

IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DA OCORRÊNCIA DE EVENTOS NATURAIS EM PORTUGAL EM 2017

Relatório Anual

Julho 2018

Título/ Âmbito	IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DA OCORRÊNCIA DE EVENTOS NATURAIS EM PORTUGAL EM 2017 Relatório Anual
Data	Julho 2018
APA	Agência Portuguesa do Ambiente 
NOVA.ID.FCT	Associação para a Inovação e Desenvolvimento da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa 
Equipa	Francisco Ferreira (Coordenação) Joana Monjardino (Equipa técnica) Luísa Mendes (Equipa técnica)

Índice

1	Introdução	5
2	Enquadramento	6
2.1	<i>Tipologia de eventos naturais</i>	6
2.1.1	<i>Aspetos gerais</i>	6
2.1.2	<i>Eventos naturais na Península Ibérica</i>	7
2.2	<i>Enquadramento legislativo</i>	9
2.3	<i>Eventos naturais no contexto Ibérico: desenvolvimento de uma metodologia conjunta</i>	11
3	Metodologia	13
3.1	<i>Aspetos gerais e secções geográficas de análise</i>	13
3.2	<i>Identificação de eventos naturais</i>	13
3.3	<i>Quantificação da influência de eventos naturais nas concentrações de partículas em suspensão</i>	16
3.4	<i>Eficiência das estações de monitorização da qualidade do ar</i>	19
4	Identificação dos dias de eventos naturais em 2017	20
5	Aplicação da metodologia de desconto das contribuições de origem natural às concentrações de PM₁₀ em 2017	28
5.1	<i>Eficiência das estações de monitorização da qualidade do ar em 2017</i>	28
5.2	<i>Influência dos eventos naturais nas excedências aos valores limite de PM₁₀ em 2017</i> 30	
6	Conclusões	36
7	Referências bibliográficas	37

Índice de Figuras

Figura 1. Localização da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT)	6
Figura 2. Representação da localização geográfica dos desertos do Norte de África Sahara e Sahel	7
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>)....	9
Figura 4. Secções de identificação da intrusão de ar na Península Ibérica e Arquipélagos	12
Figura 5. Fontes de informação utilizadas na identificação da ocorrência de eventos naturais em Portugal - exemplo: dia 20/06/2017, a) BSC-DREAM8b, b) SKIRON, c) HYSPLIT, d) Concentrações de PM ₁₀ , e) NAAPS Dust e Smoke, f) LIDAR.....	15
Figura 6. Regiões e estações rurais de fundo representativas utilizadas para a quantificação da contribuição de eventos naturais em Portugal em 2017.....	17
Figura 7. Distribuição do número de dias de evento natural por ano.....	23
Figura 8. Distribuição do número de dias de evento natural por região em 201.....	23
Figura 9. Distribuição do número de dias de evento natural, por região e mês, em 2017	24
Figura 10. Distribuição do número de episódios de ocorrência de evento natural de acordo com a sua duração em 2017	24
Figura 11. Dias coincidentes de ocorrência de eventos naturais e incêndios em Portugal Continental em 2017.....	25
Figura 12. Exemplo de dia com ocorrência de evento natural (esquerda) e incêndios florestais (direita) em Portugal (16 de outubro de 2017) e concentrações de PM ₁₀ na região Centro (em baixo).....	26
Figura 13. Número de estações de monitorização de qualidade do ar que tiveram uma eficiência anual acima e abaixo dos 85%, por região, em 2017	30
Figura 14. Número de dias em excedência ao valor limite diário de PM ₁₀ , por estação, antes e após o desconto da fração devida a evento natural, em 2017 (estações com eficiência ≥85%)	34
Figura 15. Média anual de PM ₁₀ , por estação, antes e após o desconto da fração devida a evento natural, em 2017 (estações com eficiência ≥85%)	34
Figura 16. Contribuição média da fração natural para a média anual de PM ₁₀ , por zona, em 2017 (calculado com base nas estações com eficiência ≥85%)	35

Índice de Tabelas

Tabela 1. Tipologias de eventos naturais (tipo, período de ocorrência, origem e condições meteorológicas).....	9
Tabela 2. Objetivos ambientais estabelecidos para a proteção da saúde humana para PM ₁₀ definidos no Decreto-Lei n.º 102/2010.....	10
Tabela 3. Zonas Ibéricas selecionadas para a identificação de ocorrência de eventos naturais	12
Tabela 4. Identificação de episódios de intrusão de poeiras provenientes do Norte de África no ano de 2017 (datas de ocorrência por região).....	21
Tabela 5. Eficiência anual das medições de partículas PM ₁₀ nas estações de monitorização da qualidade do ar em 2017 (%)	28
Tabela 6. Verificação da situação de excedência ao valor limite diário (VLD) de PM ₁₀ antes e após a aplicação da metodologia de desconto da contribuição devida a eventos naturais, em 2017.....	31
Tabela 7. Verificação da situação de excedência ao valor limite anual (VLA) de PM ₁₀ antes e após a aplicação da metodologia de desconto da contribuição devida a eventos naturais, em 2017.....	32

1 Introdução

O presente documento consiste no relatório anual relativo à identificação e avaliação de eventos naturais ocorridos em Portugal, no ano de 2017.

O transporte a longa distância de poeiras com origem em regiões áridas, 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. Estes fenómenos podem conduzir a excedências ao valor limite diário legislado de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

A avaliação da contribuição de poluentes provenientes de fontes naturais, nos níveis de qualidade do ar, está prevista pelo enquadramento legal nacional e comunitário (no Decreto-Lei n.º 102/2010 e na Diretiva 2008/50/CE, respetivamente, diplomas estes 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 massas de ar com partículas em suspensão com origem nos desertos do Norte de África.

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 em épocas de chuvas torrenciais. 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.

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.

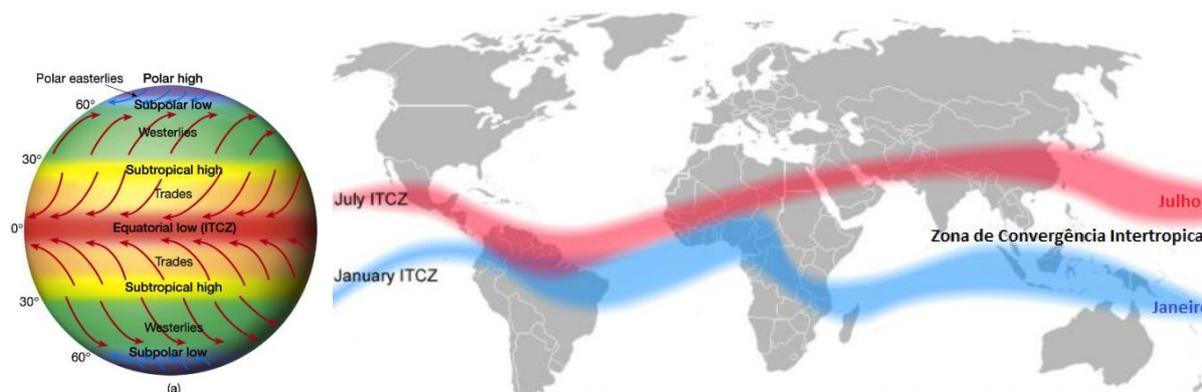


Figura 1. Localização da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT)

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 lavagem 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 o Norte de África encontra-se mais frio, 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 na zona Mediterrânica (a níveis superficiais da atmosfera):
 - esta situação conduz à formação de uma massa de poeira, bem definida e com forma convexa, que gira 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 Norte Africano 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 baixa térmica Norte Africana, fazendo deslocar o anticiclone Norte Africano 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, no que diz respeito aos causados por sistemas ciclónicos atlânticos, 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	<ul style="list-style-type: none"> Intrusão de partículas inibida Eventos de partículas ocorrem somente nas áreas do Sul (Península Ibérica)
Eventos secos	Fevereiro – Março	<ul style="list-style-type: none"> 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	<ul style="list-style-type: none"> 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	<ul style="list-style-type: none"> Origem de material particulado do Sahara Movimentação intensa de partículas Situação de anticiclone (Mediterrâneo e Norte de África)
Chuvas vermelhas & Eventos secos	Setembro - Outubro	<ul style="list-style-type: none"> Movimentação de partículas do Sahara para o Sahel Situação de baixa pressão (SO Portugal) e/ou anticiclone (Mediterrâneo e Norte de África)

Fonte: Querol *et al*, 1999

2.2 Enquadramento legislativo

O Decreto-Lei n.º 102/2010 (alterado pelo Decreto-Lei n.º 43/2015 e posteriormente pelo Decreto-Lei n.º 47/2017) 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) Percentil 90,4*
		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

VL: valor limite; **NAT:** Avaliação da contribuição natural (não sendo necessário comunicar dados atualizados); *É avaliado usando o 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.

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.

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.

As Comissões de Coordenação e Desenvolvimento Regional (CCDR) devem elaborar listas das zonas e aglomerações 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, encorajando os Estados-Membros a implementar determinadas metodologias e a apresentar sob a forma de um relatório anual a documentação completa dos episódios identificados, sendo esse o caso do presente documento.

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

Relativamente à avaliação dos eventos com origem nos desertos Norte Africanos, e do seu impacto nas concentrações de PM₁₀, tem vindo a ser aplicada uma metodologia conjunta 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, em Portugal, são habitualmente disponibilizados no sítio *on-line* da APA³.

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 PM₁₀;
- avaliar a situação de conformidade legal das estações de monitorização da qualidade do ar relativamente ao cumprimento dos valores limite de PM₁₀ (diário e anual), antes e após a aplicação da metodologia de desconto das contribuições de origem natural.

A intrusão de ar carregado de poeiras provenientes das regiões áridas Norte-africanas é caracterizada por uma grande dimensão espacial, sendo a sua avaliação efetuada para todo o domínio da Península Ibérica. A ocorrência deste fenómeno é avaliada em secções geográficas, atribuídas a Portugal e Espanha, cabendo a cada país a análise das secções do seu território, representadas na Figura 4.

A Portugal, cabe o tratamento de dados das secções NW (utilizando os dados disponibilizados pela CCDR Norte), W (com os dados da CCDR Centro e CCDR LVT), SW (com os dados da CCDR Alentejo) e Madeira (com os dados da SRARN/DROTA da Madeira), cabendo a Espanha o cálculo das regiões NW (partilhada com Portugal), N, NE, Centro, Levante, Baleares, SW (partilhada com Portugal), SE e Canárias, tal como se representa na Tabela 3.

