µg/m³ de PM₁₀)

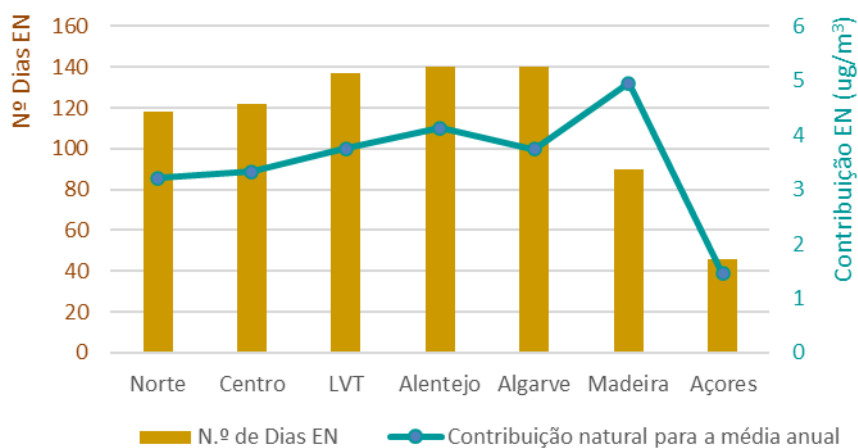


Figura 27. Contribuição da fração natural para a média anual de PM₁₀ e número de dias de evento natural identificado, por região, em 2024

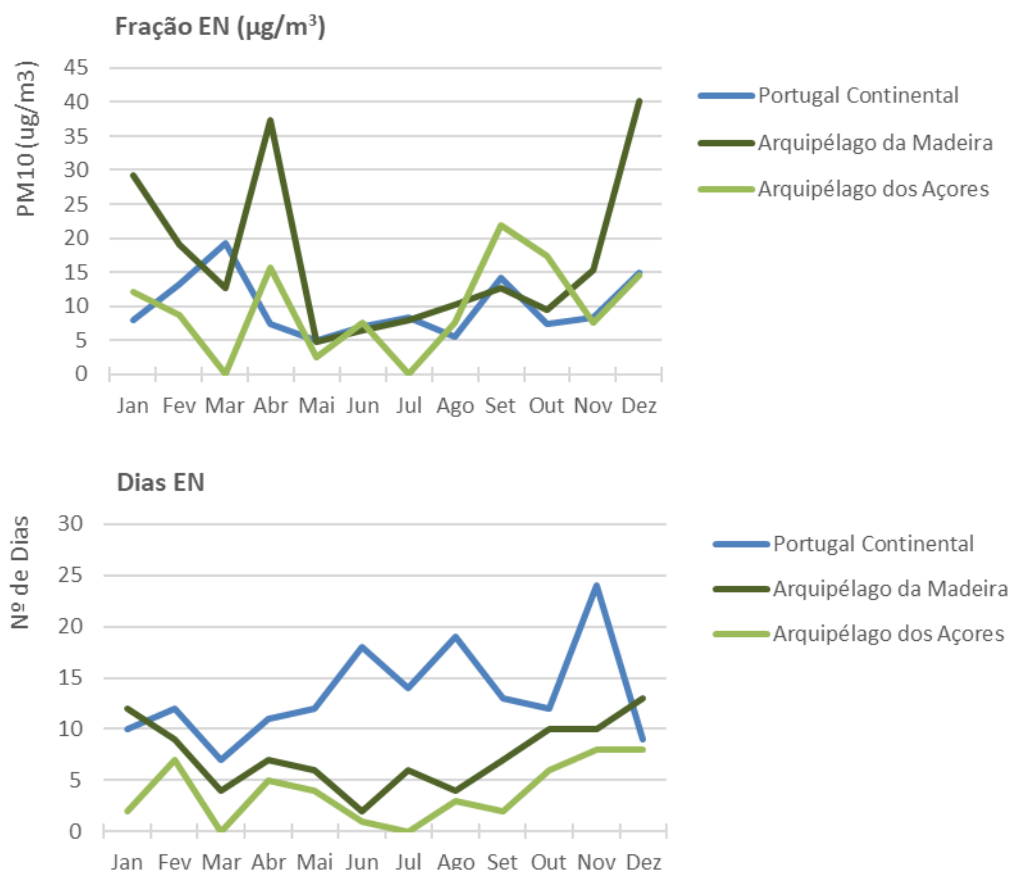


Figura 28. Contribuição da fração natural para a média anual de PM_{10} (em cima) e número de dias de evento natural identificado (em baixo), em Portugal Continental, Arquipélago da Madeira e Arquipélago dos Açores, em 2024

► **Aspetos relativos às causas das excedências ao valor limite diário de PM_{10} :**

- em termos da contribuição dos eventos naturais para as excedências ao valor limite diário, verifica-se que esta é superior na região da Madeira (sendo de 11 dias, em média, em 2024), seguindo-se Portugal Continental (sendo de 5 dias) e por fim a região dos Açores (sendo de 2 dias, em média) (Figura 24);
- relativamente ao total de excedências ao valor limite diário, registadas nas várias estações de monitorização, em Portugal Continental 75% destas deveram-se à contribuição de fontes naturais. Relativamente à região da Madeira essa percentagem aumenta para os 89%. Na região dos Açores a metodologia de desconto da contribuição de fontes naturais atribuiu a 46% das excedências ao valor limite diário a causa natural;
- ainda relativamente à região dos Açores, verificou-se que a maioria das excedências foi registada na estação urbana de fundo de Ponta Delgada, totalizando 11. Destas 11 excedências, 10 ocorreram em dias de evento natural. Nesses 10 dias de aplicação da metodologia de desconto, em 6 dias as concentrações finais obtidas continuaram acima do valor limite diário. Estes números podem indiciar que a metodologia aplicada pode estar a apresentar uma limitação para esta região insular, com características distintas entre os grupos Oriental e Central (onde se encontram as estações da rede de monitorização da qualidade do ar), dado que os fenómenos naturais os podem atingir com diferente intensidade. Estas questões serão aprofundadas em trabalhos futuros;

- em 2024 ocorreram excedências ao valor limite diário em estações rurais de fundo, em Portugal Continental e no Arquipélago da Madeira, o que não é muito frequente neste tipo de estação. Estas concentrações de PM₁₀ elevadas, ocorreram nos meses de janeiro a abril e, posteriormente, de setembro a dezembro. Todas essas excedências coincidiram com dias de evento natural de elevada intensidade. Destes eventos naturais, os ocorridos na Região da Madeira foram os mais intensos, com concentrações na estação rural de fundo de Santana a atingir os 223 µg/m³ em 18/12/2024 e a estação da região Centro, de Fornelo do Monte, a registar 113 µg/m³, no mesmo dia, devido ao mesmo episódio de grande extensão geográfica (tal como representado na Figura 29). Outras concentrações igualmente elevadas foram atingidas no mês de setembro, durante um episódio de tempo quente e poeiras em suspensão, mas a principal contribuição de material particulado deveu-se à ocorrência de incêndios rurais na região Norte e Centro, que tiveram um forte impacto na qualidade do ar. Ambos os episódios se encontram documentados em maior detalhe na secção 4.2 *Caracterização dos episódios*.

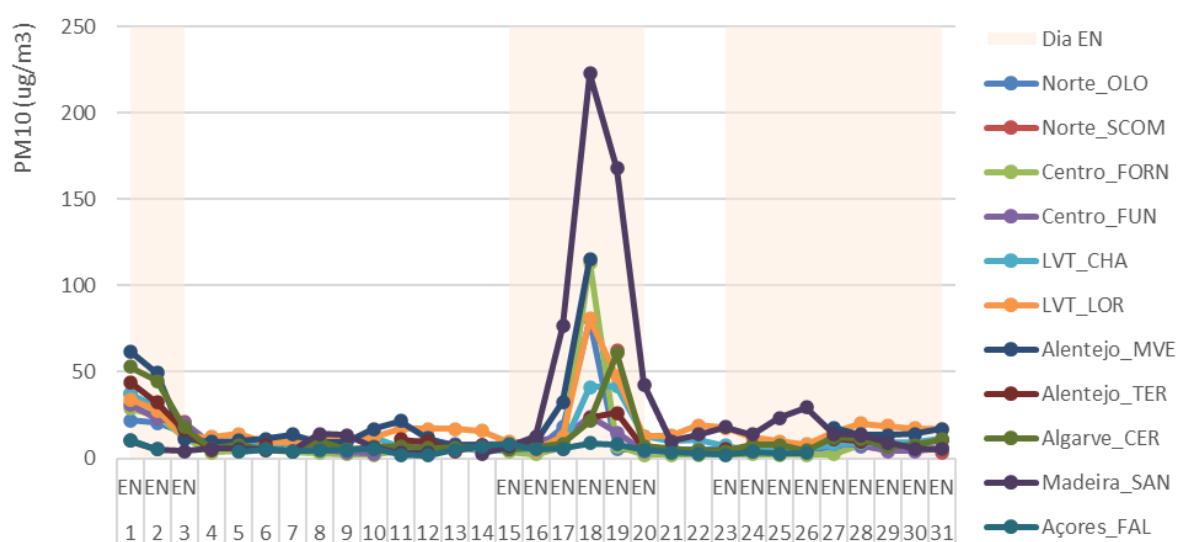


Figura 29. Concentrações de PM₁₀ medidas em estações rurais de fundo e dias de evento natural (EN), no mês de dezembro de 2024, destacando-se o episódio de poeiras ocorrido de 15/12 a 20/12

Em resumo, durante o ano de 2024, verificou-se que a contribuição de partículas, com origem natural, foi substancial, quer em número de dias de ocorrência (2º ano com mais dias de evento natural desde 2010) quer em intensidade (3º ano com maior contribuição para a média anual de PM₁₀, desde 2010). Cerca de 75% das situações de excedência ao valor limite diário de partículas PM₁₀, em Portugal, são justificadas inteiramente pela contribuição de material particulado de origem natural.

