



# IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DA OCORRÊNCIA DE EVENTOS NATURAIS EM PORTUGAL EM 2018

**Relatório Anual**

Julho 2019

<b>Título/ Âmbito</b>	IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DA OCORRÊNCIA DE EVENTOS NATURAIS EM PORTUGAL EM 2018   Relatório Anual <i>Relatório de Progresso no âmbito do contrato de cooperação entre a FCT-NOVA e a APA</i>
<b>Data</b>	Julho 2019
<b>APA</b>	Agência Portuguesa do Ambiente (APA) 
<b>FCT-NOVA</b>	Universidade NOVA de Lisboa – Faculdade de Ciências e Tecnologia (FCT-NOVA) 
<b>Equipa</b>	Francisco Ferreira (Coordenação) Joana Monjardino (Equipa técnica) Luísa Mendes (Equipa técnica)

# Índice

<b>1</b>	<b>Introdução</b> .....	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Enquadramento</b> .....	<b>6</b>
2.1	<i>Tipologia de eventos naturais</i> .....	6
2.1.1	Aspetos gerais .....	6
2.1.2	Eventos naturais na Península Ibérica.....	7
2.2	<i>Enquadramento legislativo</i> .....	9
2.3	<i>Eventos naturais no contexto Ibérico: desenvolvimento de uma metodologia conjunta</i> .....	11
<b>3</b>	<b>Metodologia</b> .....	<b>13</b>
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
<b>4</b>	<b>Identificação dos dias de eventos naturais em 2018</b> .....	<b>20</b>
<b>5</b>	<b>Aplicação da metodologia de desconto das contribuições de origem natural às concentrações de PM<sub>10</sub> em 2018</b> .....	<b>26</b>
5.1	<i>Eficiência das estações de monitorização da qualidade do ar em 2018</i> .....	26
5.2	<i>Influência dos eventos naturais nas concentrações de PM<sub>10</sub> em 2018</i> .....	28
<b>6</b>	<b>Conclusões</b> .....	<b>32</b>
<b>7</b>	<b>Referências bibliográficas</b> .....	<b>33</b>

## 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 <sub>10</sub> , 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 2018 .....	17
Figura 7. Distribuição do número de dias de evento natural por ano .....	22
Figura 8. Distribuição do número de dias de evento natural por região em 2018 .....	22
Figura 9. Distribuição do número de episódios de ocorrência de evento natural de acordo com a sua duração em 2018.....	23
Figura 10. Distribuição do número de dias de evento natural, por região e mês, em 2018.....	23
Figura 11. Número de estações de monitorização de qualidade do ar que tiveram uma eficiência anual acima e abaixo de 85%, por região, em 2018 .....	28
Figura 12. Média anual de PM <sub>10</sub> , por estação, antes e após a dedução da fração devida a evento natural, em 2018 (estações com eficiência ≥85%) .....	30
Figura 13. Número de dias em excedência ao valor limite diário de PM <sub>10</sub> , por estação, antes e após a dedução da fração devida a evento natural, em 2018 (estações com eficiência ≥85%) .....	31

## 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 <sub>10</sub> 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 2018 (datas de ocorrência por região).....	21
Tabela 5. Eficiência anual das medições de partículas PM <sub>10</sub> nas estações de monitorização da qualidade do ar em 2018 (%).....	27
Tabela 6. Concentração média anual de PM <sub>10</sub> antes e após a aplicação da metodologia de dedução da contribuição devida a eventos naturais e ultrapassagens ao valor limite diário, em 2018.....	29

# 1 Introdução

O presente documento consiste no relatório anual relativo à identificação e avaliação de eventos naturais ocorridos (EN) em Portugal, no ano de 2018.

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. 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 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)<sup>1</sup> (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.

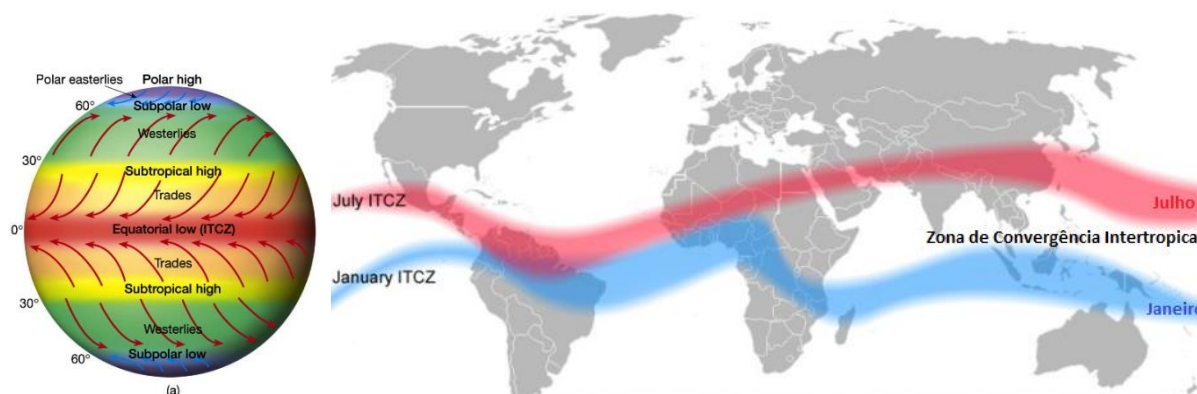


Figura 1. Localização da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT)