³Disponível em: www.apambiente.pt, Políticas > Ar > Qualidade do Ar Ambiente > Partículas em Suspensão.

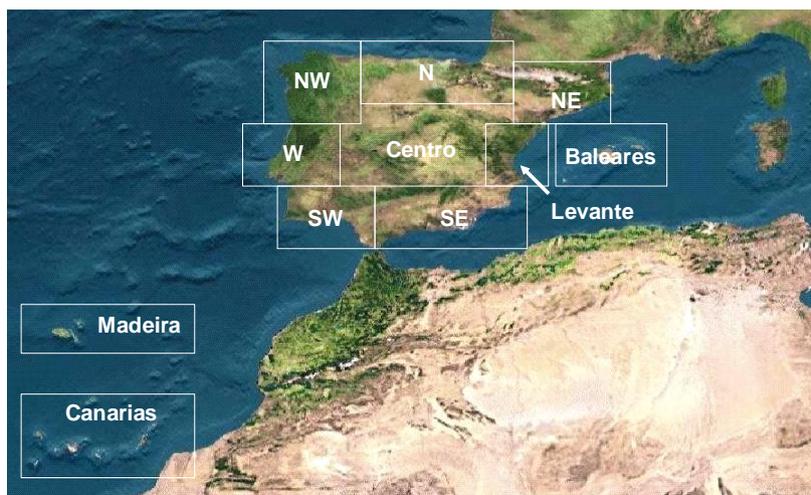


Figura 4. Secções de identificação da intrusão de ar na Península Ibérica e Arquipélagos

Tabela 3. Zonas Ibéricas seleccionadas para a identificação de ocorrência de eventos naturais

Zona	Espanha	Portugal
NW	Galicia, Asturias, Noroeste de Castilla y León	Região Norte
N	Cantabria, País Vasco, La Rioja	-
NE	Navarra, Aragón, Cataluña	-
W	-	Região Lisboa e Vale do Tejo e Região Centro
Centro	Resto da Extremadura, Castilla la Mancha, Comunidad de Madrid, Castilla León	-
Levante	Comunidade Valenciana até ao delta do Ebro	-
Baleares	Baleares (Arquipélago)	-
SW	Andaluzia Occidental, Sul da Extremadura	Região Algarve e Região Alentejo
SE	Andaluzia Oriental, Murcia	-
Canárias	Canárias (Arquipélago)	-
Madeira	-	Madeira (Arquipélago)

3 Metodologia

3.1 Aspetos gerais e secções geográficas de análise

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:

- os dias de ocorrência de intrusão de ar proveniente do Norte de África são identificados e assinalados para cada região do país, recorrendo-se a um conjunto de ferramentas para o efeito;
- 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 antropogénica⁴. 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);
- após a identificação dos dias em que ocorreu intrusão de ar carregado com partículas provenientes do Norte de África, a contribuição do evento em Portugal é quantificada em cada região.

3.2 Identificação de eventos naturais

A identificação dos dias de evento natural é efetuada anualmente pela APA e tem sido baseada na metodologia descrita por Querol *et al* (2010). Para tal, utiliza-se uma combinação da informação dada por diversas fontes (representadas na Figura 5), nomeadamente:

- a) Modelos **BSC-DREAM8b**⁵ e **NMMB/BSC-Dust**⁶ **BSC Dust Daily Forecast** e Modelo **SKIRON Dust**⁷: 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**⁸: indicam a proveniência e o percurso da massa de ar no local das estações de monitorização, a vários níveis de altitude (por exemplo a 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

⁴ Na região Centro, devido às especificidades das zonas Centro Litoral e Centro Interior, tem-se utilizado uma estação rural de fundo de cada uma destas zonas, perfazendo um total de duas estações representativas na região Centro.

⁵ BSC-DREAM8b: <http://www.bsc.es/ESS/bsc-dust-daily-forecast>.

⁶ NMMB/BSC-Dust: <http://www.bsc.es/ESS/bsc-dust-daily-forecast>.

⁷ SKIRON Dust: <http://forecast.uoa.gr/dustindx.php>.

⁸ HYSPLIT (Hybrid Single-Particle Lagrangian Integrated Trajectory): http://ready.arl.noaa.gov/HYSPLIT_traj.php.

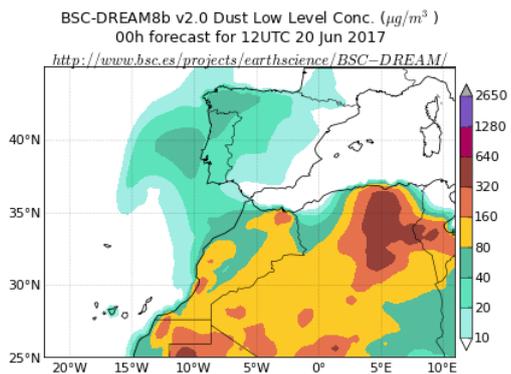
mais reduzidas de partículas em suspensão para se poder identificar a contribuição da fração natural);

- c) Produtos **NAAPS** Global Aerosol Model⁹: fornece informação relativa à ocorrência de poeiras, sulfatos e incêndios;
- d) Imagens **LIDAR**¹⁰: nos casos de dúvida, em que a informação dada pelas restantes ferramentas se revela insuficiente, é possível analisar o perfil vertical da atmosfera, em datas específicas, verificando-se a existência de aerossol troposférico de origem natural;
- e) **Concentrações** medidas nas estações de monitorização da qualidade do ar¹¹ 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).

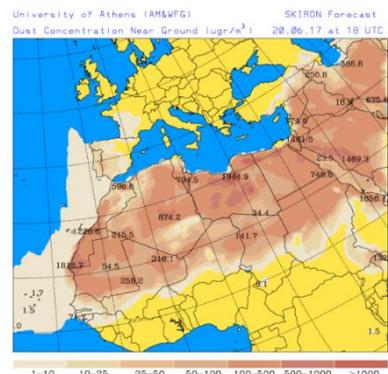
⁹ NAAPS (Navy Aerosol Analysis and Prediction System) - NRL/Monterey: <https://www.nrlmry.navy.mil/aerosol/#currentaerosolmodeling>.

¹⁰ LIDAR (Light Detection And Ranging): https://www-calipso.larc.nasa.gov/products/lidar/browse_images/show_calendar.php.

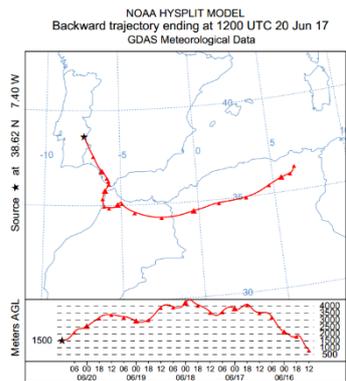
¹¹ QUALAR/Downloads: <http://qualar.apambiente.pt/index.php?page=6>.



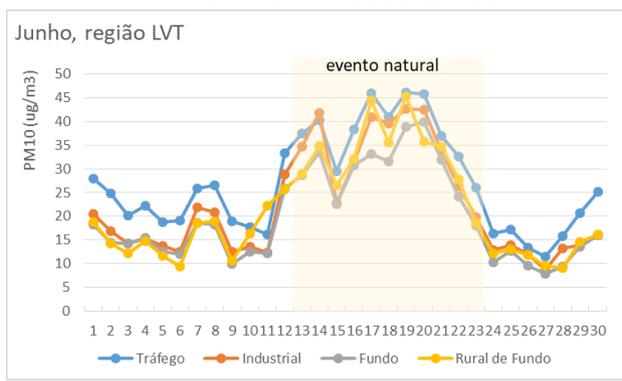
a)



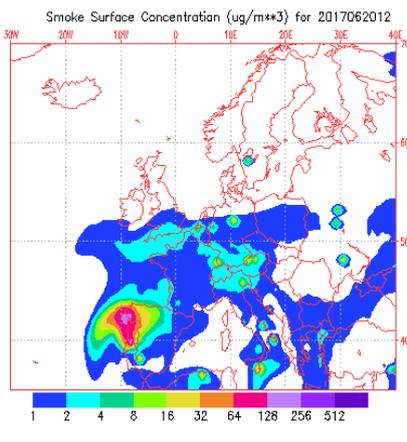
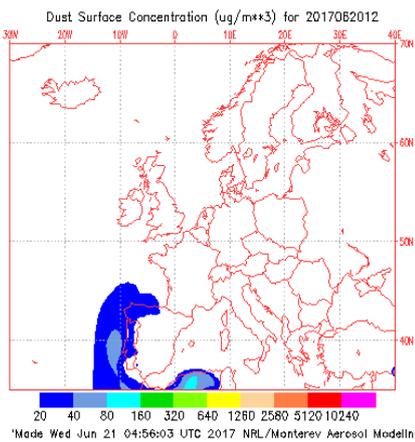
b)



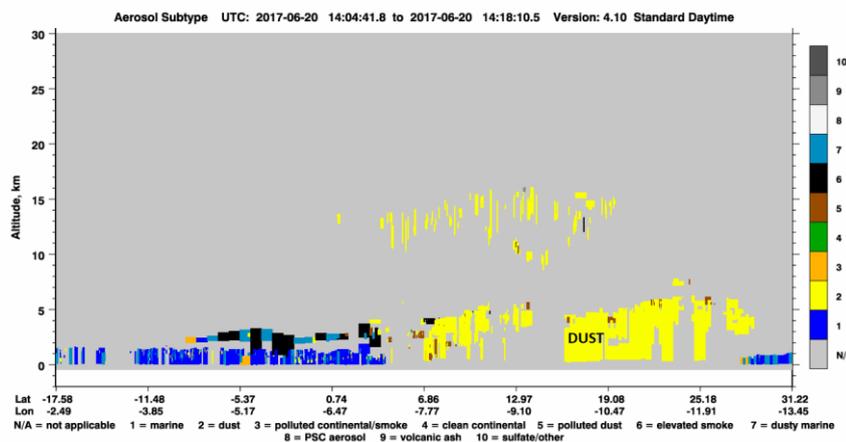
c)



d)



e)



f)

Figura 5. Fontes de informação utilizadas na identificação da ocorrência de eventos naturais em Portugal - exemplo: dia 20/06/2017, a) BSC-DREAM8b, b) SKIRON, c) HYSPLIT, d) Concentrações de PM₁₀, e) NAAPS Dust e Smoke, f) LIDAR

3.3 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 carregado com partículas provenientes do Norte de África, a contribuição do evento natural em Portugal é quantificada por região. A metodologia de cálculo da contribuição das PM_{10} de origem natural, que tem sido aplicada a nível nacional, é baseada na indicada em Querol *et al* (2010).