No mês de dezembro ocorreu um evento natural de intensidade significativa, que afetou de forma particularmente intensa a região da Madeira, com concentrações de PM₁₀ a atingir os 223 µg/m³ (situando-se quatro vezes e meia acima do valor limite diário estabelecido para este poluente), mas também o território continental.

A metodologia de desconto foi aplicada com sucesso à Região dos Açores, mas será necessário ainda estudar possíveis limitações e soluções para as contornar.

6 Conclusões

O transporte a longa distância de partículas com origem natural, desde zonas áridas do Norte de África, como é o caso dos desertos do Sahara e Sahel, pode traduzir-se num acréscimo dos níveis de partículas em suspensão (PM_{10}) à superfície, podendo este ser significativo. A metodologia utilizada no âmbito do presente estudo, permitiu efetuar a identificação dos dias de ocorrência destes fenómenos, designados por eventos naturais, no território de Portugal Continental, Arquipélago da Madeira e Arquipélago dos Açores (em fase de testes) bem como, efetuar a avaliação da sua contribuição no acréscimo de concentrações de partículas PM_{10} , medidas à superfície, nas estações das redes de monitorização da qualidade do ar, para o ano de 2024.

A identificação dos dias de evento natural teve em conta a informação dada essencialmente pelos modelos WMO Barcelona Dust Regional Center, SKIRON e HYSPLIT, bem como, pelas concentrações de PM_{10} medidas nas 66 estações de monitorização da qualidade do ar e concentrações de carga mineral particulada, de origem natural, disponibilizadas pelo CAMS (Copernicus Atmosphere Monitoring Service) e extraídas para localizações rurais de fundo.

Relativamente aos dias de ocorrência de eventos naturais, em 2024, apuraram-se 190 dias com intrusões africanas representando 52% do ano, enquadrando-se num valor acima da média dos últimos quinze anos. O ano de 2024, em Portugal Continental, classificou-se como muito quente e seco. Em relação aos incêndios florestais, 2024 foi o terceiro ano com maior área ardida dos últimos dez anos, tendo ocorrido interferência dos grandes incêndios de setembro, da região Norte e Centro, nos níveis de partículas PM_{10} registados em várias estações de monitorização da qualidade do ar.

Em 2024 manteve-se o padrão mais prevalente de ocorrência de um maior número de dias de evento natural nas regiões a Sul, decrescendo para as regiões mais a Norte de Portugal Continental. No Arquipélago da Madeira manteve-se também a tendência de registo de menor número de dias de evento natural, mas com uma contribuição mais intensa nas concentrações de PM_{10} , face ao registado no território continental. Nos Açores registaram-se menos episódios e de menor intensidade, face ao restante território nacional.

Os 190 dias de eventos naturais ocorreram distribuídos em 25 episódios em Portugal Continental, 22 episódios no Arquipélago da Madeira, e 14 no Arquipélago dos Açores, sendo de maior duração no território continental (de 6 dias, em média), e de menor duração na Madeira e Açores (com durações médias de 4 e 3 dias, respetivamente). Recentemente têm sido frequentes episódios de longa duração, o que não foi habitual nos anos anteriores a 2022.

Verifica-se que os meses de maior ocorrência de eventos naturais têm apresentado alguma variabilidade nos últimos anos. Em 2024 registaram-se episódios de evento natural em todos os meses do ano. Em Portugal Continental, para além do incomum mês de novembro, com muitas ocorrências de eventos naturais, os meses com mais episódios foram os de primavera e verão, enquanto que, nas regiões insulares, o padrão é distinto (apresentando semelhanças entre arquipélagos), com os meses de inverno a registar eventos naturais frequentes.

Relativamente à quantificação da contribuição da carga particulada de origem natural, em 2024, esta foi mais significativa na região da Madeira, sendo de $5,0 \mu g/m^3$, o que representa 29% da média anual deste Arquipélago. Já em Portugal Continental, a contribuição média de origem natural situou-se nos $3,6 \mu g/m^3$, o que representa 20% da média anual registada nas estações de monitorização localizadas neste território. Na região dos Açores, a contribuição de origem natural é a mais diminuta, situando-se nos $1,5 \mu g/m^3$, o que representa 11% da média anual desta região.

Em termos de conformidade legal, verifica-se que em 2024 não se registaram incumprimentos ao valor limite anual ou diário de partículas PM_{10} . As ultrapassagens registadas ao valor limite diário foram

sempre em número inferior ao máximo permitido pela legislação. Em 2024, cerca de 75% das situações de excedência ao valor limite diário de PM_{10} , em Portugal, foram inteiramente justificadas pela contribuição de material particulado de origem natural.

Em resumo, verificou-se que a contribuição de partículas, com origem natural nas regiões áridas do Norte de África, durante o ano de 2024, foi substancial, quer em número de dias de ocorrência (segundo ano com mais dias de evento natural desde 2010), quer em intensidade (tecreiro ano com maior contribuição para a média anual de PM_{10} , desde 2010).

Relativamente à avaliação experimental, efetuada para o Arquipélago dos Açores, dada a recente expansão da sua rede de monitorização de qualidade do ar e disponibilidade de dados, foi possível obter resultados, mas será ainda necessário aprofundar o estudo desta região. Os aspetos a investigar relacionam-se essencialmente com a disponibilidade de ferramentas de previsão de eventos naturais que abranjam a totalidade da região, a obtenção de uma maior eficiência de medições na estação do Faial, e com o estudo do comportamento das concentrações registadas nas várias ilhas e sua correlação.

7 Referências bibliográficas

CUE - Conselho da União Europeia, (2011). *Commission staff working paper establishing guidelines for demonstration and subtraction of exceedances attributable to natural sources under the Directive 2008/50/EC on ambient air quality and cleaner air for Europe*. 18 Fevereiro, Bruxelas.

Escudero M, Querol X, Pey J, et al, (2007). *A methodology for the quantification of the net African dust load in air quality monitoring networks*. Atmos Environ 41:5516–5524. doi: 10.1016/j.atmosenv.2007.04.047.

ICNF (Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas), (2024). *8.º Relatório Provisório de Incêndios Rurais – 01 de janeiro a 15 de outubro*, 8.º RPIR/DGPFR/2024, 16/10/2024, Disponível em: <https://www.icnf.pt/florestas/gfr/gfrgestaoinformacao/grfrelatorios/areasardidaseocorrencias>.

IPMA (Instituto Português do Mar e da Atmosfera), (2025). *Boletim Clima Anual 2024 – Resumo*. Versão 1.0, fevereiro 2025, Instituto Português do Mar e da Atmosfera, Divisão de Clima e Alterações Climáticas, Disponível em: <https://www.ipma.pt/pt/publicacoes/boletins.jsp?cmbDep=cli&cmbTema=pcl&cmbAno=2024&idDep=cli&idTema=pcl&curAno=2024>.

Querol, X., Alastuey, A., (1999). *Detection of Natural Events Influencing PM₁₀ Measurements*. Barcelona, Spain, [Documento não publicado].

Querol, X., Alastuey, A., Pey, J., Escudero, M., Castillo, S., Orío, A., González, M., Pallarés, M., Jiménez, S., Ferreira, F., Marques, F., Monjardino, J., Cuevas, E., Alonso, S., Artíñano, B., Salvador, P., de la Rosa, J., (2013), *Methodology for the identification of natural episodes in PM₁₀ and PM_{2,5}, and justification with regards to the exceedances of the PM₁₀ daily limit value*. Instituto de Diagnóstico Ambiental Y Estudios del Agua – CSIC - Ministerio de Ciencia e Innovación, Universidad Nova de Lisboa, AEMet-Izaña, CIEMAT, Universidad de Huelva, IDEA/CSIC. Barcelona, Spain.