<sup>1</sup> 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  $\mu\text{m}$  a 1,0  $\mu\text{m}$ );
- em episódios africanos registados no Mediterrâneo (no verão), ou nas Canárias (no inverno) a granulometria dominante é mais grosseira (de 1  $\mu\text{m}$  a 25  $\mu\text{m}$ );
- em ambos os casos, regista-se a influência destes episódios naturais nas concentrações de  $\text{PM}_{10}$  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 alísios. 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 PM<sub>10</sub> 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"> <li>Intrusão de partículas inibida</li> <li>Eventos de partículas ocorrem somente nas áreas do Sul (Península Ibérica)</li> </ul>
Eventos secos	Fevereiro – Março	<ul style="list-style-type: none"> <li>Origem de material particulado do Sahel</li> <li>Extensas nuvens de partículas descrevem um arco Atlântico</li> <li>Situação de anticiclone (no Mediterrâneo e Norte de África)</li> </ul>
Chuvas vermelhas & Eventos secos	Abril - Junho	<ul style="list-style-type: none"> <li>Movimentação de partículas do Sahel para o Sahara</li> <li>Situação de baixa pressão (SO Portugal) e/ou anticiclone (Mediterrâneo e Norte de África)</li> </ul>
Eventos secos	Julho – Agosto	<ul style="list-style-type: none"> <li>Origem de material particulado do Sahara</li> <li>Movimentação intensa de partículas</li> <li>Situação de anticiclone (Mediterrâneo e Norte de África)</li> </ul>
Chuvas vermelhas & Eventos secos	Setembro - Outubro	<ul style="list-style-type: none"> <li>Movimentação de partículas do Sahara para o Sahel</li> <li>Situação de baixa pressão (SO Portugal) e/ou anticiclone (Mediterrâneo e Norte de África)</li> </ul>

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 PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub>) 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 limite<sup>2</sup>.

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 (PM<sub>10</sub>).

**Tabela 2. Objetivos ambientais estabelecidos para a proteção da saúde humana para PM<sub>10</sub> 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 <sub>10</sub>	Saúde	VL (em vigor desde 2005)	Um dia	Dias de excedência num ano civil	50 µg/m <sup>3</sup> (35) Percentil 90,4*
		VL (em vigor desde 2005)	Um ano civil	Média anual	40 µg/m <sup>3</sup>
		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 PM<sub>10</sub>, 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.

<sup>2</sup> 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 PM<sub>10</sub>, 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 APA<sup>3</sup>.

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<sub>10</sub>;
- avaliar a situação de conformidade legal das estações de monitorização da qualidade do ar relativamente ao cumprimento dos valores limite de PM<sub>10</sub> (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 NO (utilizando os dados disponibilizados pela CCDR Norte), O (com os dados da CCDR Centro e CCDR LVT), SO (com os dados da CCDR Alentejo) e Madeira (com os dados da SRARN/DROTA da Madeira), cabendo a Espanha o cálculo das regiões NO (partilhada com Portugal), N, NE, Centro, Levante, Baleares, SO (partilhada com Portugal), SE e Canárias, tal como se representa na Tabela 3.

---

<sup>3</sup> Disponível em: [www.apambiente.pt](http://www.apambiente.pt), Políticas > Ar > Qualidade do Ar Ambiente > Partículas em Suspensão.

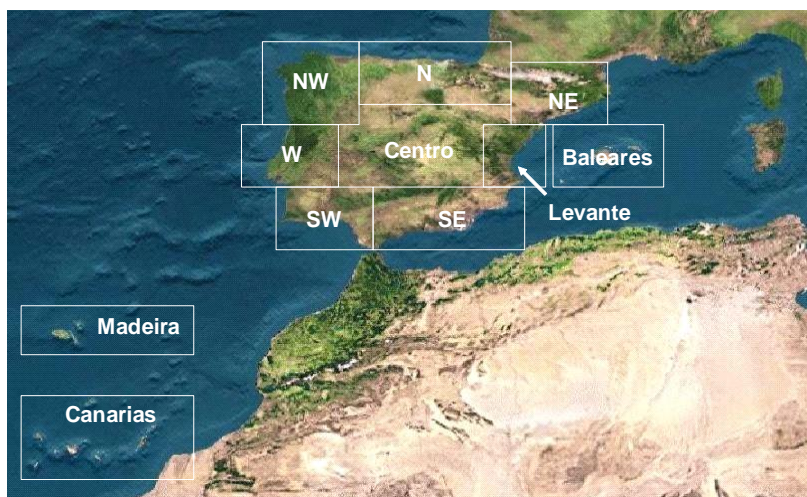


Figura 4. Secções de identificação da intrusão de ar na Península Ibérica e Arquipélagos