Como ponto de partida, para cada uma das regiões em estudo, seleciona-se uma estação rural de fundo representativa. O objetivo é que a estação seja a mais remota possível em relação à influência de fontes de emissão antropogénicas e que, desta forma, apresente as concentrações mais reduzidas de partículas em suspensão para se poder identificar a contribuição da fração natural. Selecionaram-se as seguintes estações representativas, representadas na Figura 6:

- Douro Norte (OLO) na região Norte;
- Fundão (FUN) e Montemor-o-Velho (MOV)¹² na região Centro;
- Chamusca (CHA) na região de Lisboa e Vale do Tejo;
- Terena (TER) na região do Alentejo;
- Cerro (CER) na região do Algarve;
- Santana (SAN) na região da Madeira.

¹² Na região Centro, devido às especificidades das zonas Centro Litoral e Centro Interior, tem-se utilizado uma estação rural de fundo representativa de cada uma destas zonas (ao invés de apenas uma estação para toda a região Centro).

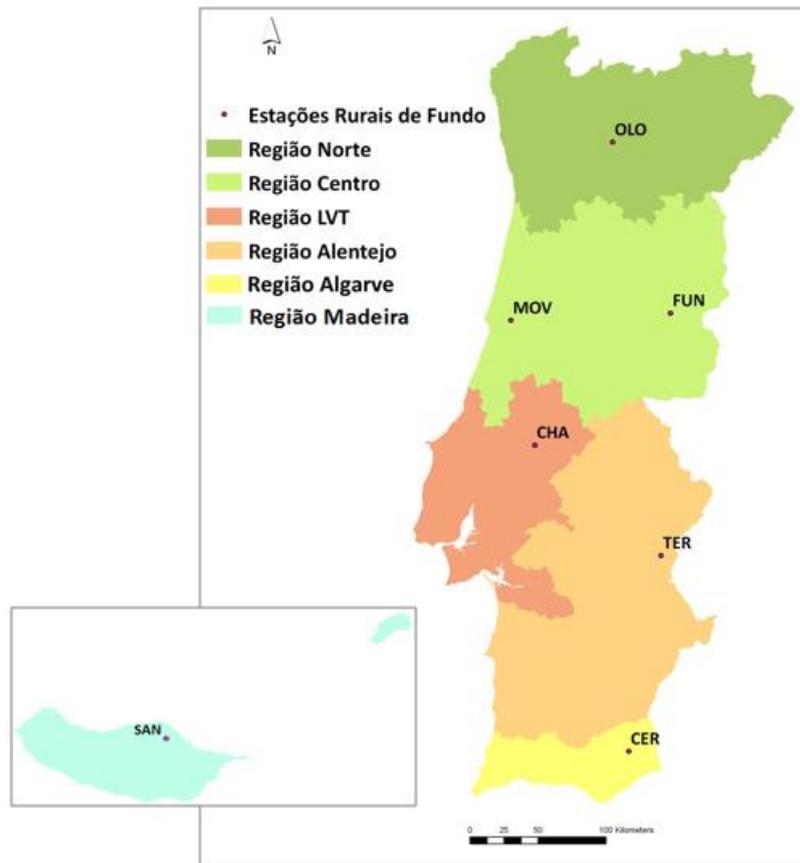


Figura 6. Regiões e estações rurais de fundo representativas utilizadas para a quantificação da contribuição de eventos naturais em Portugal em 2017

Os cálculos da contribuição da fração natural compreendem, resumidamente, as seguintes etapas:

- para cada dia identificado de evento natural, 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) – o Percentil 40¹³ está correlacionado com dias associados a advecção atlântica representando a fração de ar limpo;
- 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 rural de fundo representativa de cada região é posteriormente subtraída às concentrações médias diárias de todas as estações de cada região.

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 PM₁₀. 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.

¹³ Estudos realizados indicam que o percentil 40 reproduz adequadamente o valor das estações de fundo sob a influência de processos de advecção de ar atlântico (não contaminado) (Querol *et al.*, 2010; Escudero, 2007).

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 PM₁₀ 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. Nestes casos opta-se por não se aplicar o desconto da contribuição de evento natural;
- (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;
- (v) **especificidades regionais:**
 - a. **Região Centro** – a região Centro tem uma orografia determinante (principalmente marcada pela Cordilheira Central juntamente com os maciços das Serras de Caramulo e Montemuro), que influencia a dispersão dos poluentes, ocorrendo por vezes um desfasamento entre a intensidade do evento registado nas zonas Centro Litoral e Centro Interior. Analisando os coeficientes de correlação entre as concentrações da zona Centro Interior e da zona Centro Litoral verificam-se comportamentos distintos entre estas duas zonas. Por estes motivos, tem vindo a ser aplicada uma abordagem metodológica que trata as zonas 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 e a de Montemor-o-Velho para a zona Centro Litoral (em vez de se considerar apenas a do Fundão para avaliar toda a região Centro);
 - b. **Região Autónoma dos Açores (RAA)** – a RAA é representada pela estação de monitorização da qualidade do ar do Faial. No que diz respeito aos modelos utilizados para a identificação dos dias de ocorrência de evento natural, estes não dispõem de informação para esta região, uma vez que nenhum dos domínios disponíveis abrange a RAA. Contudo, verifica-se que os níveis de PM₁₀ registados no Faial são habitualmente muito reduzidos,

sendo que em 2017 esta estação foi a que apresentou a média anual de PM₁₀ mais baixa no país, de 5 µg/m³, e um máximo diário de 25 µg/m³, pelo que o acréscimo das poeiras dos desertos nas concentrações não trará impactes muito significativos para a saúde humana.

3.4 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 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. Assim é efetuada uma análise prévia às eficiências anuais das medições de PM₁₀ nas estações de monitorização.

A eficiência mínima legal (Decreto-Lei n.º 102/2010) a considerar para uma estação com medições fixas em contínuo é de 85%¹⁴, abaixo desse valor considera-se que as medições são indicativas. Para a análise da conformidade legal, nomeadamente ao nível da avaliação de situações de incumprimento dos valores limite, são consideradas as estações com esta eficiência mínima.

¹⁴ 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 eventos naturais em 2017

Os dias de evento natural (EN) identificados, de acordo com a metodologia descrita anteriormente, para o ano de 2017, encontram-se indicados na Tabela 4.

Em 2017 identificaram-se, no total, 165 dias de intrusão de massa de ar com origem africana sobre o território de Portugal Continental e Arquipélago da Madeira, valor bastante superior e destacado face a anos anteriores, tal como se pode observar na Figura 7.

**Tabela 4. Identificação de episódios de intrusão de poeiras provenientes do Norte de África no ano de 2017
(datas de ocorrência por região)**

Mês	Data	PT	N	C	LVT	AL	ALG	M	Mês	Data	PT	N	C	LVT	AL	ALG	M
Janeiro	01/01/2017	x	x	x	x			x	Maio	03/05/2017	x		x	x	x	x	
	02/01/2017	x				x	x	x		04/05/2017	x	x	x	x	x	x	
	03/01/2017	x			x	x	x			05/05/2017	x	x	x		x	x	
	04/01/2017	x	x	x	x	x	x	x		08/05/2017	x		x	x	x	x	
	05/01/2017	x	x	x	x	x	x	x		09/05/2017	x				x	x	
	06/01/2017	x		x		x	x	x		15/05/2017	x					x	
	07/01/2017	x						x		16/05/2017	x		x		x	x	
	08/01/2017	x						x		17/05/2017	x				x	x	
	09/01/2017	x						x		21/05/2017	x	x	x	x	x	x	
	13/01/2017	x						x		22/05/2017	x	x	x	x	x	x	
Fevereiro	15/02/2017	x					x		23/05/2017	x	x	x	x	x	x		
	16/02/2017	x	x	x	x	x	x	x	24/05/2017	x	x	x	x	x	x		
	17/02/2017	x	x	x	x	x	x	x	25/05/2017	x	x	x	x	x	x		
	18/02/2017	x	x	x	x	x	x	x	26/05/2017	x	x	x	x	x	x		
	19/02/2017	x		x					27/05/2017	x	x	x	x	x	x		
	20/02/2017	x					x		28/05/2017	x	x	x		x	x		
	21/02/2017	x			x	x	x		01/06/2017	x				x	x		
	22/02/2017	x	x	x	x	x	x	x	02/06/2017	x				x	x		
	23/02/2017	x	x	x	x	x	x	x	07/06/2017	x	x	x	x	x	x		
	24/02/2017	x	x	x	x	x	x	x	08/06/2017	x		x	x	x	x	x	
	25/02/2017	x	x	x		x	x		11/06/2017	x				x	x		
	26/02/2017	x					x		12/06/2017	x	x	x	x	x	x	x	
	Março	09/03/2017	x	x	x	x			x	13/06/2017	x	x	x	x	x	x	x
		10/03/2017	x	x	x	x	x	x	x	14/06/2017	x	x	x	x	x	x	x
11/03/2017		x	x	x	x	x	x	x	15/06/2017	x	x	x	x	x	x	x	
12/03/2017		x	x	x	x	x	x	x	16/06/2017	x	x	x	x	x	x	x	
15/03/2017		x				x	x		17/06/2017	x	x	x	x	x	x	x	
16/03/2017		x		x		x	x		18/06/2017	x	x	x	x	x	x	x	
17/03/2017		x	x	x	x	x	x		19/06/2017	x	x	x	x	x	x	x	
18/03/2017		x	x	x	x	x	x		20/06/2017	x	x	x	x	x	x	x	
19/03/2017		x	x	x	x	x	x	x	21/06/2017	x	x	x	x	x	x	x	
20/03/2017		x				x	x	x	22/06/2017	x	x	x	x	x	x	x	
30/03/2017		x			x	x	x		23/06/2017	x	x	x	x	x	x	x	
Abril		04/04/2017	x	x						24/06/2017	x	x	x		x	x	x
		09/04/2017	x			x		x		25/06/2017	x	x	x		x	x	x
		10/04/2017	x			x		x		26/06/2017	x						x
	11/04/2017	x		x	x	x	x		02/07/2017	x						x	
	12/04/2017	x	x	x	x	x	x		03/07/2017	x				x	x	x	
	13/04/2017	x	x	x	x	x	x		04/07/2017	x	x	x	x	x	x	x	
	17/04/2017	x						x	05/07/2017	x	x	x		x	x		
	18/04/2017	x	x	x	x	x	x	x	06/07/2017	x	x	x		x			
	19/04/2017	x	x	x	x	x	x	x	07/07/2017	x	x	x		x			
	20/04/2017	x		x	x	x	x	x	08/07/2017	x	x	x		x	x		
	21/04/2017	x			x	x	x	x	09/07/2017	x	x	x		x	x		
	22/04/2017	x		x	x	x	x	x	Julho	10/07/2017	x	x					
	23/04/2017	x		x	x	x	x	12/07/2017		x				x	x	x	
	24/04/2017	x	x	x	x	x	x	13/07/2017		x	x	x	x	x	x	x	
25/04/2017	x	x	x	x	x	x	14/07/2017	x		x	x	x	x	x	x		
26/04/2017	x				x	x	15/07/2017	x		x	x	x	x	x	x		
							16/07/2017	x		x	x	x	x	x	x		
							17/07/2017	x			x	x	x	x	x		
							18/07/2017	x			x	x	x	x	x		
							26/07/2017	x	x	x	x	x	x				

(Continua)

Legenda:

PT: Portugal (dia com ocorrência de evento natural em pelo menos uma região); N: região Norte; C: região Centro; LVT: região de Lisboa e Vale do tejo; AL: região do Alentejo; ALG: região do Algarve; M: região da Madeira. Dias de ocorrência de evento natural assinalados com "x".