Anexo I. Fichas mensais de representação dos dias de eventos naturais, concentrações de PM₁₀ em estações rurais de fundo representativas e peso da fração mineral devida a evento natural

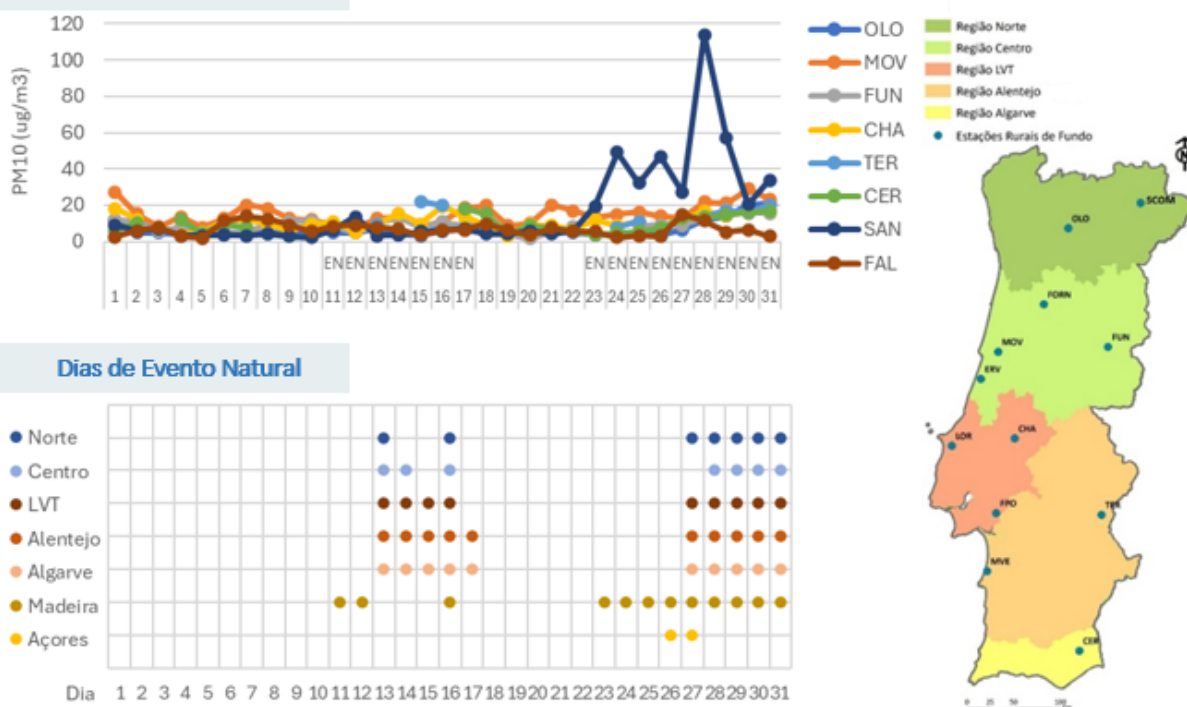
Apresenta-se abaixo um resumo da informação dada pelas ferramentas que permitem validar, para um determinado dia, a influência de transporte de material particulado em suspensão, com origem nas regiões áridas do Norte de África. A análise encontra-se efetuada por mês. Para cada mês disponibilizam-se os seguintes elementos:

- evolução da qualidade do ar (concentrações de PM₁₀) nas estações de monitorização do tipo rural de fundo representativas em cada região de análise;
- dias de evento natural identificados por região;
- concentrações de carga mineral particulada, de origem natural, dadas pelo CAMS (Copernicus Atmosphere Monitoring Service)²⁰, através dos resultados de *ensemble CAMS Regional Interim Reanalyses*. Esta informação é dada pelo indicador da fração de poeiras (*Dust*) calculado pelo seu quociente face à média diária do total de partículas PM₁₀, expresso em percentagem da média diária, na localização das estações rurais de fundo. Na representação gráfica apresenta-se o máximo registado em Portugal Continental (para locais rurais de fundo) e o valor obtido para a localização da estação de Santana, na região da Madeira. Para a região dos Açores não foi possível calcular este indicador, por indisponibilidade de dados.

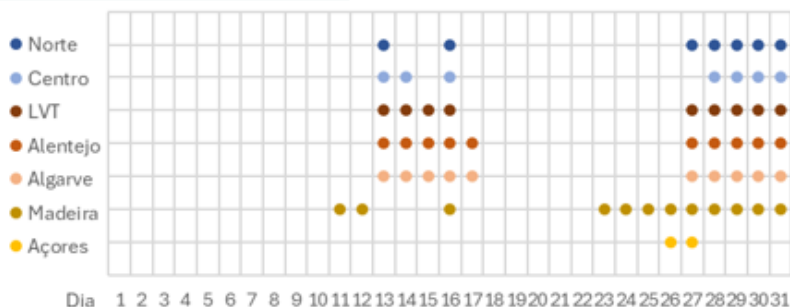
²⁰ O Copernicus Atmosphere Monitoring Service (CAMS) é um serviço implementado pelo European Centre for Medium-Range Weather Forecasts, lançado em 11 de novembro de 2014, que fornece dados e informações contínuas sobre a composição atmosférica. Os dados utilizados foram obtidos no local de internet: <https://ads.atmosphere.copernicus.eu/cdsapp#!/dataset/cams-europe-air-quality-reanalyses?tab=form>, do CAMS

JANEIRO

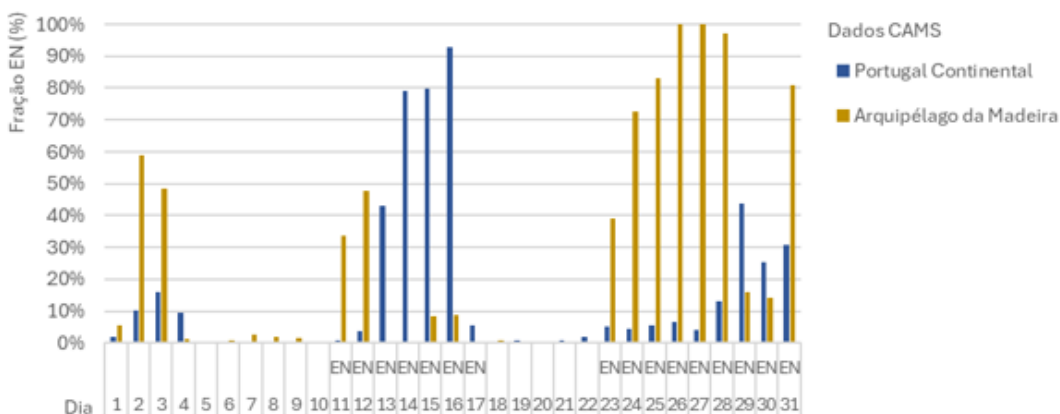
Concentrações de PM₁₀



Dias de Evento Natural



Fração de Evento Natural



Observações

No mês de janeiro foram identificados dois períodos de evento natural:

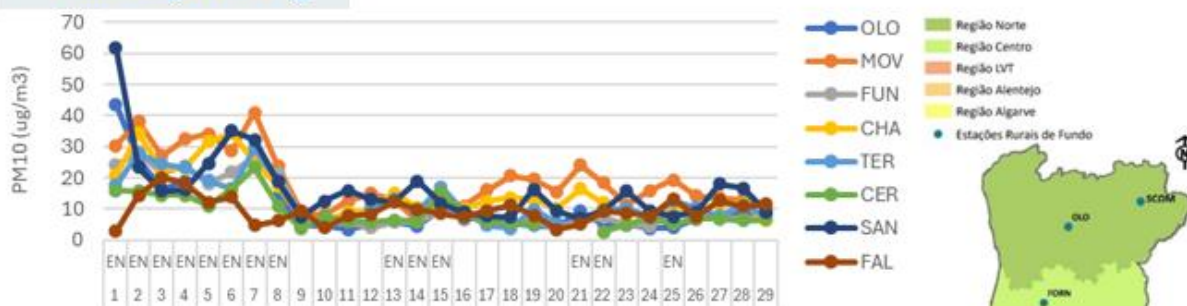
- o primeiro entre os dias 11 a 17,
- o segundo entre os dias 23 a 31, coincidindo com a ocorrência de uma onda de calor em Portugal Continental.

O segundo episódio foi particularmente intenso na região da Madeira, com as concentrações de PM₁₀ a atingir os 114 µg/m³ de média diária, na estação rural de fundo de Santana (SAN), no dia 28/01/2024.

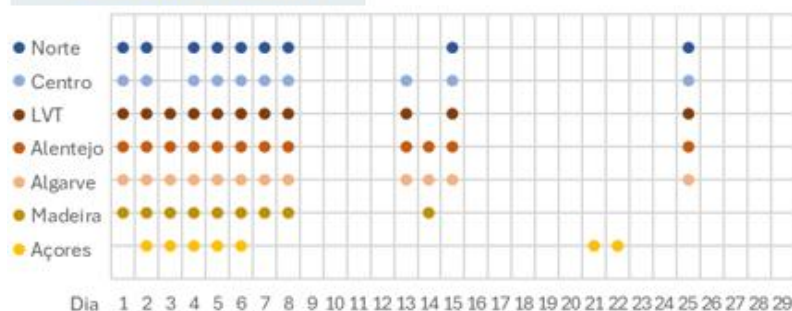
Figura 30. Representação das concentrações médias diárias de PM₁₀ medidas em estações rurais de fundo (em cima, expressas em µg/m³), dos dias de evento natural identificados por região (ao meio) e do peso da fração mineral com origem nos desertos em locais rurais de fundo (dados CAMS, fração *dust* face à média diária de PM₁₀ expressa em %), no mês de janeiro de 2024