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

Zona	Espanha	Portugal
<b>NO</b>	Galicia, Asturias, Noroeste de Castilla y León	Região Norte
<b>N</b>	Cantabria, País Vasco, La Rioja	-
<b>NE</b>	Navarra, Aragón, Cataluña	-
<b>O</b>	-	Região Lisboa e Vale do Tejo e Região Centro
<b>Centro</b>	Resto da Extremadura, Castilla la Mancha, Comunidad de Madrid, Castilla León	-
<b>Levante</b>	Comunidade Valenciana até ao delta do Ebro	-
<b>Baleares</b>	Baleares (Arquipélago)	-
<b>SO</b>	Andaluzia Occidental, Sul da Extremadura	Região Algarve e Região Alentejo
<b>SE</b>	Andaluzia Oriental, Murcia	-
<b>Canárias</b>	Canárias (Arquipélago)	-
<b>Madeira</b>	-	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 PM<sub>10</sub>. 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 antropogénica<sup>4</sup>. 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 transportando 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* (2013). Para tal, utiliza-se uma combinação de informação dada por diversas fontes (representadas na Figura 5), nomeadamente:

- a) Modelos **BSC Dust Daily Forecast**<sup>5</sup> (BSC-DREAM8b e NMMB/BSC-Dust) e Modelo **SKIRON Dust**<sup>6</sup>: indicam o acréscimo de poeira mineral, com origem nos desertos do Norte de África, nas concentrações de partículas à superfície. Recentemente tem sido disponibilizada informação adicional, pelo *Sand and dust storm warning advisory and assessment system* no sítio da Agência Meteorológica Espanhola (AEMET)<sup>7</sup>, permitindo comparar a previsão proveniente de diversas fontes, utilizando-se a mesma para verificação de casos em que subsistem dúvidas na classificação final de ocorrência de evento natural;
- b) Retrotrajetórias do modelo **HYSPLIT**<sup>8</sup>: 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.

---

<sup>4</sup> 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.

<sup>5</sup> BSC Dust Daily Forecast: <https://ess.bsc.es/bsc-dust-daily-forecast>.

<sup>6</sup> SKIRON Dust: <http://forecast.uoa.gr/dustindx.php>.

<sup>7</sup> Forecast comparison: <https://sds-was.aemet.es/forecast-products/dust-forecasts/forecast-comparison>.

<sup>8</sup> HYSPLIT (Hybrid Single-Particle Lagrangian Integrated Trajectory): [http://ready.arl.noaa.gov/HYSPLIT\\_traj.php](http://ready.arl.noaa.gov/HYSPLIT_traj.php).

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);

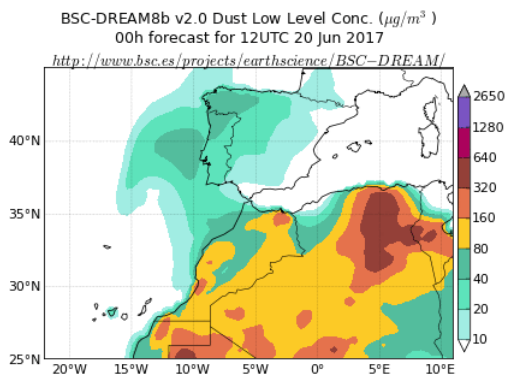
- c) Produtos **NAAPS** Global Aerosol Model<sup>9</sup>: fornece informação relativa à ocorrência de poeiras, sulfatos e incêndios. Esta informação é particularmente relevante na análise de anos com ocorrência de elevado número de incêndios florestais;
- d) Imagens **LIDAR**<sup>10</sup>: nos casos 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 ar<sup>11</sup> em cada região: esta informação é utilizada para aferir se o perfil de concentrações de PM<sub>10</sub> 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 PM<sub>10</sub> medidas à superfície).

---

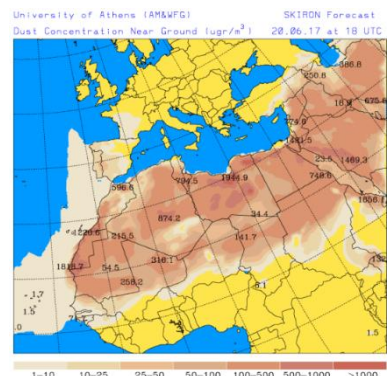
<sup>9</sup> NAAPS (Navy Aerosol Analysis and Prediction System) - NRL/Monterey: <https://www.nrlmry.navy.mil/aerosol/#currentaerosolmodeling>.