(Continuação)

Mês	Data	PT	N	C	LVT	AL	ALG	M	Mês	Data	PT	N	C	LVT	AL	ALG	M	
Agosto	07/08/2017	x						x	Outubro	09/10/2017	x	x	x	x	x	x	x	
	08/08/2017	x						x		10/10/2017	x	x	x	x	x	x	x	
	09/08/2017	x						x		11/10/2017	x	x	x	x	x	x	x	
	10/08/2017	x					x	x		12/10/2017	x	x	x	x	x	x	x	
	11/08/2017	x	x	x	x	x	x	x		13/10/2017	x	x	x	x	x	x	x	
	12/08/2017	x	x	x	x	x	x	x		14/10/2017	x	x	x	x	x	x	x	
	13/08/2017	x	x	x	x	x	x	x		15/10/2017	x	x	x	x	x	x	x	
	14/08/2017	x				x	x	x		16/10/2017	x	x	x	x	x	x		
	15/08/2017	x					x	x		17/10/2017	x		x			x	x	
	17/08/2017	x						x		x	24/10/2017	x				x		x
	18/08/2017	x								x	25/10/2017	x	x	x	x	x	x	x
	20/08/2017	x	x	x	x	x	x	x			26/10/2017	x	x	x	x	x	x	x
	21/08/2017	x	x	x	x	x	x	x			27/10/2017	x	x	x	x	x	x	
	22/08/2017	x		x	x	x	x				28/10/2017	x	x	x	x	x	x	x
	23/08/2017	x				x	x	x			29/10/2017	x						x
	28/08/2017	x	x	x							30/10/2017	x						x
	29/08/2017	x	x	x							31/10/2017	x				x	x	x
Setembro	01/09/2017	x					x		Novembro	01/11/2017	x			x	x	x	x	
	02/09/2017	x	x	x	x	x	x			21/11/2017	x	x					x	
	03/09/2017	x	x	x	x	x	x			22/11/2017	x	x	x	x	x	x	x	
	07/09/2017	x						x		23/11/2017	x	x	x	x	x	x		
	08/09/2017	x						x		24/11/2017	x	x	x	x	x	x		
	13/09/2017	x						x		25/11/2017	x	x	x	x	x	x	x	
	23/09/2017	x		x	x	x	x			26/11/2017	x		x	x	x	x	x	
	24/09/2017	x		x	x	x	x			27/11/2017	x	x	x	x	x	x		
	27/09/2017	x	x	x	x	x	x	x		28/11/2017	x	x	x	x	x	x		
	28/09/2017	x	x	x	x	x	x	x		29/11/2017	x		x					
29/09/2017	x	x	x	x	x	x		Dezembro	04/12/2017	x						x		
									05/12/2017	x		x	x	x	x	x		
									06/12/2017	x	x	x	x	x	x	x		
									07/12/2017	x	x	x	x	x	x	x		
									08/12/2017	x	x	x	x	x	x	x		
									09/12/2017	x		x	x	x	x			
									19/12/2017	x			x	x	x			
								20/12/2017	x				x	x	x	x		
N.º total de dias de evento natural											165	95	113	108	130	137	90	

Legenda:

PT: Portugal; N: região Norte; C: região Centro; LVT: região de Lisboa e Vale do tejo; AL: região do Alentejo; ALG: região do Algarve; M: região da Madeira. Dias de ocorrência de evento natural assinalados com "x".

Em 2017 os episódios de eventos naturais ocorreram em 45% dos dias do ano, o que representou um aumento significativo face aos 28% que ocorreram, em média, durante o período compreendido entre 2009 e 2016 (Figura 7). A mesma tendência foi registada na análise efetuada para o restante território da Península Ibérica, tendo-se identificado a ocorrência de eventos naturais em 42% do ano de 2017, em Espanha (Perez, 2018), nas zonas contíguas a Portugal Continental (Noroeste, Centro e Suroeste).

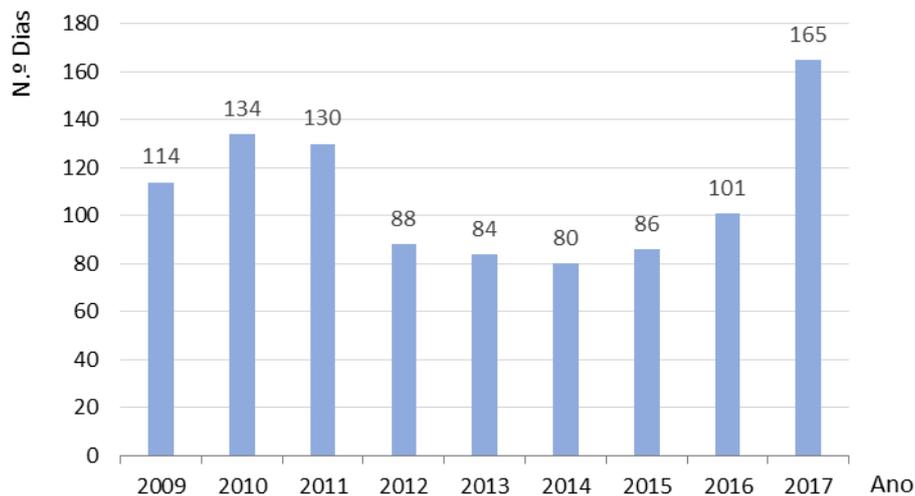


Figura 7. Distribuição do número de dias de evento natural por ano

O número de dias com intrusões africanas foi mais elevado nas regiões a sul decrescendo para as regiões mais a norte de Portugal Continental (Figura 8).

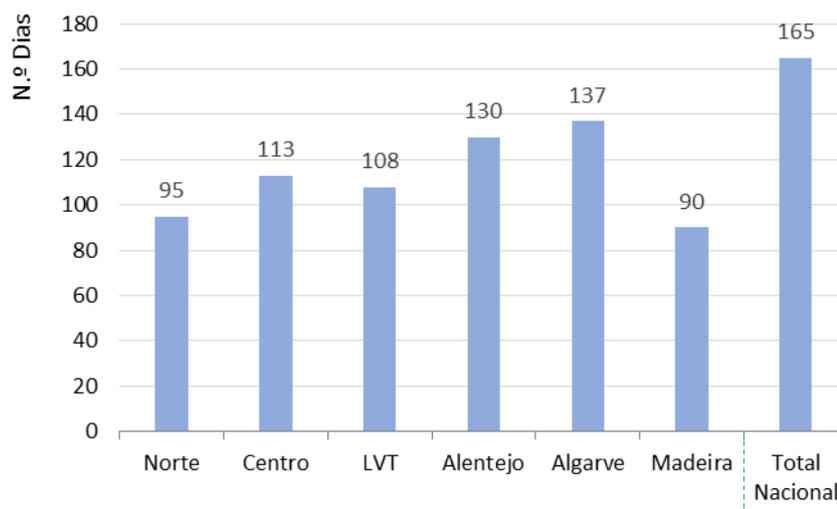


Figura 8. Distribuição do número de dias de evento natural por região em 2017

No que diz respeito à distribuição da ocorrência de eventos naturais por mês do ano apresenta-se a Figura 9. Verifica-se que, em 2017, se registaram eventos naturais em todos os meses, sendo que os mais afetados foram os de maio a junho e outubro.

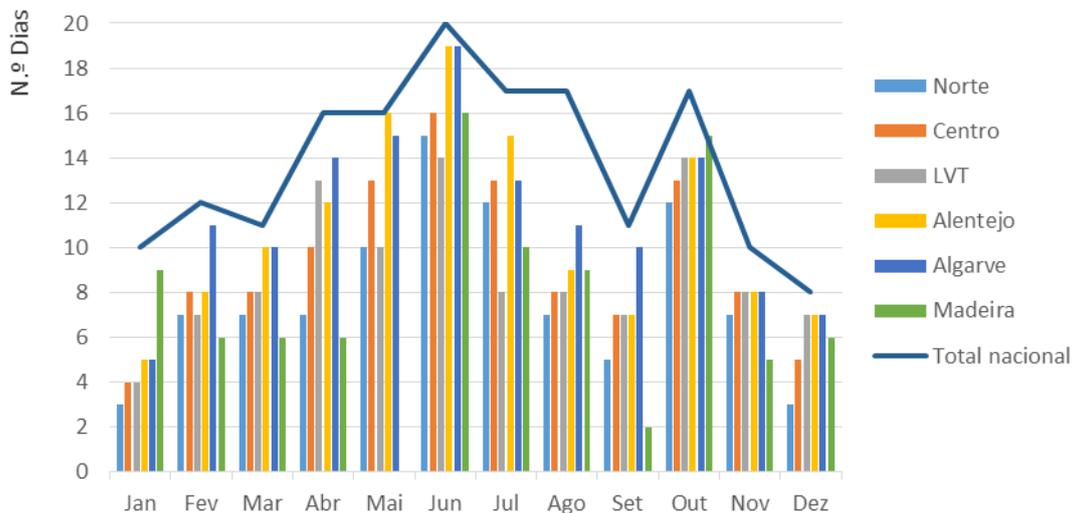


Figura 9. Distribuição do número de dias de evento natural, por região e mês, em 2017

Em 2017, os 165 dias de EN ocorreram distribuídos por 33 episódios. A duração média dos episódios foi de cinco dias. Neste ano, a duração mais frequente deste tipo de fenómeno natural foi de dois e de nove dias, tal como representa a Figura 10.