FEVEREIRO

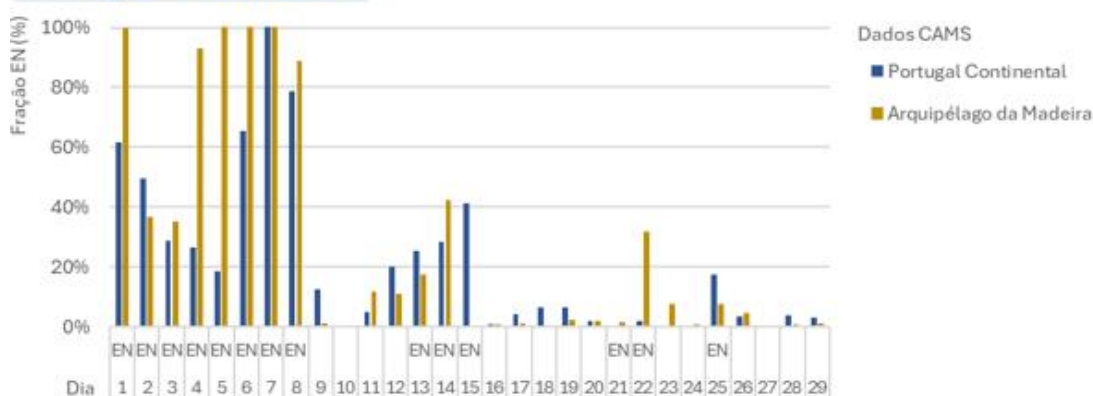
Concentrações de PM₁₀



Dias de Evento Natural



Fração de Evento Natural



Observações

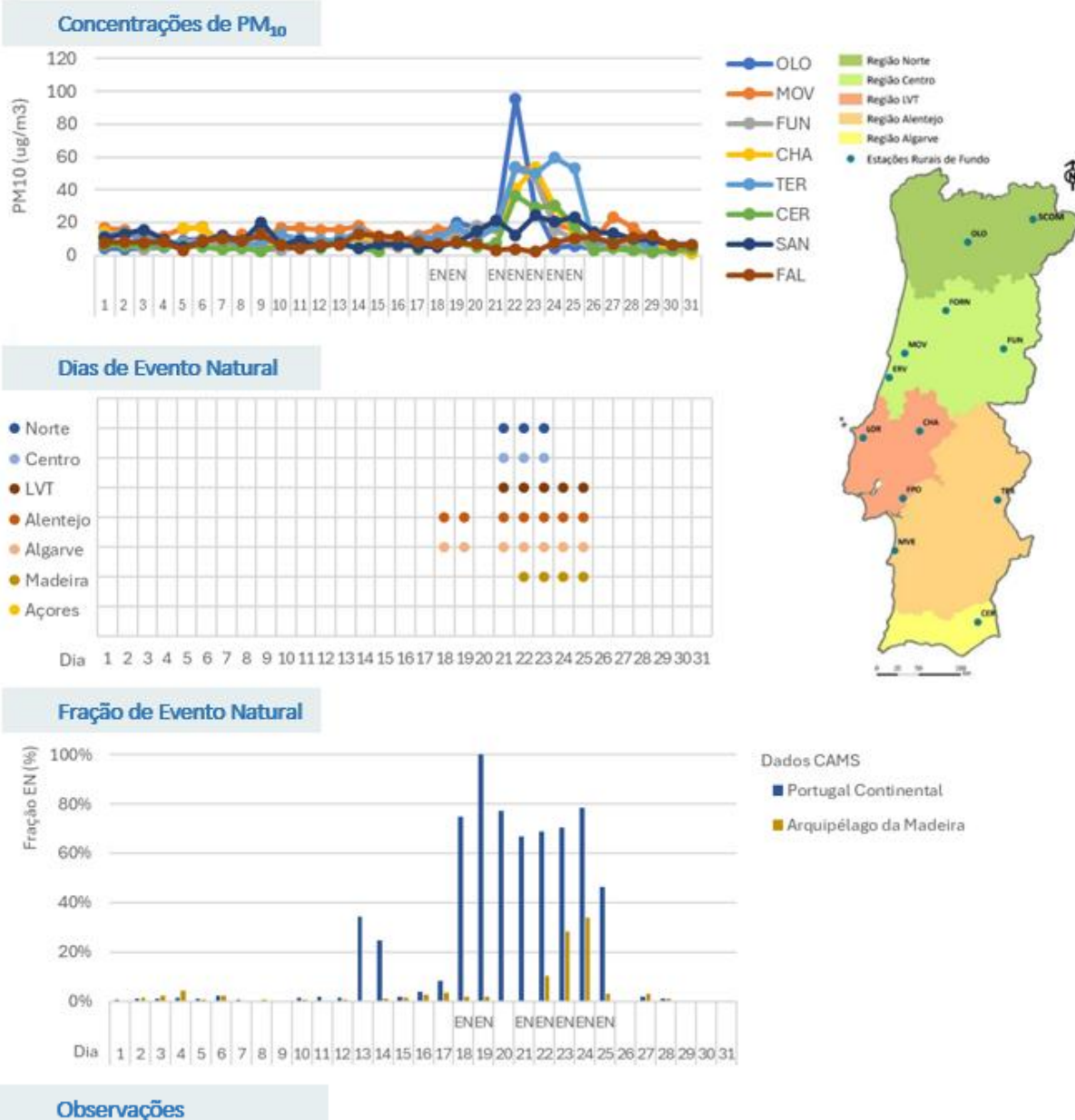
No mês de fevereiro foram identificados quatro períodos de evento natural:

- o primeiro entre os dias 01 e 08, abrangendo todo o território nacional,
- o segundo de 13 a 15, correspondendo a um período de onda de calor,
- um terceiro apenas na região dos Açores entre 21 e 22,
- e por fim o dia 25 apenas na região da Madeira.

O primeiro episódio teve intensidade relativamente elevada, conduzindo a concentrações de 62 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM₁₀ (média diária) na estação rural de fundo de Santana (SAN), na Madeira.

Figura 31. Representação das concentrações médias diárias de PM₁₀ medidas em estações rurais de fundo (em cima, expressas em $\mu\text{g}/\text{m}^3$), dos dias de evento natural identificados por região (ao meio) e do peso da fração mineral com origem nos desertos em locais rurais de fundo (dados CAMS, fração *dust* face à média diária de PM₁₀ expressa em %), no mês de fevereiro de 2024

MARÇO



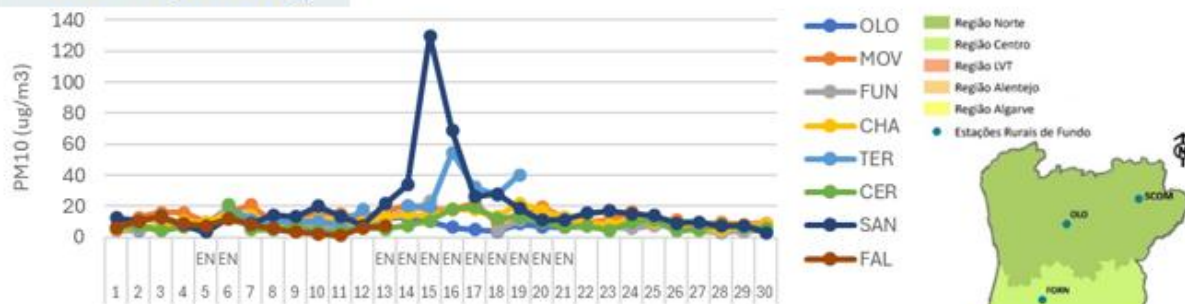
Em março registou-se a ocorrência de um período de evento natural, entre os dias 18 a 25, coincidindo com uma onda de calor registada nas regiões Norte e Centro do território continental.

O episódio teve uma intensidade elevada, conduzindo a concentrações de 96 µg/m³ de PM₁₀ (média diária) na estação rural de Douro Norte (OLO) na região Norte, e de 60 µg/m³ de PM₁₀ (média diária) na estação rural de fundo de Terena (TER) na região do Alentejo.

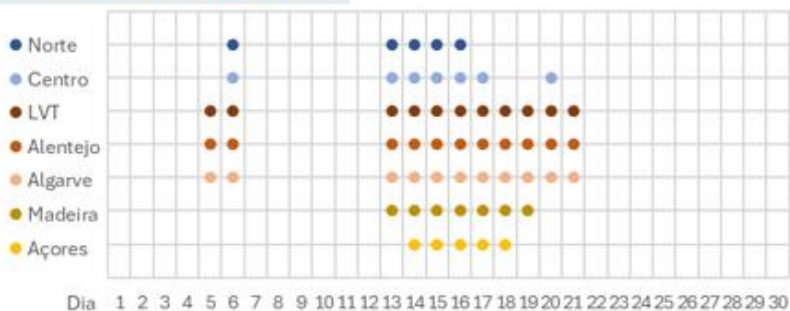
Figura 32. Representação das concentrações médias diárias de PM₁₀ medidas em estações rurais de fundo (em cima, expressas em µg/m³), dos dias de evento natural identificados por região (ao meio) e do peso da fração mineral com origem nos desertos em locais rurais de fundo (dados CAMS, fração *dust* face à média diária de PM₁₀ expressa em %), no mês de março de 2024