<sup>10</sup> LIDAR (Light Detection And Ranging): [https://www-calipso.larc.nasa.gov/products/lidar/browse\\_images/show\\_calendar.php](https://www-calipso.larc.nasa.gov/products/lidar/browse_images/show_calendar.php).

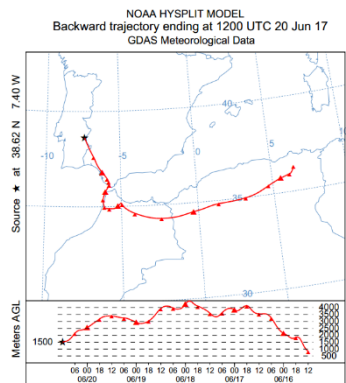
<sup>11</sup> QUALAR/Downloads: <https://qualar1.apambiente.pt/qualar/index.php?page=6>.



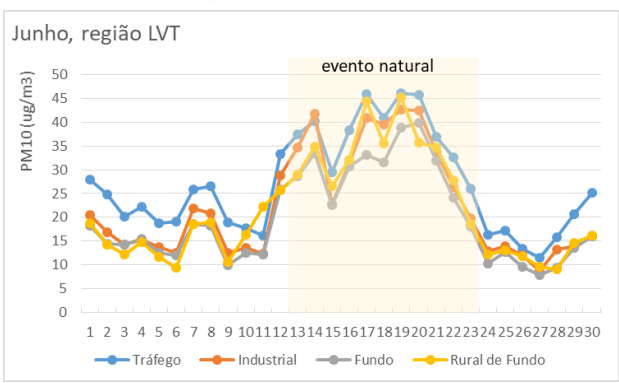
a)



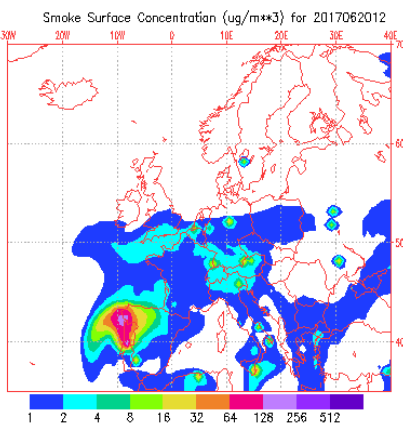
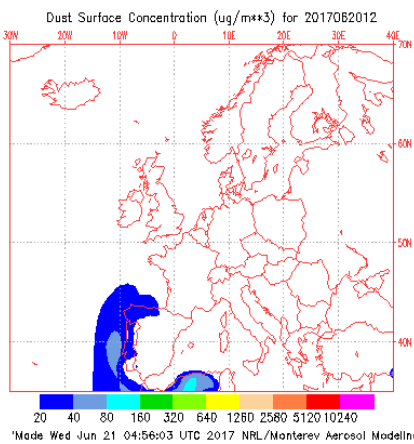
b)



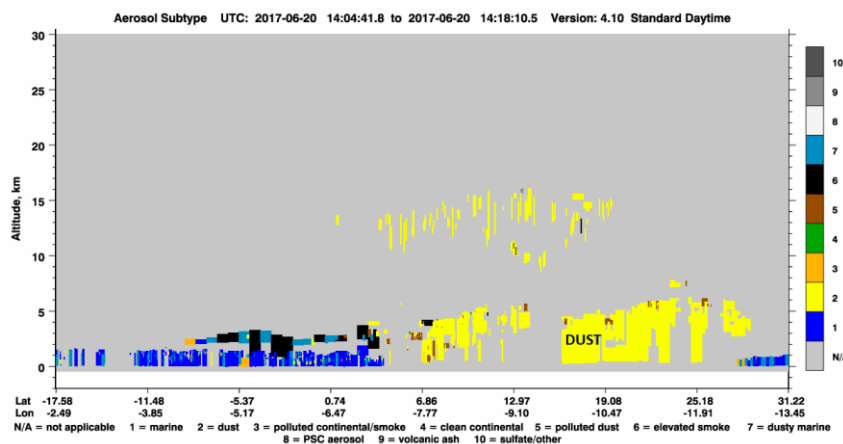
c)



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 PM<sub>10</sub>, 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.