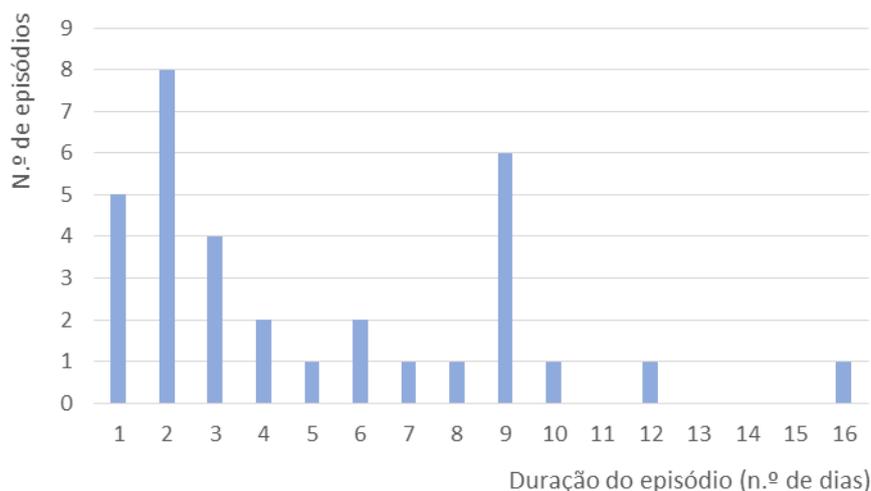


Figura 10. Distribuição do número de episódios de ocorrência de evento natural de acordo com a sua duração em 2017

O ano de 2017 foi atípico no que diz respeito à elevada ocorrência de eventos naturais, não só em termos absolutos, como na sua distribuição e persistência ao longo de todo o ano. Este ano foi caracterizado por um conjunto de situações meteorológicas extremas, em linha com os resultados obtidos. De acordo com o boletim climatológico anual (IPMA, 2018) o ano de 2017, em Portugal Continental, classificou-se como extremamente quente e extremamente seco (ver Caixa). Destacam-se eventos relevantes, tais como:

- tempo extremamente quente em abril, junho e outubro;
- seca meteorológica entre abril e dezembro;
- época de incêndios florestais muito severa.

As condições sinóticas foram neste ano, de um modo geral, mais propícias à ocorrência de eventos naturais, coincidindo os meses de extremos meteorológicos com episódios de advecção de poeiras dos desertos. Os incêndios florestais ocorridos contribuíram também para um acréscimo das concentrações de PM_{10} podendo conduzir a uma sobrestimativa da fração de origem natural, a efetuar na secção seguinte (5. *Aplicação da metodologia de desconto das contribuições de origem natural às concentrações de PM_{10}*).

Efetuada uma análise comparativa entre os dias de evento natural de poeiras, previamente identificados, e os dias em que a ocorrência de incêndios afetou o território de Portugal Continental (consultando as imagens relativas ao modo *smoke*¹⁵) em simultâneo, verifica-se que estes coincidiram em 83% (Figura 11). A Figura 12 representa um dos exemplos de ocorrência de incêndio e evento natural (a 16 de outubro de 2017) e dos elevados níveis de PM_{10} registados em estações de monitorização do tipo Rural de Fundo na região Centro. Neste caso, as concentrações deste poluente são significativamente influenciadas pela ocorrência do incêndio, afetando os cálculos dos descontos da fração de origem natural.

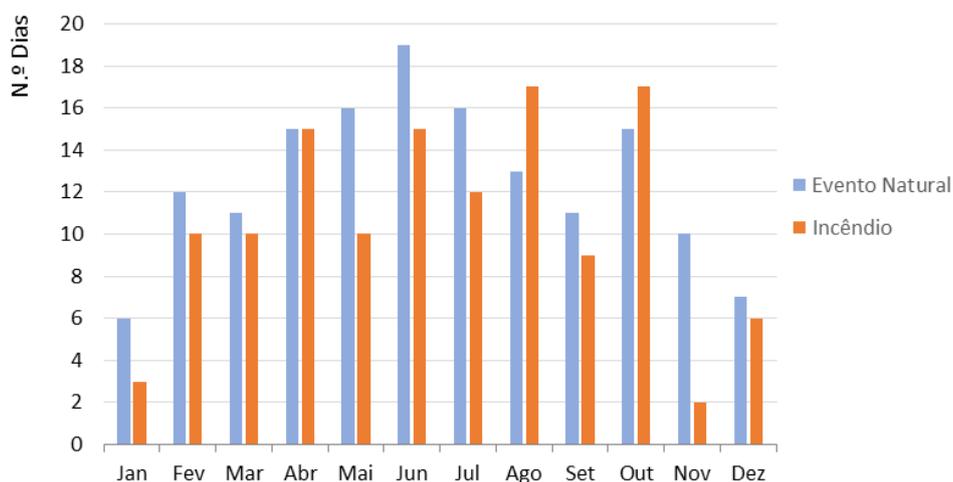


Figura 11. Dias coincidentes de ocorrência de eventos naturais e incêndios em Portugal Continental em 2017

¹⁵ Fonte: NAAPS-NRL/Monterey: <https://www.nrlmry.navy.mil/aerosol/#currentaerosolmodeling>. Nesta avaliação indicativa, foram contabilizados incêndios de fraca intensidade e também incêndios com origem em Espanha mas cuja pluma afetou o território de Portugal Continental.

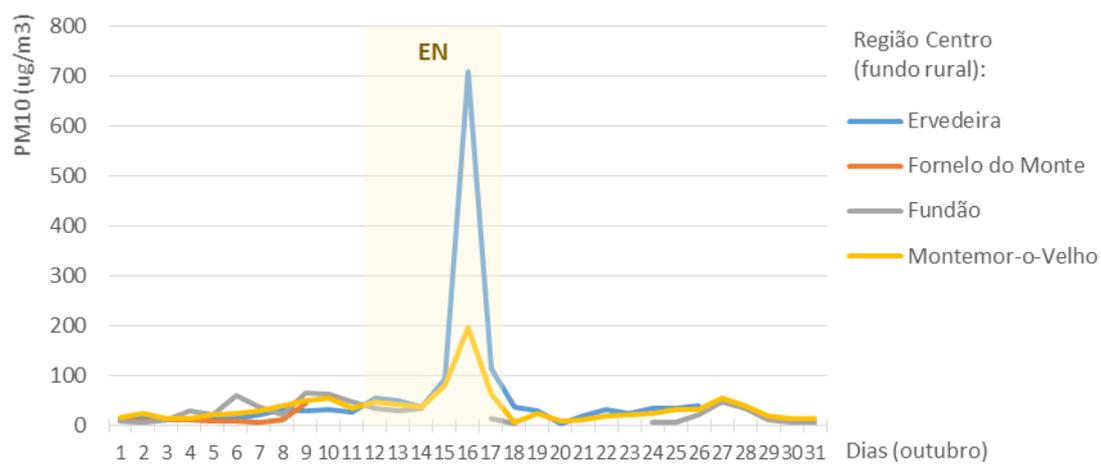
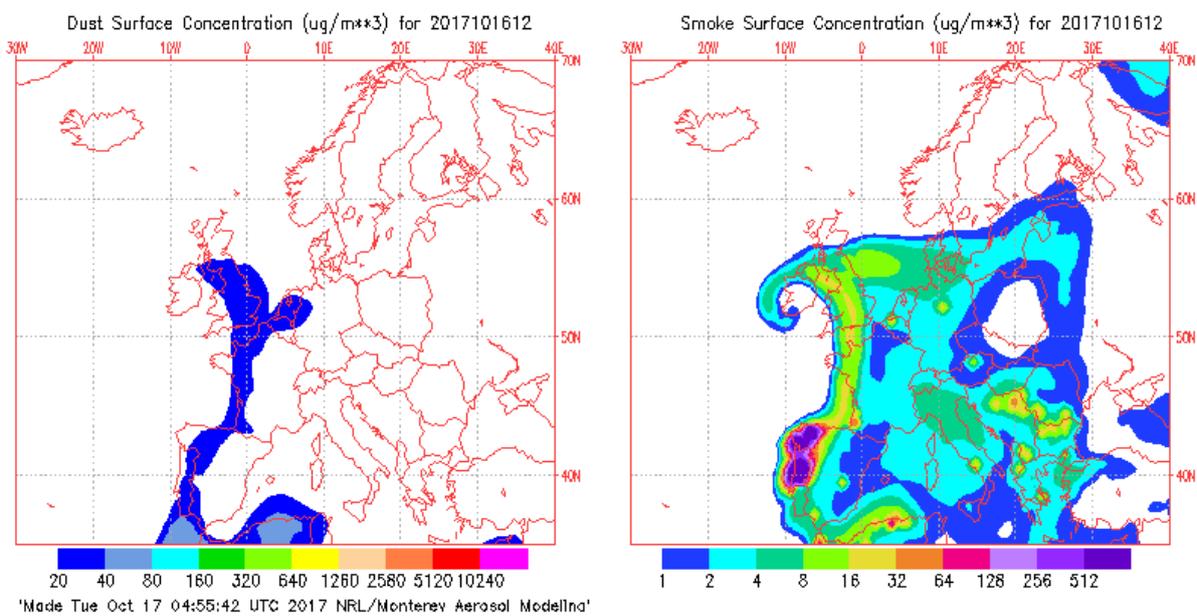


Figura 12. Exemplo de dia com ocorrência de evento natural (esquerda) e incêndios florestais (direita) em Portugal (16 de outubro de 2017) e concentrações de PM₁₀ na região Centro (em baixo)

Aspetos meteorológicos relevantes relativos a 2017 (Fonte: IPMA, 2018):

Em 2017, a temperatura máxima do ar em Portugal continental foi superior ao normal em todos os meses do ano e, em particular, nos meses de abril, maio, junho e outubro, em que se verificaram anomalias superiores ou iguais a 4 °C. Em relação à distribuição espacial da temperatura média do ar, verificou-se que as anomalias foram superiores ao normal em todo o território destacando-se as regiões do interior Norte, Centro e Alto Alentejo. Ocorreram 7 ondas de calor:

- 2 na primavera (1 em abril e 1 em maio),
- 2 no verão (1 em junho, 1 em julho) e
- 3 no outono (2 em outubro e 1 em novembro).