ABRIL

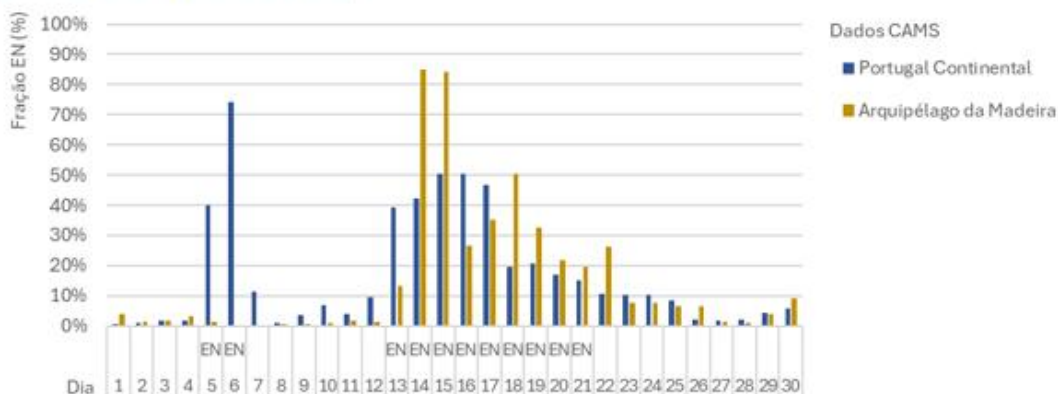
Concentrações de PM₁₀



Dias de Evento Natural



Fração de Evento Natural



Observações

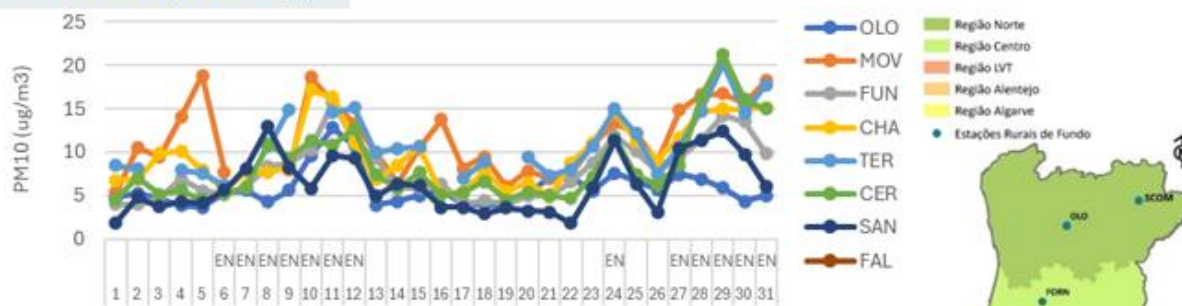
No mês de abril registaram-se dois períodos de evento natural:

- entre 05 e 06,
- de 13 a 21, coincidindo com a ocorrência de uma de calor no território continental.

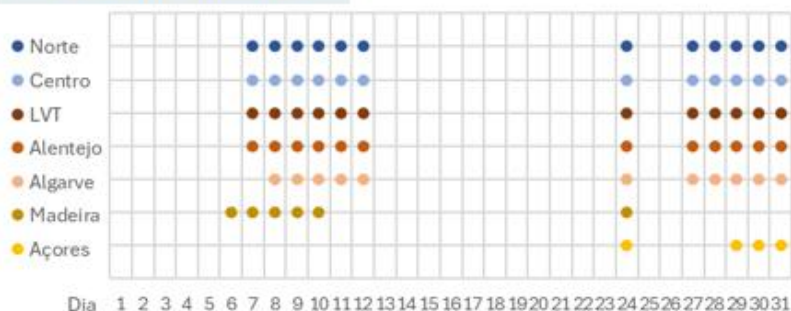
O evento natural teve uma intensidade particularmente elevada durante o segundo episódio, em que se atingiram os 130 µg/m³ de PM₁₀ na estação rural de fundo de Santana (SAN) na Madeira e 55 µg/m³ na estação de Terena (TER) na região do Alentejo.

Figura 33. Representação das concentrações médias diárias de PM₁₀ medidas em estações rurais de fundo (em cima, expressas em µg/m³), dos dias de evento natural identificados por região (ao meio) e do peso da fração mineral com origem nos desertos em locais rurais de fundo (dados CAMS, fração *dust* face à média diária de PM₁₀ expressa em %), no mês de abril de 2024

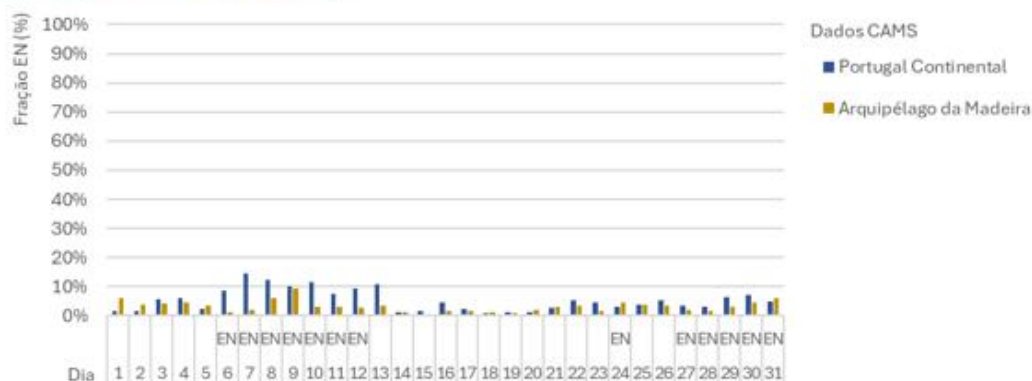
Concentrações de PM₁₀



Dias de Evento Natural



Fração de Evento Natural



Observações

No mês de maio registaram-se episódios períodos de evento natural:

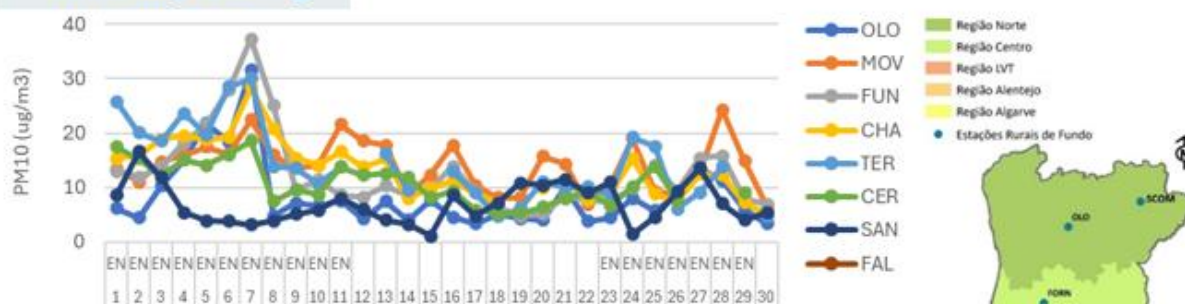
- entre 05 e 12,
- de 24 a 31,
- ambos os episódios coincidiram com a ocorrência de duas ondas de calor no território continental.

Os episódios foram de fraca intensidade, com concentrações em estações rurais de fundo a atingirem um valor máximo diário de PM₁₀ de 21 µg/m³ na estação do Cerro (CER), na região do Algarve.

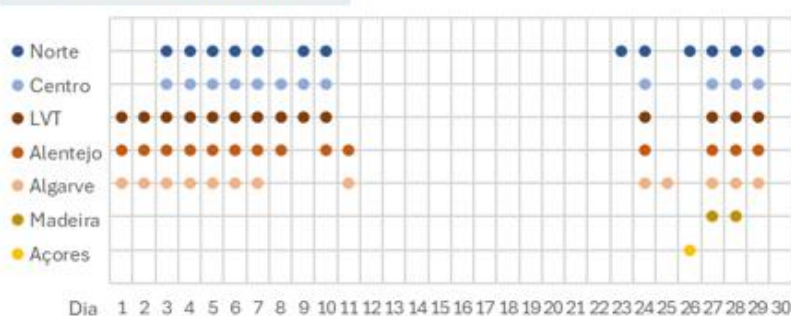
Figura 34. Representação das concentrações médias diárias de PM₁₀ medidas em estações rurais de fundo (em cima, expressas em µg/m³), dos dias de evento natural identificados por região (ao meio) e do peso da fração mineral com origem nos desertos em locais rurais de fundo (dados CAMS, fração *dust* face à média diária de PM₁₀ expressa em %), no mês de maio de 2024

JUNHO

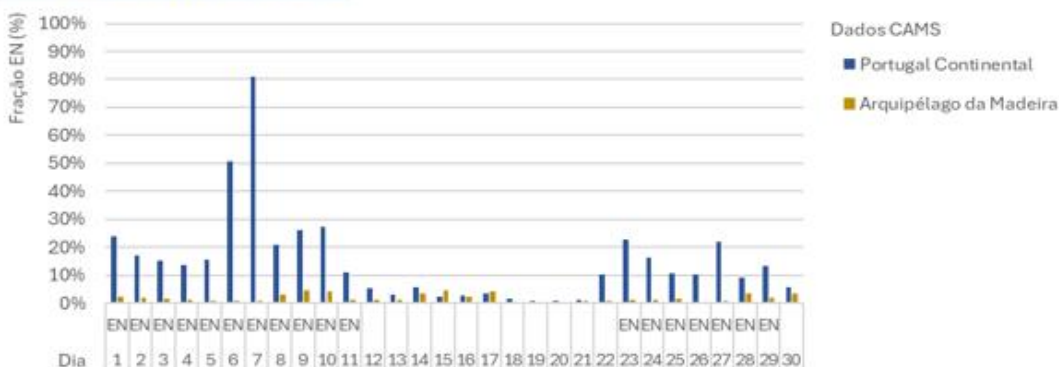
Concentrações de PM₁₀



Dias de Evento Natural



Fração de Evento Natural



Observações

Durante o mês de junho ocorreram dois episódios de evento natural:

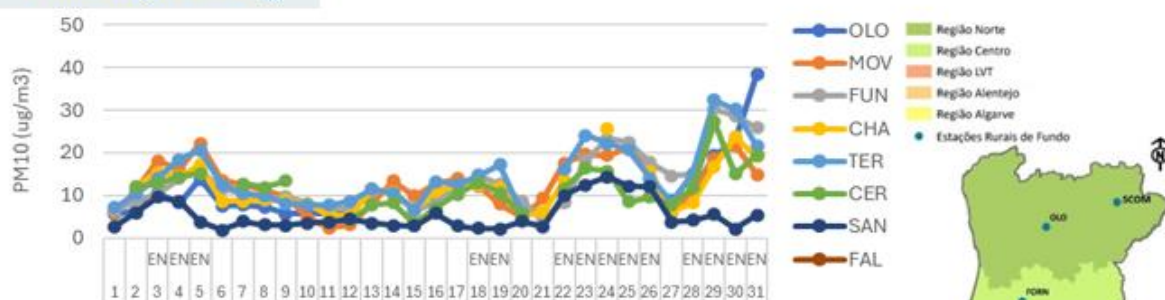
- de 01 a 11 (iniciando o corrente mês na sequência do episódio do mês anterior),
- de 23 a 29.