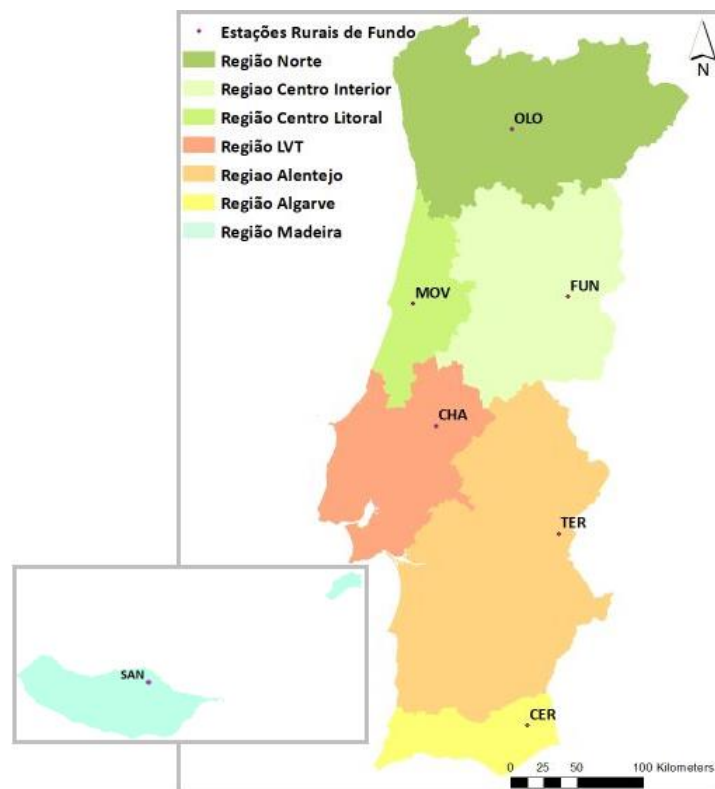
Após a identificação dos dias em que ocorreu intrusão de ar transportando partículas provenientes das zonas áridas do Norte de África, a contribuição do evento natural em Portugal é quantificada por região. A metodologia de cálculo da contribuição das PM<sub>10</sub> de origem natural, que tem sido aplicada a nível nacional, é baseada na indicada em Querol *et al* (2013).

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 a 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. Selecionaram-se as seguintes estações representativas, representadas na Figura 6:

- Douro Norte (OLO) na região Norte;
- Fundão (FUN) e Montemor-o-Velho (MOV)<sup>12</sup> 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.

---

<sup>12</sup> 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 2018**

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

- 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 40<sup>13</sup> 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 PM<sub>10</sub> registado no dia de evento e o Percentil 40 desse dia corresponde à contribuição de PM<sub>10</sub> 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 PM<sub>10</sub>. 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.

<sup>13</sup> Estudos efetuados sobre os níveis de PM<sub>10</sub>, registados em estações EMEP em Espanha e em locais regionais de fundo em Portugal, durante dias com condições atmosféricas advectivas prevalentes (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).

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. 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 também 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  $PM_{10}$  registados no Faial são habitualmente muito reduzidos, sendo que em 2018 esta estação foi a que apresentou a média anual de  $PM_{10}$  mais baixa

no país, de  $6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , e um máximo diário de  $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , sendo que estas concentrações não traduzem riscos 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  $\text{PM}_{10}$  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%<sup>14</sup>. 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 anual de 14%.

---

<sup>14</sup> 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 2018

Os dias de evento natural (EN) identificados, de acordo com a metodologia descrita anteriormente, para o ano de 2018, encontram-se indicados na Tabela 4.

Em 2018 identificaram-se, no total, 110 dias de intrusão de massa de ar com origem africana sobre o território de Portugal Continental e Arquipélago da Madeira (representando 30% do ano), valor dentro da média relativamente a anos anteriores (com exceção do ano de 2017, em que este valor foi muito superior), tal como se pode observar na Figura 7.

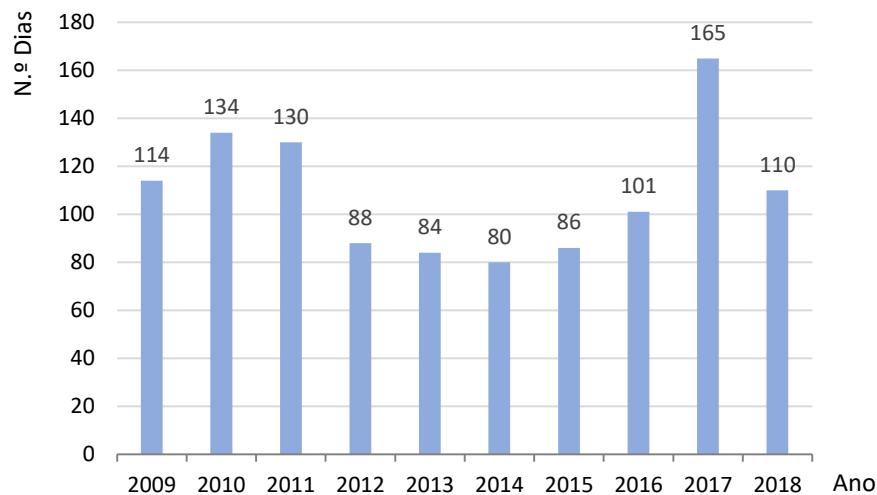
**Tabela 4. Identificação de episódios de intrusão de poeiras provenientes do Norte de África no ano de 2018 (datas de ocorrência por região)**