O valor médio de precipitação total anual (541 mm) em 2017 foi o 3º mais baixo desde 1931, correspondendo a cerca de 60% do valor normal. O período de abril a setembro 2017 (semestre seco) foi extremamente seco. No início do novo ano hidrológico (outubro 2017) o défice de precipitação acentuou-se, verificando-se em outubro e novembro valores de precipitação muito inferiores ao normal. O período, de abril a novembro, foi o mais seco desde 1931 (precipitação cerca de 30% do normal). A situação de seca de 2017 distingue-se de outros anos, pois as classes de maior severidade iniciam-se mais tarde - final de junho - verificando-se um agravamento significativo no outono, enquanto que noutros anos ocorre um forte desagravamento das classes de seca severa e extrema entre setembro e outubro.

Durante o período de abril a outubro a conjugação de valores de precipitação muito inferiores ao normal e valores de temperatura muito acima do normal, em particular da temperatura máxima, teve como consequência a ocorrência de valores altos de evapotranspiração e valores significativos de défices de humidade do solo.

Estas condições propiciaram ainda uma época de incêndios florestais muito severa e longa. Os valores acumulados mensais da taxa diária de severidade, para o período de 1 de julho a 31 de outubro, foram os mais altos desde que há registos. As áreas ardidas excederam os 440 000 ha (fonte: ICNF), totalizando um novo recorde, mesmo em comparação com as épocas de incêndios mais severas de 2003 e 2005. A região Centro de Portugal continental foi a mais afetada com ocorrência de incêndios extensos (> 1 000 ha) nomeadamente nos períodos:

- 16 a 21 de junho,
- 16 a 18 de julho,
- 23 a 26 de julho,
- 9 a 19 de agosto,
- 23 a 27 de agosto,
- 5 a 9 de setembro e
- 12 a 15 de outubro.

Durante esses períodos, as condições meteorológicas associadas foram extremamente favoráveis à propagação do fogo e muito adversas ao seu combate. Na maior parte das regiões os valores do FWI (*Fire Weather Index*) foram superiores ao percentil 90.

5 Aplicação da metodologia de desconto das contribuições de origem natural às concentrações de PM₁₀ em 2017

5.1 Eficiência das estações de monitorização da qualidade do ar em 2017

Tal como referido anteriormente (na secção 3.4), 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.

A Tabela 5 apresenta a eficiência anual das medições de PM₁₀ nas estações das zonas e aglomerações no ano de 2017. As estações com medição fixa devem apresentar uma eficiência anual de, pelo menos, 85% (as eficiências abaixo deste valor encontram-se assinaladas a vermelho). Para a análise da conformidade legal (verificação do cumprimento dos valores limite) apenas são consideradas as estações com esta eficiência mínima.

Do total de 59 estações operacionais em 2017, com medições de PM₁₀ em Portugal Continental e Arquipélago da Madeira, em 37 obtiveram-se eficiências iguais ou superiores a 85%, o que representa 63% de estações com uma cobertura anual adequada para avaliação do cumprimento do valor limite.

Em termos da análise da influência de eventos naturais nas concentrações de PM₁₀, esta estará mais condicionada pelas falhas nas medições na região Norte (Figura 13), já que apenas quatro estações de monitorização desta região tiveram uma eficiência acima de 85%. Em particular, no que diz respeito à eficiência da estação rural de fundo Douro Norte representativa desta região, que determina a dedução a aplicar às restantes estações, obteve-se uma cobertura anual de 43%. A Figura 13 representa o número de estações de monitorização de qualidade do ar que tiveram uma eficiência anual acima e abaixo dos 85%, por região.

Tabela 5. Eficiência anual das medições de partículas PM₁₀ nas estações de monitorização da qualidade do ar em 2017 (%)

Região	Tipo de Zona	Nome da Zona	Tipo de estação/ Nome da estação/ Abreviatura da estação	Eficiência anual (%)			
Norte	A	Entre Douro e Minho	T	Cónego Dr. Manuel Faria-Azurém	GMR	69	
			T	Pe Moreira Neves-Castelões de Cepeda	PRD	98	
			T	Fr Bartolomeu Mártires-S.Vitor	CRCL	84	
			F	Burgães-Santo Tirso	BSTI	65	
			F	Paços de Ferreira	LACT	80	
			F	Frossos-Braga	HORT	85	
		Porto Litoral		T	D.Manuel II-Vermoim	VER	62
					Francisco Sá Carneiro-Campanha	ANT	23
					João Gomes Laranjo-S.Hora	HOR	72
				I	Meco-Perafita	PER	80
					Seara-Matosinhos*	SEA	91
				F	Anta-Espinho	AES	66
					Avintes*	AVI	49
					Ermesinde-Valongo*	ERM	26
					Leça do Balio-Matosinhos*	LEC	87
					Mindelo-Vila do Conde*	MVCO	37
VNTelha-Maia*	VNT	76					

Região	Tipo de Zona	Nome da Zona	Tipo de estação/ Nome da estação/ Abreviatura da estação			Eficiência anual (%)
	Z	Norte Interior	RF	Douro Norte* ^R	OLO	43
		Coimbra	F	Instituto Geofísico de Coimbra*	GEO	98
Centro	A	Aveiro/Ílhavo	T	Aveiro	AVE	100
			F	Ílhavo	ILH	99
	Z	Centro Litoral	RF	Ervedeira	ERV	89
				Montemor-o-Velho ^R	MOV	99
		Centro Interior	RF	Fornelo do Monte*	FORN	65
			Fundão* ^R	FUN	96	
		Litoral Noroeste do Baixo Vouga	I	Estarreja/Teixugueira	TEI	98
Lisboa e Vale do Tejo	A	AML Norte	T	Avenida da Liberdade	AVL	97
				Cascais - Escola da Cidadela*	CASE	42
				Entrecampos*	ENT	16
				Odivelas-Ramada*	ODI	93
				Santa Cruz de Benfica*	SCB	71
		F		Alverca	ALV	94
				Loures-Centro*	LOU	95
				Mem Martins	MEM	94
				Olivais	OLI	95
				Quinta do Marquês	MARQ	98
		Reboleira*	REB	96		
	AML Sul	I	Escavadeira	ESCII	99	
			Lavradio*	LAV	96	
			Paio Pires	PP	90	
		F	Fidalguinhos*	FID	84	
			Laranjeiro	LAR	97	
Setúbal	T	Quebedo	QUE	93		
	F	Arcos	ARC	99		
Z	Oeste, Vale do Tejo e Península de Setúbal	RF	Fernando Pó*	FPO	89	
		RF	Chamusca ^R	CHA	97	
			Lourinhã	LOR	95	
Alentejo	Z	Alentejo Litoral	I	Monte Chãos*	MCH	42
				Santiago do Cacém*	SCA	92
				Sonega*	SON	99
		RF	Monte Velho*	MVE	72	
	Alentejo Interior	RF	Terena* ^R	TER	96	
Algarve	A	Aglomeração Sul	T	David Neto	DVN	81
			F	Joaquim Magalhães	EJM	96
			F	Malpique	MAL	97
Z	Algarve	RF	Cerro* ^R	CER	87	
Madeira	A	Funchal	T	São João*	SJO	98
			F	São Gonçalo*	SGO	91
	Z	Madeira/Porto Santo	RF	Santana* ^R	SAN	92

Legenda: Tipo de zonamento – A: Aglomeração, Z: Zona; T: Tráfego; I: Industrial; F: Fundo; RF: Rural de Fundo; *: estação com medição indicativa; ^R: Estação rural de fundo representativa da região ou zona; Eficiência anual inferior a 85%.

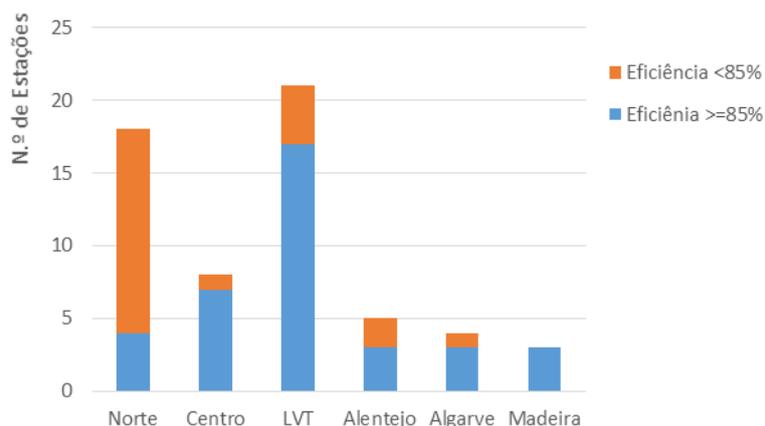


Figura 13. Número de estações de monitorização de qualidade do ar que tiveram uma eficiência anual acima e abaixo dos 85%, por região, em 2017

5.2 Influência dos eventos naturais nas excedências aos valores limite de PM₁₀ em 2017

Os resultados da aplicação da metodologia de desconto da contribuição devida a eventos naturais (de intrusão de ar proveniente de regiões áridas) para a concentração média diária e anual de PM₁₀, em 2017, apresentam-se da Tabela 6 à Tabela 7 e da Figura 14 à Figura 15.

De acordo com o Decreto-Lei n.º 102/2010, o número de ultrapassagens ao valor limite diário (VLD) de PM₁₀ (50 µg/m³) permitido, por ano, é de 35 e o valor limite anual (VLA) de PM₁₀ é de 40 µg/m³ (tal como descrito no ponto 2.2. *Enquadramento legislativo*). Na Tabela 6 indica-se o número de dias em excedência ao valor limite registado em cada estação e a respetiva dedução resultante da contribuição de cada evento natural. Na Tabela 7 indica-se a média anual por estação de monitorização da qualidade do ar, antes e após a aplicação do desconto da contribuição de partículas com origem natural.