Apesar de ter sido um mês muito chuvoso, e normal em relação à temperatura, o mês de junho teve uma incidência de evento natural em 60% dos dias, afetando essencialmente o território de Portugal Continental. Os episódios foram, em geral, de média intensidade, tendo sido atingida a concentração máxima diária, em estações rurais de fundo, de 37 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM₁₀ na estação do Fundão (FUN), localizada na região Centro Interior.

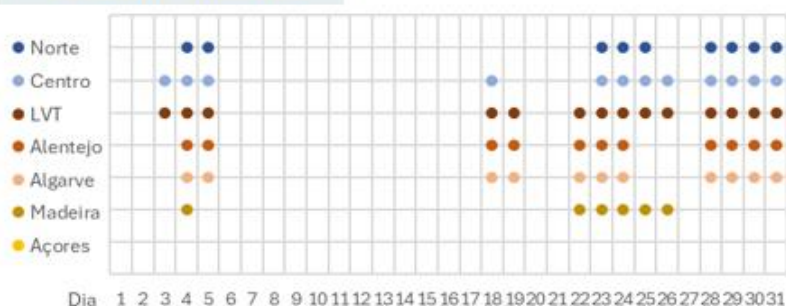
Figura 35. Representação das concentrações médias diárias de PM₁₀ medidas em estações rurais de fundo (em cima, expressas em $\mu\text{g}/\text{m}^3$), dos dias de evento natural identificados por região (ao meio) e do peso da fração mineral com origem nos desertos em locais rurais de fundo (dados CAMS, fração *dust* face à média diária de PM₁₀ expressa em %), no mês de junho de 2024

JULHO

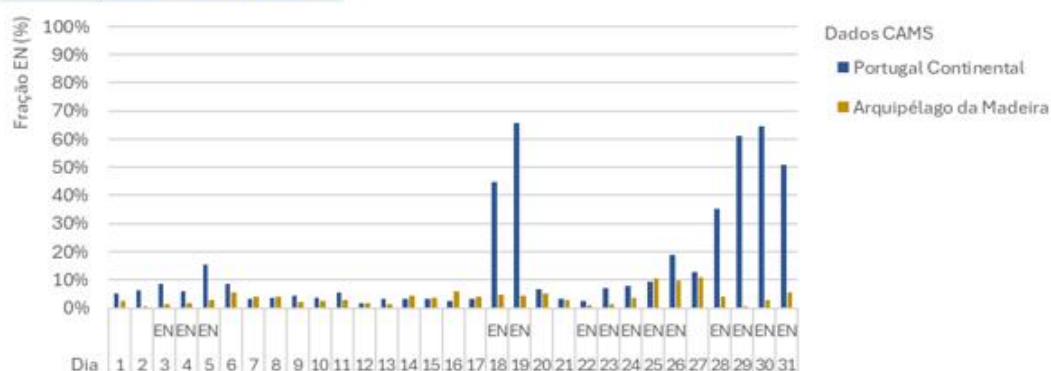
Concentrações de PM₁₀



Dias de Evento Natural



Fração de Evento Natural



Observações

O mês de julho de 2024 foi considerado quente quanto à temperatura e normal quanto à precipitação. Ocorreram três episódios de evento natural:

- entre os dias 03 a 05,
- de 18 a 19,
- de 22 a 31, coincidindo com a ocorrência de uma onda de calor no território continental.

O episódio que ocorreu no final do mês foi o de maior intensidade atingindo-se, em locais rurais de fundo, a concentração média diária mais elevada de PM₁₀ de 39 µg/m³, na estação de Douro Norte, localizada na região Norte Interior.

Figura 36. Representação das concentrações médias diárias de PM₁₀ medidas em estações rurais de fundo (em cima, expressas em µg/m³), dos dias de evento natural identificados por região (ao meio) e do peso da fração mineral com origem nos desertos em locais rurais de fundo (dados CAMS, fração *dust* face à média diária de PM₁₀ expressa em %), no mês de julho de 2024

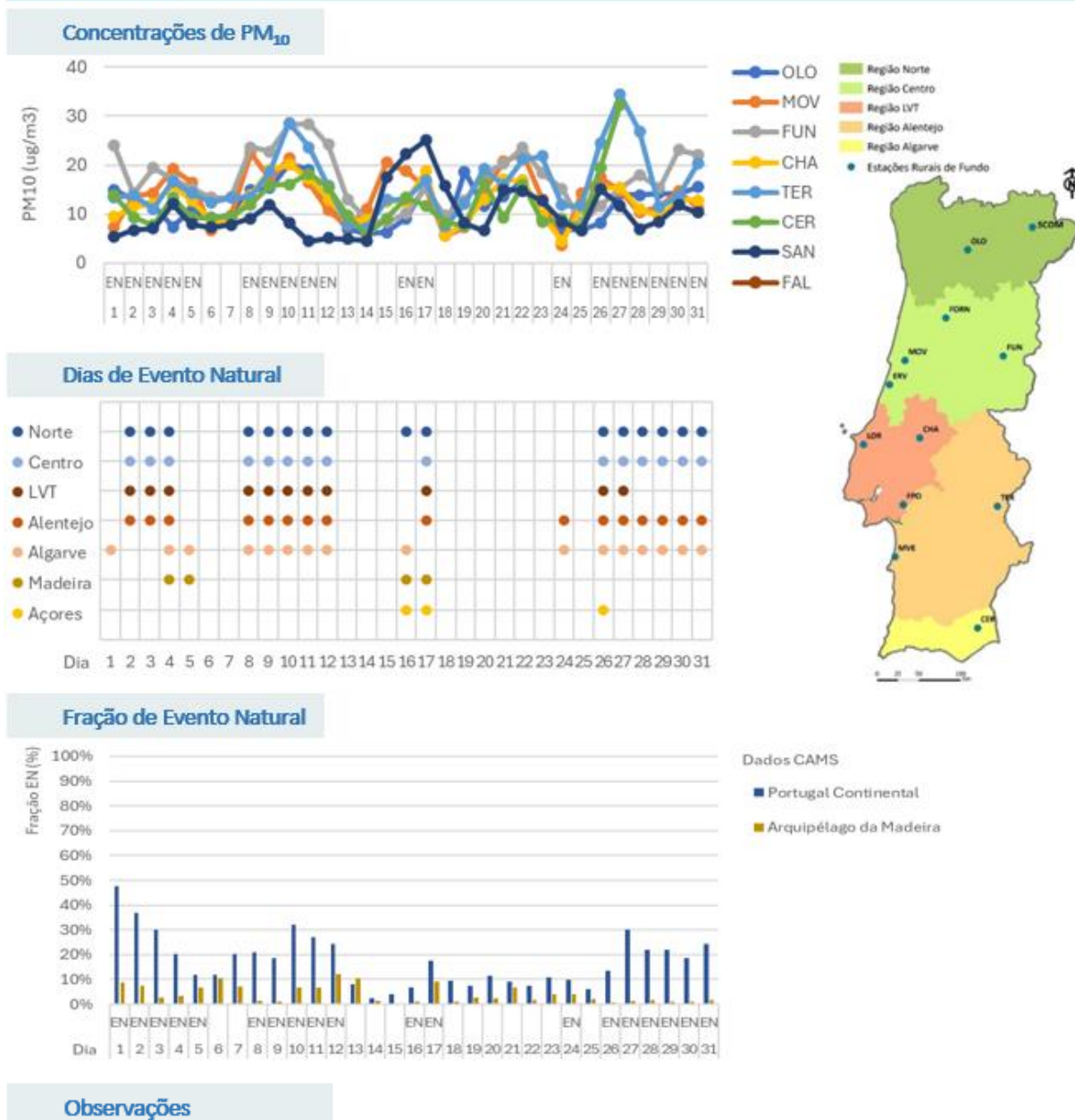
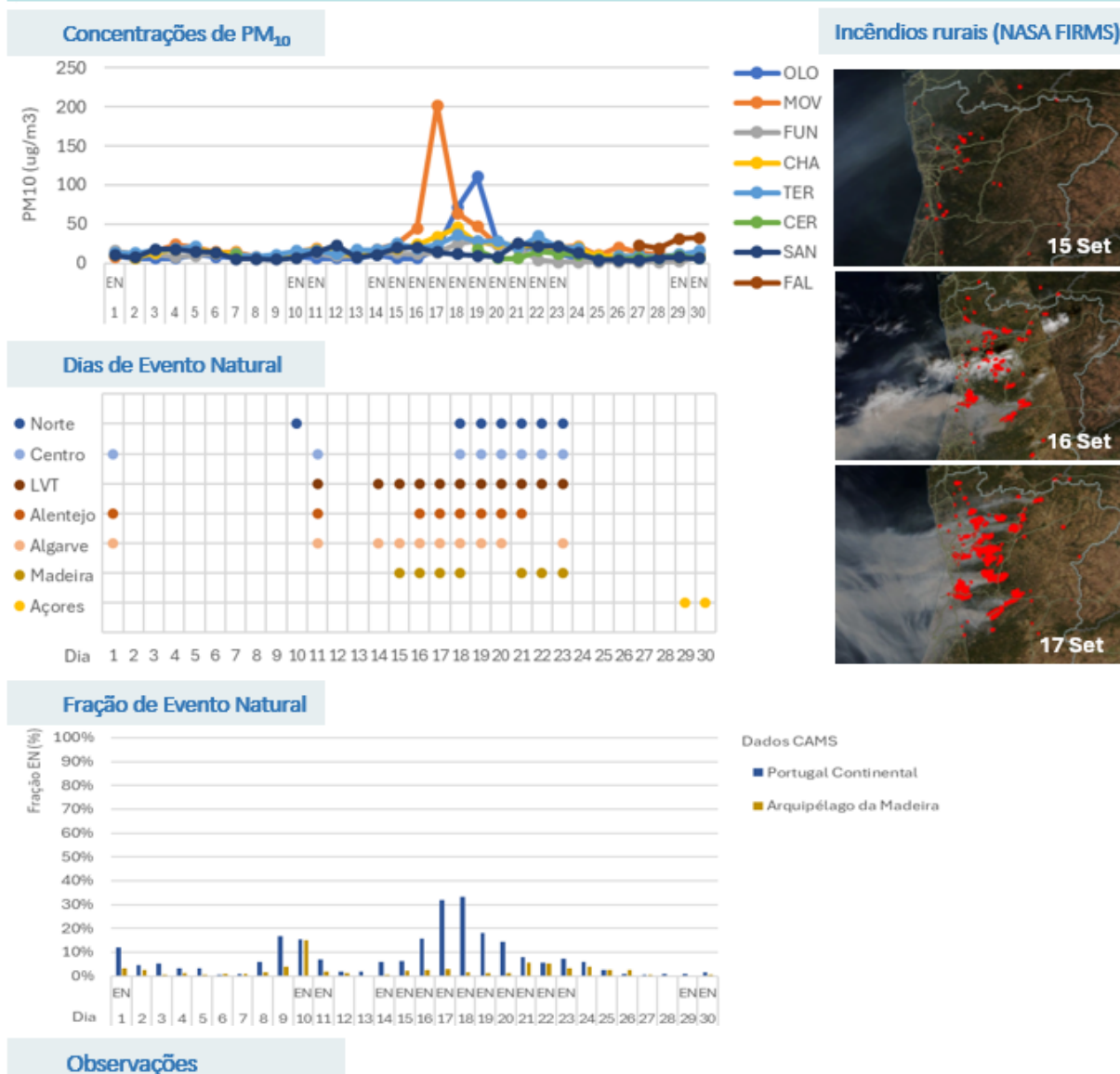