Mês	Dia	NOR	CEN	LVT	AL	ALG	MAD	Mês	Dia	NOR	CEN	LVT	AL	ALG	MAD	
Janeiro	18			x	x	x		Setembro	1	x	x	x	x	x		
	30		x	x	x	x	x		2	x	x	x	x	x		
	31	x	x	x	x	x	x		3	x	x	x	x	x		
Fevereiro	1	x	x		x	x	x		4	x	x	x	x	x	x	
	3	x	x	x	x	x	x		5	x	x	x	x	x	x	
	17						x		6	x	x	x	x	x		
	23	x	x	x	x	x	x		7	x	x	x	x	x		
	24	x	x	x	x	x	x		8	x	x	x	x	x		
Março	25	x	x	x	x	x	x		9	x	x	x	x	x		
	26	x	x	x	x	x	x		10	x	x	x	x	x		
	11	x	x	x	x	x	x		11	x	x	x	x	x		
	12	x	x	x	x	x	x		12	x	x	x	x	x		
Abril	19				x	x			13	x	x	x	x	x		
	20	x	x	x	x	x			14	x	x	x	x	x		
	21	x	x	x	x	x			15	x	x	x	x	x		
	22	x	x	x	x	x			16		x		x	x		
	23	x	x	x	x	x			17	x			x	x		
	24	x	x	x	x	x			18				x	x		
	25	x	x	x	x	x			19				x	x		
Maio	26	x	x	x	x	x			20				x	x		
	7						x		21				x	x		
	8	x	x	x	x	x			22	x		x	x	x		
	18			x	x	x			23	x		x	x	x		
	19			x			x		24	x	x	x	x			
Junho	18						x		25	x	x	x	x	x		
	19		x	x	x	x			26	x	x	x	x	x		
	20		x	x	x	x			27	x	x	x	x	x	x	
	21		x		x	x			28	x	x	x				
	22		x		x				30					x		
	23	x	x	x	x	x			5		x	x				
	24	x	x	x	x	x		6		x	x	x	x			
	25	x	x	x	x	x		10		x	x	x	x			
Julho	26	x	x		x			21	x	x	x	x	x			
	27	x						22	x	x	x	x	x			
	28	x						23	x	x	x	x	x			
	2						x	24	x	x	x	x	x			
	3						x	25	x	x	x	x	x			
	9		x	x	x	x		26	x	x	x	x	x			
	12						x	27	x	x	x	x	x			
Agosto	2	x	x	x	x	x		13			x					
	3	x	x	x	x	x		14	x	x	x	x	x			
	4	x	x	x	x	x	x	15	x	x	x	x	x			
	5	x	x	x	x	x	x	16	x	x	x	x	x			
	6	x	x	x	x	x	x	17	x	x	x	x	x			
	7	x	x	x	x	x		18	x	x						
	11		x	x	x	x		4						x		
	12		x			x	x	5	x	x	x	x	x	x		
	18					x		12						x		
	20			x	x	x		18						x		
	21			x	x			19						x		
Setembro	27	x	x	x	x	x		24						x		
	28		x					25						x		
	29							26				x	x			
	1							27	x	x	x	x	x	x		
	2							28	x	x	x	x	x	x		
	3							29				x	x			
<b>N.º total de dias de evento natural</b>										68	76	77	89	87	29	

**Legenda:**

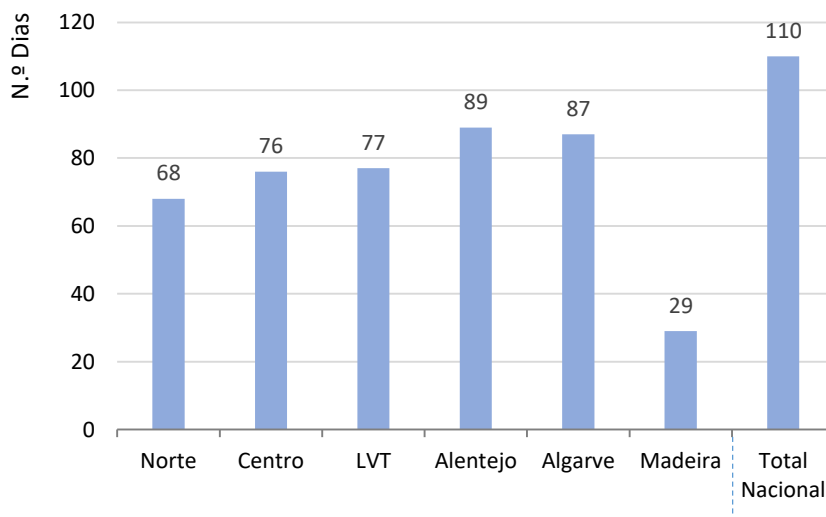
NOR: região Norte; CEN: região Centro; LVT: região de Lisboa e Vale do Tejo; AL: região do Alentejo; ALG: região do Algarve; MAD: região da Madeira. Dias de ocorrência de evento natural assinalados com “x”.