Tabela 6. Verificação da situação de excedência ao valor limite diário (VLD) de PM₁₀ antes e após a aplicação da metodologia de desconto da contribuição devida a eventos naturais, em 2017

Zona	Tipo/ Nome da estação		Efic. (%)	Dias>VLD		Redução nos Dias>VLD	
				Antes do desconto EN (Nº.)	Após Desconto EN (Nº.)	(Nº.)	(%)
Região Norte							
Entre Douro e Minho (a)	T	Fr Bartolomeu Mártires-S.Vitor	84	0	0	0	0
		Cónego Dr. Manuel Faria-Azurém	69	0	0	0	0
		Pe Moreira Neves-Castelões de Cepeda	98	0	0	0	0
	F	Burgães-Santo Tirso	65	1	0	1	100
		Frossos-Braga	85	0	0	0	0
		Paços de Ferreira	79	3	0	3	100
Porto Litoral (a)	T	Francisco Sá Carneiro-Campanha	23	1	0	1	100
		João Gomes Laranjo-S.Hora	72	3	0	3	100
		D.Manuel II-Vermoim	61	0	0	0	0
	I	Meco-Perafita	80	1	0	1	100
		Seara-Matosinhos*	91	4	1	3	75
	F	Anta-Espinho	65	2	0	2	100
		Avintes*	49	0	0	0	0
		Ermesinde-Valongo*	26	1	0	1	100
		Leça do Balio-Matosinhos*	86	0	0	0	0
		Mindelo-Vila do Conde*	37	0	0	0	0
		VNTelha-Maia*	76	1	0	1	100
Norte Interior	RF	Douro Norte	43	0	0	0	0
Região Centro							
Aveiro/Ílhavo (a)	T	Aveiro	100	19	14	5	26
Coimbra (a)	F	Instituto Geofísico de Coimbra	98	3	0	3	100
		Ílhavo	99	14	10	4	29
Litoral Noroeste do Baixo Vouga	I	Estarreja/Teixugueira	98	22	15	7	32
Centro Interior	RF	Fundão*	96	11	3	8	73
		Fornelo do Monte*	65	2	0	2	100
Centro Litoral	RF	Ervedeira	89	13	6	7	54
		Montemor-o-Velho	99	18	8	10	56
Região de Lisboa e Vale do Tejo							
AML Norte (a)	T	Avenida da Liberdade	97	39	18	21	54
		Cascais - Escola da Cidadela*	42	11	5	6	55
		Entrecampos*	16	11	8	3	27
		Odivelas-Ramada*	93	13	2	11	85
		Santa Cruz de Benfica*	71	46	25	21	46
	F	Alverca	94	6	0	6	100
		Loures-Centro*	95	4	0	4	100
		Quinta do Marquês	98	1	0	1	100
		Mem Martins	94	5	2	3	60
		Olivais	95	9	1	8	89
		Reboleira*	96	6	0	6	100
AML Sul (a)	I	Escavadeira	99	16	9	7	44
		Lavradio*	96	7	2	5	71
		Paio Pires	90	30	21	9	30
	F	Fidalguinhos*	84	14	7	7	50
		Laranjeiro	97	10	5	5	50
Setúbal (a)	T	Quebedo	93	8	1	7	88
	F	Arcos	99	17	2	15	88
OVTPS	RF	Lourinhã	95	2	0	2	100
		Chamusca	97	9	1	8	89
		Fernando Pó*	89	15	4	11	73
Região Alentejo							
Alentejo Litoral	I	Monte Chãos*	42	1	0	1	100
		Santiago do Cacém*	92	22	9	13	59
		Sonega*	99	1	0	1	100
	RF	Monte Velho*	72	8	4	4	50
Alentejo Interior	RF	Terena*	96	16	0	16	100

Zona	Tipo/ Nome da estação		Efic. (%)	Dias>VLD		Redução nos Dias>VLD	
				Antes do desconto EN (N.º)	Após Desconto EN (N.º)	(N.º)	(%)
Região Algarve							
Aglomeracão Sul (a)	T	David Neto	81	11	3	8	73
		Joaquim Magalhães	96	1	0	1	100
		Malpique	97	20	6	14	70
Algarve	RF	Cerro*	87	3	0	3	100
Região da Madeira							
Funchal (a)	T	São João*	98	23	7	16	70
	F	São Gonçalo*	90	15	4	11	73
Madeira/Porto Santo	RF	Santana*	92	8	1	7	88

Zona (a) – A zona é uma aglomeração; **Tipo de estação:** T-Tráfego, I-Industrial, F-Fundo; **RF**-Rural de Fundo; **OVTPS** – Oeste Vale do Tejo e Península de Setúbal; **Efic.** – Eficiência anual; **Dias>VLD** – N.º de dias em excedência ao valor limite diário de PM₁₀; **Dias>VLD antes/após desconto EN** – N.º de dias em excedência ao valor limite diário de PM₁₀ antes/após a aplicação do desconto devido a Eventos Naturais; **Redução nos Dias>VLD** – N.º e % de redução de dias em excedência ao valor limite diário de PM₁₀ após o desconto devido a Eventos Naturais; * - estação com medição indicativa.

Tabela 7. Verificação da situação de excedência ao valor limite anual (VLA) de PM₁₀ antes e após a aplicação da metodologia de desconto da contribuição devida a eventos naturais, em 2017

Zona	Tipo/ Nome da estação		Efic. (%)	Média anual		Redução na média anual	
				Antes do desconto EN (µg/m³)	Após Desconto EN (µg/m³)	(µg/m³)	(%)
Região Norte							
Entre Douro e Minho (a)	T	Fr Bartolomeu Mártires-S.Vitor	84	15	12	2	15
		Cónego Dr. Manuel Faria-Azurém	69	20	18	2	9
		Pe Moreira Neves-Castelões de Cepeda	98	11	9	2	15
	F	Burgães-Santo Tirso	65	14	13	1	10
		Frossos-Braga	85	9	7	2	19
		Paços de Ferreira	79	23	20	3	13
Porto Litoral (a)	T	Francisco Sá Carneiro-Campanha	23	18	17	1	6
		João Gomes Laranjo-S.Hora	72	20	17	3	16
		D.Manuel II-Vermoim	61	14	13	2	12
	I	Meco-Perafita	80	18	15	3	15
		Seara-Matosinhos*	91	21	18	3	15
	F	Anta-Espinho	65	10	8	2	18
		Avintes*	49	15	13	2	15
		Ermesinde-Valongo*	26	20	16	4	20
		Leça do Balio-Matosinhos*	86	14	11	3	19
		Mindelo-Vila do Conde*	37	15	13	2	15
VNTelha-Maia*	76	17	14	3	17		
Norte Interior	RF	Douro Norte	43	9	6	2	27
Região Centro							
Aveiro/Ílhavo (a)	T	Aveiro	100	23	19	4	19
	F	Ílhavo	99	21	17	4	19
Coimbra (a)	F	Instituto Geofísico de Coimbra	98	17	13	4	23
Litoral Noroeste do Baixo Vouga	I	Estarreja/Teixugueira	98	24	19	4	19
Centro Interior	RF	Fundão*	96	16	13	3	20
		Fornelo do Monte*	65	11	8	3	30
Centro Litoral	RF	Ervedeira	89	23	18	5	20
		Montemor-o-Velho	99	23	18	5	22
Região de Lisboa e Vale do Tejo							
AML Norte (a)	T	Avenida da Liberdade	97	33	29	4	13
		Cascais - Escola da Cidadela*	42	30	27	3	11
		Entrecampos*	16	33	31	2	7
		Odivelas-Ramada*	93	24	20	4	17
		Santa Cruz de Benfica*	71	36	33	3	9
	F	Alverca	94	19	14	4	23
		Loures-Centro*	95	20	16	4	21

Zona	Tipo/ Nome da estação		Efic. (%)	Média anual		Redução na média anual	
				Antes do desconto EN ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Após Desconto EN ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	(%)
		Quinta do Marquês	98	17	13	4	21
		Mem Martins	94	21	17	4	19
		Olivais	95	21	17	4	20
		Reboleira*	96	17	13	4	23
AML Sul (a)	I	Escavadeira	99	24	20	4	17
		Lavradio*	96	21	17	4	19
		Paio Pires	90	29	25	4	15
	F	Fidalguinhos*	84	26	23	3	13
		Laranjeiro	97	22	18	4	19
Setúbal (a)	T	Quebedo	93	23	19	4	17
	F	Arcos	99	26	21	4	16
OVTPS	RF	Lourinhã	95	17	13	4	21
		Chamusca	97	17	12	4	26
		Fernando Pó*	89	25	20	4	17
Região Alentejo							
Alentejo Litoral	I	Monte Chãos*	42	7	6	1	14
		Santiago do Cacém*	92	28	22	6	21
		Sonega*	99	11	8	3	24
	RF	Monte Velho*	72	25	20	5	20
Alentejo Interior	RF	Terena*	96	24	18	6	24
Região Algarve							
Aglomeracão Sul (a)	T	David Neto	81	30	25	5	17
	F	Joaquim Magalhães	96	20	15	4	23
		Malpique	97	27	22	5	20
Algarve	RF	Cerro*	87	18	13	5	27
Região da Madeira							
Funchal (a)	T	São João*	98	26	22	4	16
	F	São Gonçalo*	90	16	12	4	23
Madeira/Porto Santo	RF	Santana*	92	19	15	4	22

Zona (a) – A zona é uma aglomeração; **Tipo de estação:** T-Tráfego, I-Industrial, F-Fundo; **RF**-Rural de Fundo; **Efic.** – Eficiência anual; **Média anual antes/após desconto EN** – média anual antes/após aplicação dos descontos diários devido a Evento Natural para avaliação da situação de excedência ao valor limite anual de PM₁₀; **Redução na média anual** – redução da média anual após o desconto devido a Eventos Naturais; * - estação com medição indicativa.