Figura 37. Representação das concentrações médias diárias de PM₁₀ medidas em estações rurais de fundo (em cima, expressas em µg/m³), dos dias de evento natural identificados por região (ao meio) e do peso da fração mineral com origem nos desertos em locais rurais de fundo (dados CAMS, fração *dust* face à média diária de PM₁₀ expressa em %), no mês de agosto de 2024

SETEMBRO



No mês de setembro de 2024 ocorreram 13 dias de evento natural, distribuídos por quatro episódios:

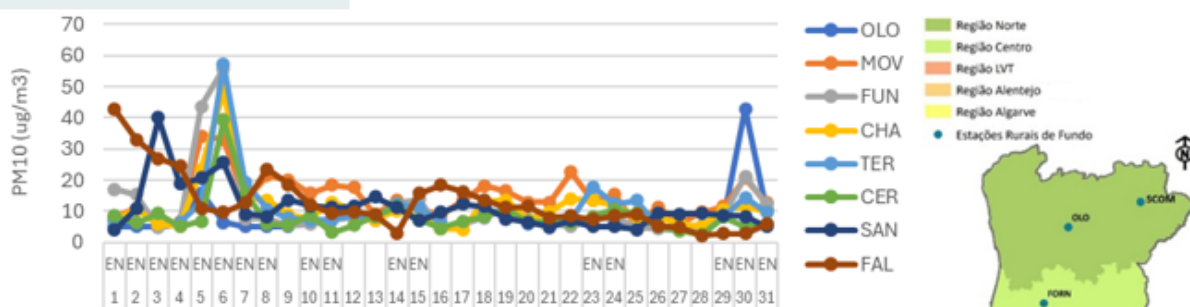
- o primeiro a 01 de setembro, correspondendo ao final do episódio iniciado no mês anterior,
- o segundo entre 10 e 11 em Portugal Continental,
- o terceiro de 14 a 23, afetando o território continental e região da Madeira,
- e o último, de 29 a 30, afetando apenas a região dos Açores.

Este mês caracterizou-se como sendo frio e seco. Apesar de frio, entre os dias 15 a 20 de setembro ocorreram incêndios nas regiões Norte e Centro, com elevada área ardida, originando concentrações elevadas de PM₁₀, nomeadamente nas estações Douro Norte, na região Norte, e Montemor-o-Velho, na região Centro, contribuindo para picos de concentração nestas estações rurais de fundo, de 202 µg/m³ e 110 µg/m³, respetivamente.

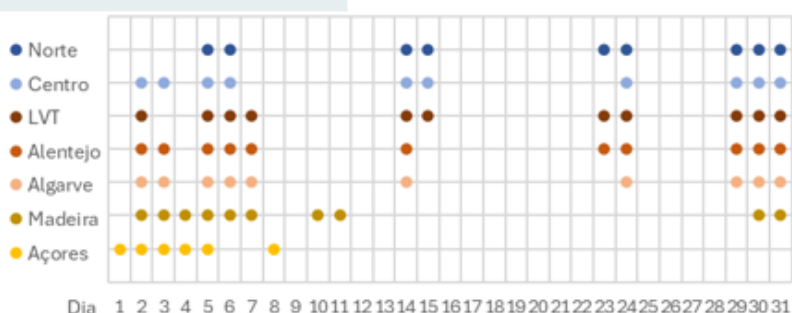
Figura 38. Representação das concentrações médias diárias de PM₁₀ medidas em estações rurais de fundo (em cima, expressas em µg/m³), dos dias de evento natural identificados por região (ao meio), dos dias de incêndios rurais mais severos (imagens NASA FIRMS) e do peso da fração mineral com origem nos desertos em locais rurais de fundo (dados CAMS, fração *dust* face à média diária de PM₁₀ expressa em %), no mês de setembro de 2024

OUTUBRO

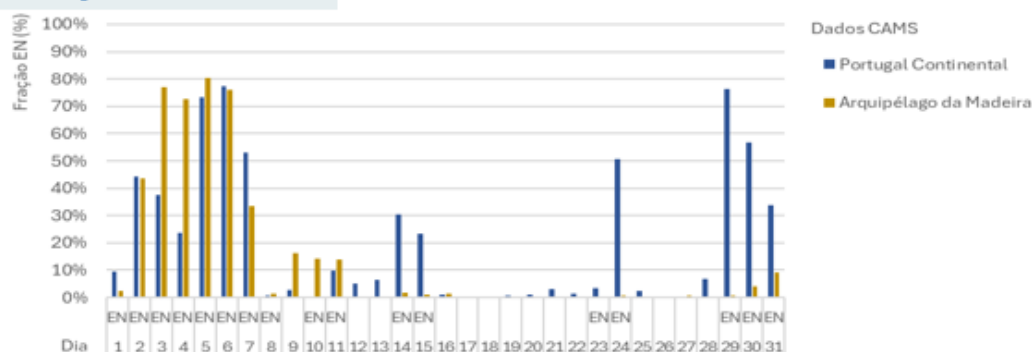
Concentrações de PM₁₀



Dias de Evento Natural



Fração de Evento Natural



Observações

Outubro de 2024 caracterizou-se por ser um mês quente e chuvoso. Ocorreram cinco episódios de evento natural, que originaram concentrações de PM₁₀ elevadas, ultrapassando o valor limite diário em estações rurais de fundo. No início do mês destacam-se as concentrações elevadas, na região dos Açores, atingindo os 43 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM₁₀ na estação rural de fundo do Faial, o que não é frequente ocorrer.

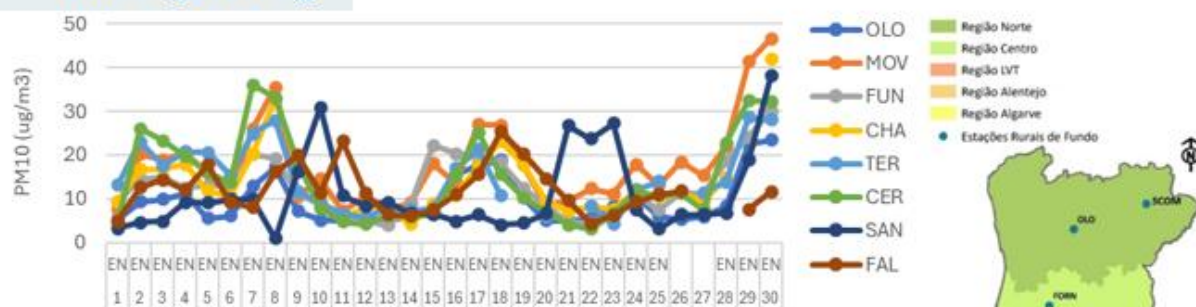
Episódios identificados entre os dias:

- 01 e 08,
- 10 e 11,
- 14 e 15,
- 23 e 24,
- 29 e 31.