Em 2018 os episódios de eventos naturais ocorreram em 30% dos dias do ano, valor próximo da média de 28% correspondente ao período compreendido entre 2009 e 2016 (Figura 7). O ano de 2017 foi excepcional, tendo-se registado um aumento significativo no número de ocorrência de dias de evento natural (45% do ano).



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

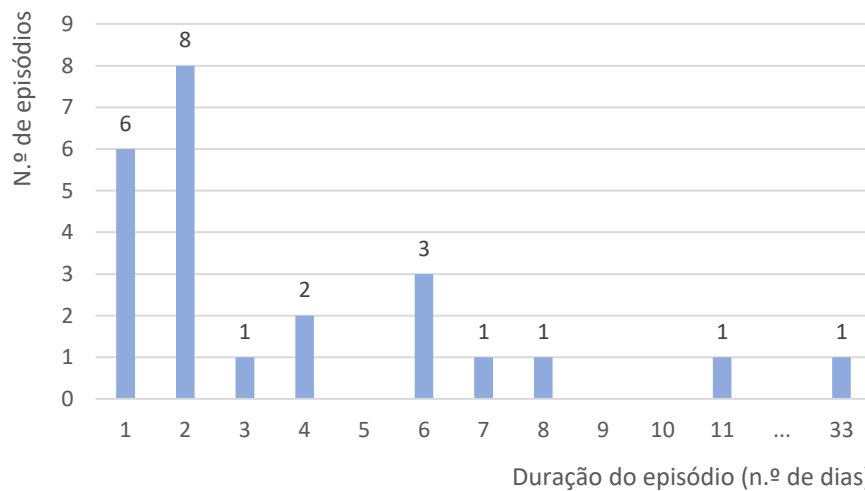
O número de dias com intrusões africanas foi mais elevado nas regiões a sul decrescendo para as regiões mais a norte de Portugal Continental (Figura 8).



**Figura 8. Distribuição do número de dias de evento natural por região em 2018**

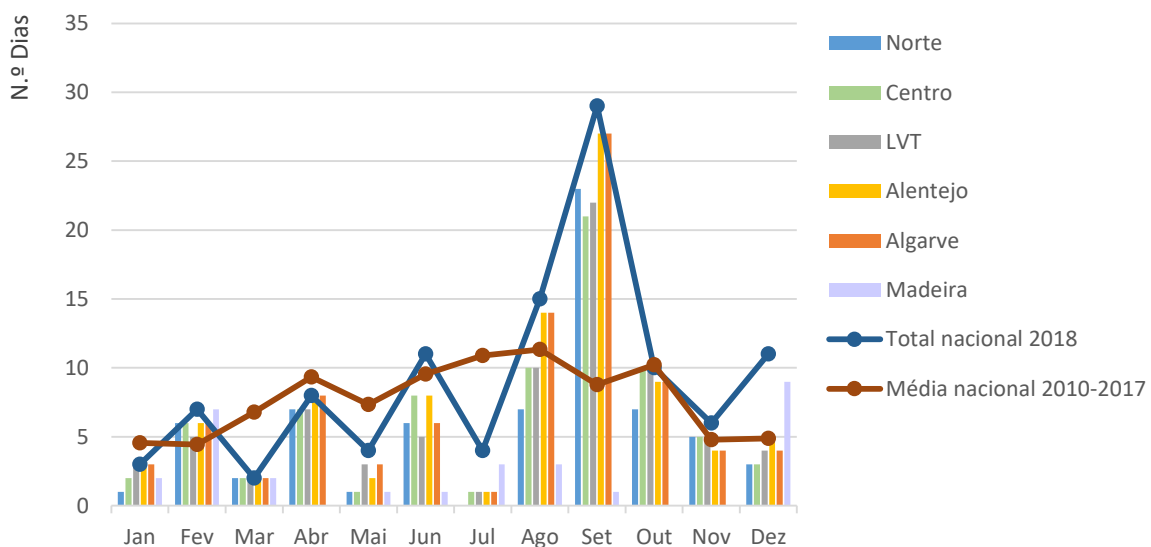
Em 2018, os 110 dias de EN ocorreram distribuídos por 24 episódios. A duração média dos episódios foi de 4,6 dias. Neste ano, a duração mais frequente deste tipo de fenómeno natural foi de um e dois

dias (episódios de curta duração), tal como representa a Figura 9. Ocorreu ainda um episódio muito extenso (de 33 dias de duração) que decorreu durante a quase totalidade do mês de setembro.