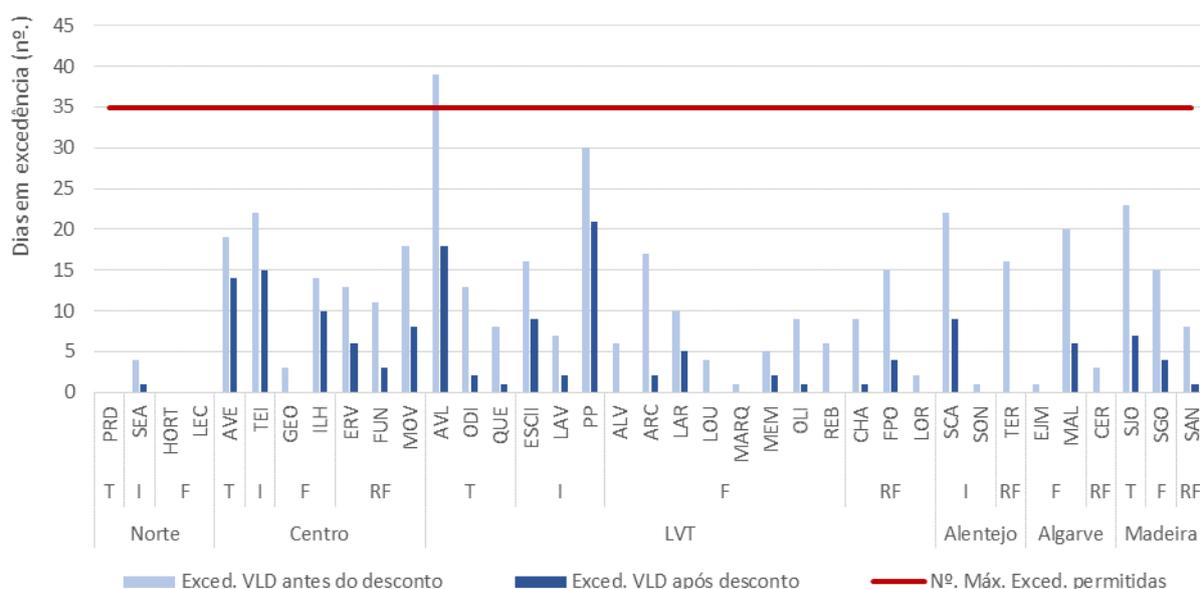


Figura 14. Número de dias em excedência ao valor limite diário de PM₁₀, por estação, antes e após o desconto da fração devida a evento natural, em 2017 (estações com eficiência ≥85%)

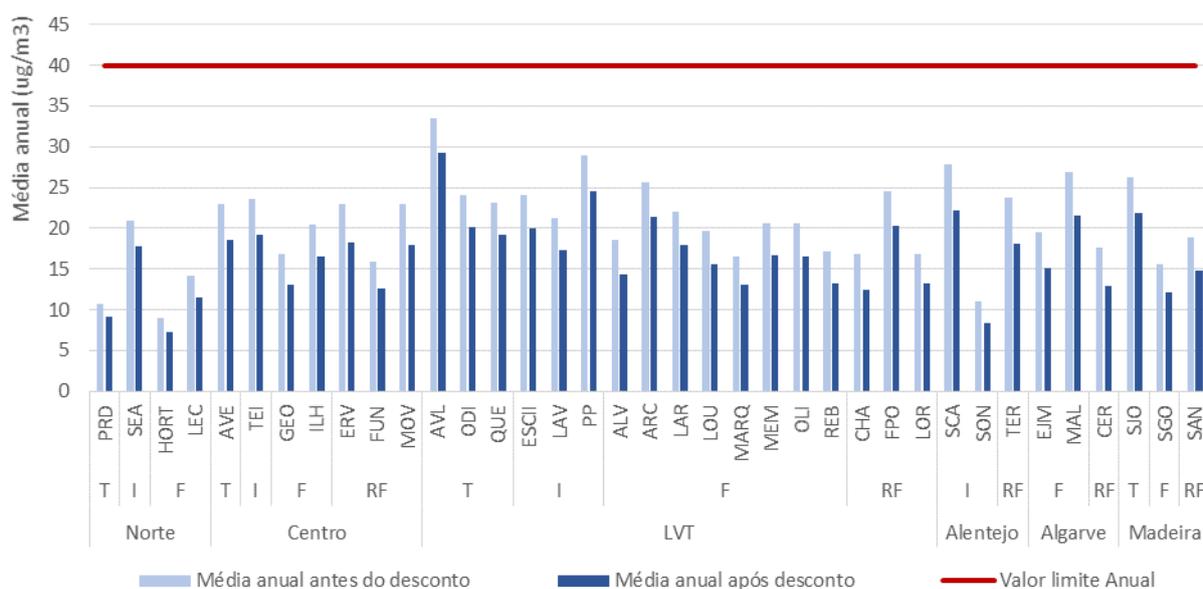


Figura 15. Média anual de PM₁₀, por estação, antes e após o desconto da fração devida a evento natural, em 2017 (estações com eficiência ≥85%)

A análise dos resultados das 59 estações indica que:

- ocorreram duas situações de inconformidade ao VLD de PM₁₀, ou seja, ultrapassagens ao VLD em mais de 35 dias do ano, nas estações de Avenida da Liberdade (AVL) e Santa Cruz de Benfica (SCB), ambas do tipo Tráfego, localizadas na aglomeração Área Metropolitana de Lisboa (AML) Norte. Após a dedução da contribuição natural ambas as estações cumpriram o número máximo permitido de dias em excedência ao VLD;
- em relação ao VLA não ocorreram ultrapassagens a este parâmetro.

Para além destas situações de inconformidade, houve registos frequentes de ultrapassagens ao VLD sem, no entanto, superar os 35 dias (Tabela 6). Tal como descrito anteriormente (no ponto 4. *Identificação dos dias de eventos naturais em 2017*), o ano de 2017 foi extremamente quente e seco e com ocorrência de incêndios florestais severos. Estas condições contribuíram para um acréscimo de PM₁₀, tendo-se registado concentrações elevadas e excedências ao VLD, mesmo em estações Rurais de Fundo, o que não é frequente.

Após a aplicação da metodologia de desconto da contribuição de eventos naturais obteve-se uma redução do número de ultrapassagens diárias ao VLD entre 1 e 21, sendo em média de 7, e uma redução da média anual que variou entre 1,6 e 5,7 µg/m³, sendo em média de 4,0 µg/m³ (Figura 16). A contribuição da fração natural para a média anual das estações foi de 20%, o que constituiu um valor significativamente elevado, face aos últimos anos.

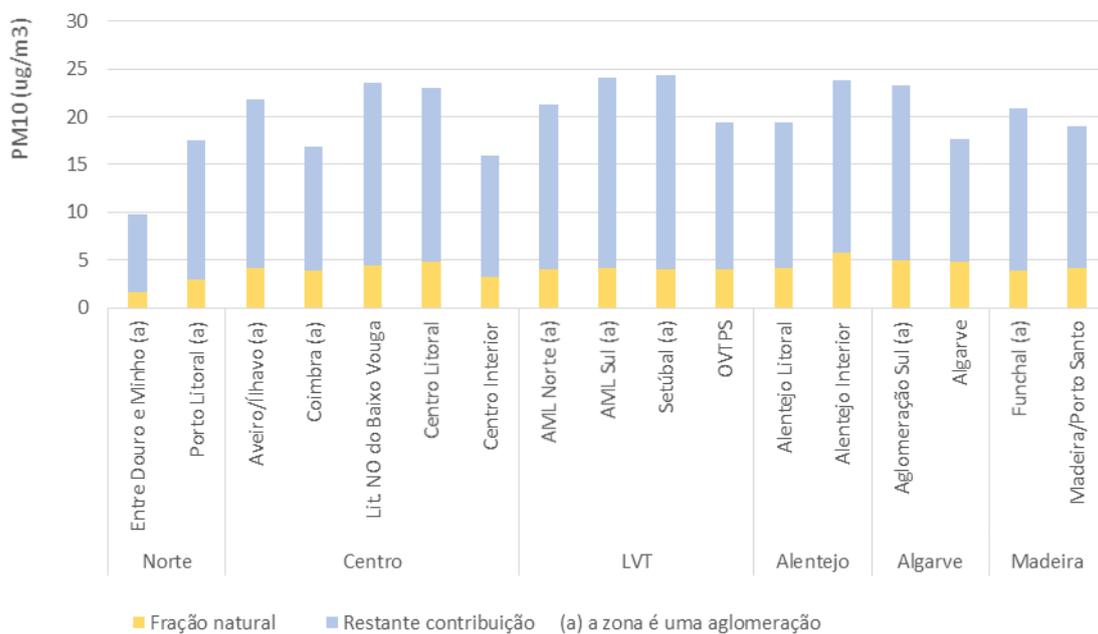


Figura 16. Contribuição média da fração natural para a média anual de PM₁₀, por zona, em 2017 (calculado com base nas estações com eficiência ≥85%)

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, traduz-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 e Arquipélago da Madeira, bem como efetuar a avaliação da sua contribuição no acréscimo de concentrações de partículas PM_{10} .

A identificação dos dias de evento natural no ano de 2017 teve em conta a informação dada pelos modelos BSC-DREAM8b, SKIRON, HYSPLIT, NAAPS, bem como, pelas concentrações de PM_{10} medidas nas estações de monitorização da qualidade do ar.

Relativamente aos dias de ocorrência de eventos naturais, em 2017, apuraram-se 165 dias com intrusões africanas representando 45% do ano, o que se encontra significativamente acima do verificado em anos anteriores (com uma ocorrência média de 28% no período 2010-2016). Os 165 dias de eventos naturais ocorreram distribuídos em 33 episódios, com uma duração média de cinco dias. Este ano foi classificado como extremamente quente e seco, tendo sido as condições atmosféricas mais propícias à ocorrência de eventos naturais, coincidindo os meses de extremos meteorológicos com episódios de advecção de poeiras dos desertos prolongados e intensos. Os incêndios florestais ocorridos contribuíram também para um acréscimo das concentrações de PM_{10} , podendo ter conduzido a uma sobrestimativa da fração de origem natural. Em 2017 a época de incêndios florestais foi muito longa e severa, traduzindo-se na maior área ardida desde que há registos.

No que diz respeito à distribuição da ocorrência de eventos naturais por mês, verificou-se que 2017 constituiu um ano atípico, uma vez que se registaram eventos naturais em todos os meses, sendo os mais afetados os de maio a junho e outubro.

Em relação à avaliação da contribuição dos eventos naturais para as concentrações de PM_{10} , verificou-se que o peso da fração natural na média anual das estações foi de 20%.

Em termos da conformidade legal, em 2017, verifica-se que a aplicação da metodologia de desconto de eventos naturais permitiu corrigir duas situações de inconformidade ao valor limite diário (nas estações de tráfego da AML Norte de Avenida da Liberdade e Santa Cruz de Benfica) sendo que, após a dedução da contribuição de eventos, nenhuma estação permaneceu em ultrapassagem ao valor limite diário. Verificou-se ainda que nenhuma das zonas ou aglomerações se encontrou em situação de ultrapassagem valor limite anual.

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.

IPMA (Instituto Português do Mar e da Atmosfera), 2018. *Boletim Climatológico Anual Portugal Continental 2017*, Disponível em: http://www.ipma.pt/resources.www/docs/im.publicacoes/edicoes.online/20180323/cHAXzjMhUzLfdgCRJIKG/cli_20171201_20171231_pcl_aa_co_pt.pdf, Acedido em: 17/07/2018.

Perez, N. (2018). Natural dust episodes in 2017 in Spain, [comunicação pessoal].

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., (Revised 2010), *PROCEDIMIENTO PARA LA IDENTIFICACIÓN DE EPISODIOS NATURALES DE PM₁₀ Y PM_{2,5}, Y LA DEMOSTRACIÓN DE CAUSA EN LO REFERENTE A LAS SUPERACIONES DEL VALOR LÍMITE DIARIO DE PM₁₀*. 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.

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.