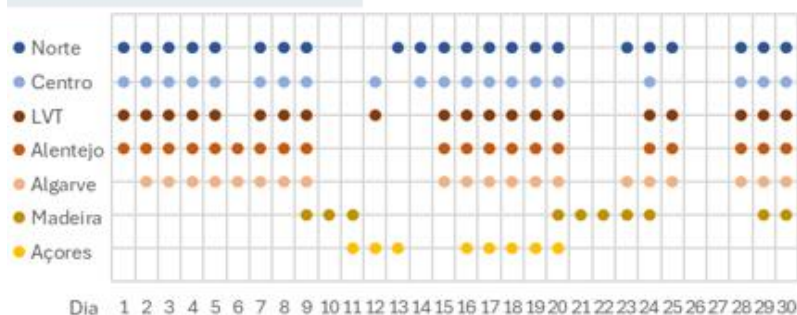
Figura 39. Representação das concentrações médias diárias de PM₁₀ medidas em estações rurais de fundo (em cima, expressas em $\mu\text{g}/\text{m}^3$), dos dias de evento natural identificados por região (ao meio) e do peso da fração mineral com origem nos desertos em locais rurais de fundo (dados CAMS, fração *dust* face à média diária de PM₁₀ expressa em %), no mês de outubro de 2024

NOVEMBRO

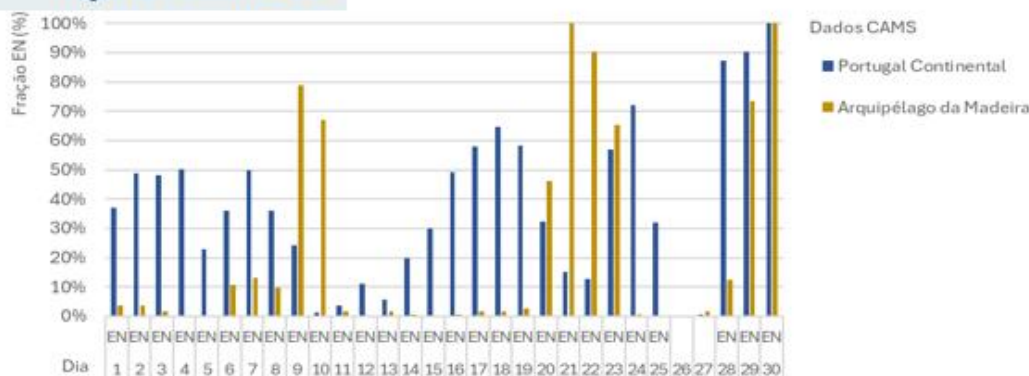
Concentrações de PM₁₀



Dias de Evento Natural



Fração de Evento Natural



Observações

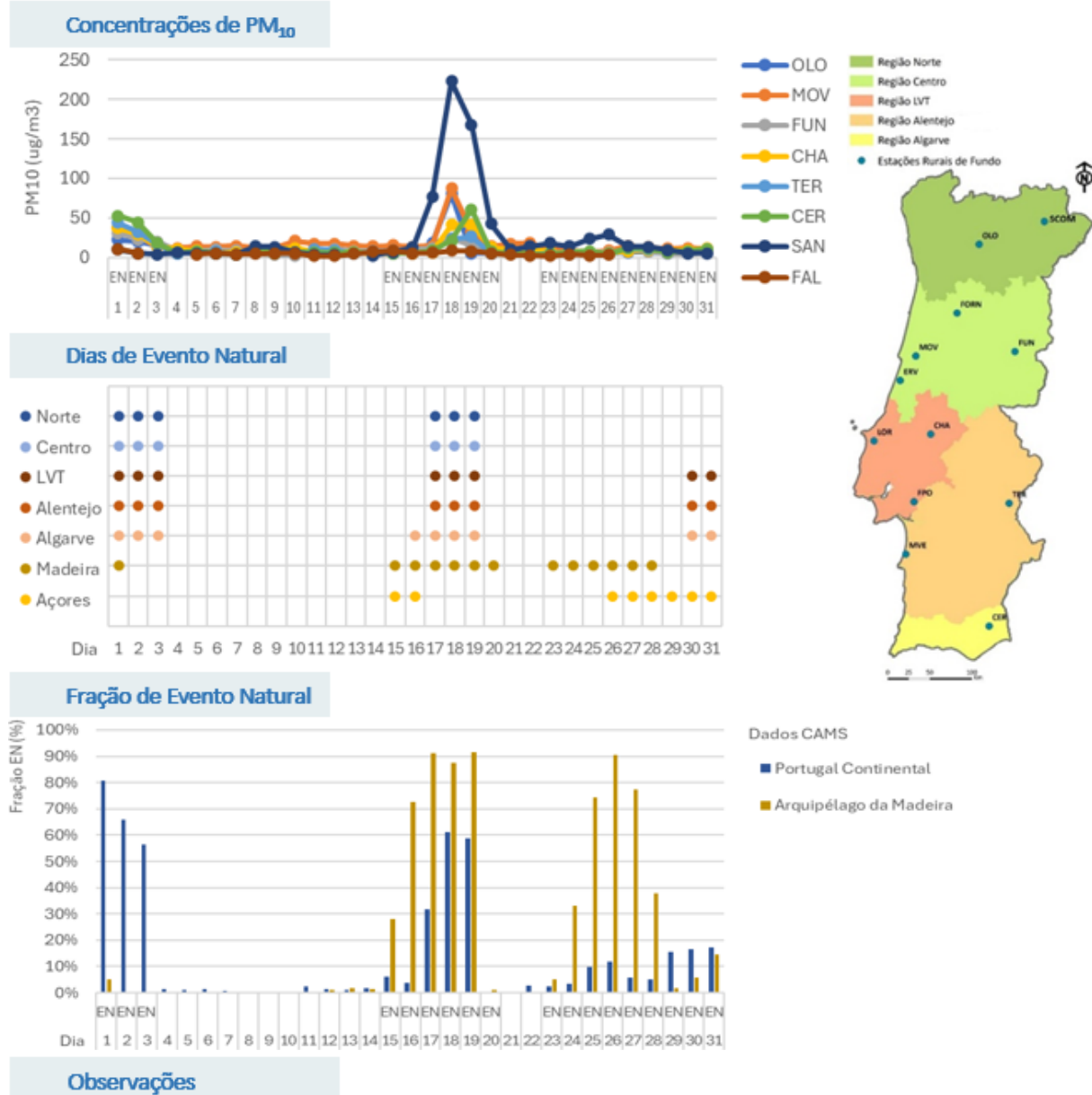
O mês de novembro de 2024 foi atípico, sendo classificado como extremamente quente e seco (o mais quente desde 2000), e contabilizando o maior número de dias de evento natural mensal deste ano – que decorreu durante 28 dias, representando 93% do mês.

Os episódios de transporte de poeiras com origem nos desertos foram organizados de acordo com as seguintes durações e abrangências:

- dias 01 a 09, em Portugal Continental, como continuação do episódio do final do mês anterior,
- dias 09 a 11, na região da Madeira,
- dias 11 a 13, na região dos Açores,
- dias 12 a 25, em todo o território nacional,
- dias 28 a 30, em Portugal Continental e na região da Madeira, contribuindo para concentrações diárias de PM₁₀ próximas do valor limite, em estações rurais de fundo.

Figura 40. Representação das concentrações médias diárias de PM₁₀ medidas em estações rurais de fundo (em cima, expressas em $\mu\text{g}/\text{m}^3$), dos dias de evento natural identificados por região (ao meio) e do peso da fração mineral com origem nos desertos em locais rurais de fundo (dados CAMS, fração *dust* face à média diária de PM₁₀ expressa em %), no mês de novembro de 2024

DEZEMBRO



O mês de dezembro de 2024 foi classificado como quente e extremamente seco. Foram identificados vários episódios de eventos naturais neste mês. Os ocorridos no território continental foram de curta duração. Os episódios de transporte de poeiras com origem nos desertos foram organizados de acordo com as seguintes durações e abrangências:

- dias 01 a 03, em Portugal Continental e região da Madeira, como continuação do episódio do final do mês anterior, de elevada intensidade, contribuindo para a ultrapassagem do valor limite em locais rurais de fundo, tal como é o caso da estação do Cerro (CER), no Algarve, com 53 µg/m³ de PM₁₀, no dia 01/12/2024,
- dias 15 a 20, em todo o território nacional, destacando-se as concentrações extremamente elevadas atingidas na região da Madeira de 223 µg/m³ de PM₁₀, na estação rural de fundo de Santana (SAN), no dia 18/12/2024, e também no território continental, por exemplo, nas regiões Norte e Centro, com concentrações elevadas de PM₁₀ registadas na estação de Montemor-o-Velho (MOV) com 87 µg/m³, no mesmo dia, ou em Douro Norte (OLO) com 80 µg/m³ de média diária de PM₁₀,
- dias 23 a 28, na região da Madeira,
- dias 26 a 31 na região dos Açores.

Figura 41. Representação das concentrações médias diárias de PM₁₀ medidas em estações rurais de fundo (em cima, expressas em µg/m³), dos dias de evento natural identificados por região (ao meio) e do peso da fração mineral com origem nos desertos em locais rurais de fundo (dados CAMS, fração *dust* face à média diária de PM₁₀ expressa em %), no mês de dezembro de 2024