**Figura 9. Distribuição do número de episódios de ocorrência de evento natural de acordo com a sua duração em 2018**

No que diz respeito à distribuição da ocorrência de eventos naturais por mês do ano apresenta-se a Figura 10. Verifica-se que, em 2018, se registaram mais eventos naturais em abril, junho e de agosto a outubro. No mês de março, ao contrário de anos anteriores, apenas ocorreram dois dias de eventos naturais, tendo neste mês ocorrido episódios de tempo adverso (chuva e vento) e o final da situação de seca severa (as temperatura máxima e mínima do ar foram muito inferiores ao valor normal e os valores de precipitação foram muito superiores ao normal). O mês de julho, com apenas um dia de intrusão de poeiras em Portugal Continental, classificou-se como muito frio e seco. Por oposição, o mês de setembro, durante o qual se registou o episódio de transporte de poeiras mais longo do ano, caracterizou-se pela ocorrência de tempo excepcionalmente quente e seco (consultar Caixa).



**Figura 10. Distribuição do número de dias de evento natural, por região e mês, em 2018**





Aspetos meteorológicos relevantes relativos a 2018 (Fonte: IPMA, 2019):

O ano de 2018, em Portugal continental, classificou-se como normal, em relação à temperatura do ar e também em relação à precipitação. Em relação à distribuição espacial da precipitação, os valores foram superiores ao normal em quase todo o território, exceto nalguns locais da região Sul. Durante o ano de 2018 ocorreram cinco ondas de calor: uma em junho, uma em agosto, duas em setembro e uma em outubro. Destacam-se ainda os meses de:

- fevereiro (temperatura mínima muito inferior ao normal) e março (temperatura máxima muito inferior ao normal); julho e novembro (valores de temperatura máxima do ar inferiores ao normal) – meses estes também com poucas ocorrências de eventos naturais;
- agosto e setembro, tendo estes sido extremamente quentes (anomalias superiores a 3 °C) - coincidindo com a maior frequência da ocorrência de transporte de poeiras dos desertos;
- destacam-se ainda os valores mensais de precipitação nos meses de março (extremamente chuvoso) e dezembro (muito seco);
- o mês de dezembro foi quente e muito seco.

A ocorrência de incêndios florestais pode contribuir para um acréscimo adicional das concentrações de PM<sub>10</sub>, podendo conduzir a uma sobrestimativa da fração de origem natural. Esta componente teve um peso significativo no ano de 2017 mas não em 2018. A base de dados nacional de incêndios rurais registou, no período compreendido entre 1 de janeiro e 15 de setembro de 2018, um total de 9 725 incêndios rurais que resultaram em 38 223 hectares de área ardida (ICNF, 2018). Comparando os valores do ano de 2018 com o histórico dos 10 anos anteriores, verifica-se que se registaram menos 44% de incêndios rurais e menos 63% de área ardida, relativamente à média anual deste período. O ano de 2018 representou assim o 2.º valor mais reduzido em número de ocorrências e o 3.º valor mais reduzido de área ardida, desde 2008.

## 5 Aplicação da metodologia de desconto das contribuições de origem natural às concentrações de PM<sub>10</sub> em 2018

### 5.1 Eficiência das estações de monitorização da qualidade do ar em 2018

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 PM<sub>10</sub> nas estações das zonas e aglomerações no ano de 2018. As eficiências abaixo de 85% (definidas para medições fixas) encontram-se destacadas a vermelho.

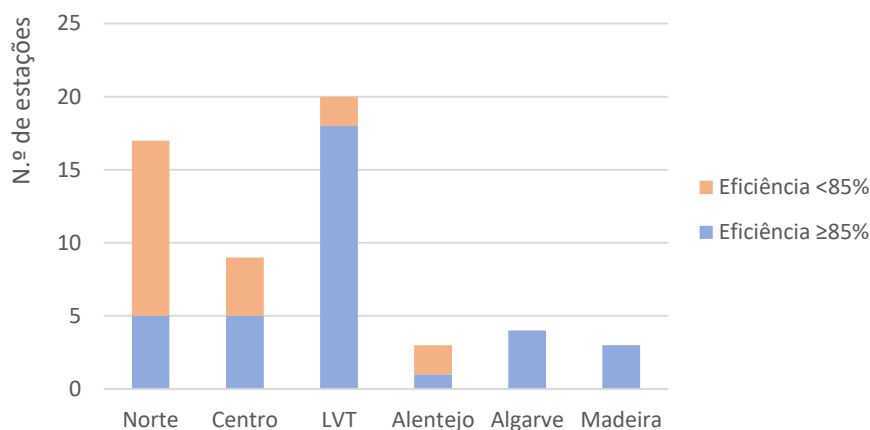
Do total de 56 estações operacionais em 2018, com medições de PM<sub>10</sub> em Portugal Continental e Arquipélago da Madeira, em 36 obtiveram-se eficiências iguais ou superiores a 85%, o que representa 64% de estações com medições com uma significativa cobertura anual.

Em termos da análise da influência de eventos naturais nas concentrações de PM<sub>10</sub>, esta estará mais condicionada pelas falhas de medições na região Norte (Figura 11), já que apenas cinco estações de monitorização desta região tiveram uma eficiência acima de 85%. Nesta região, das 12 estações com eficiência abaixo de 85%, 7 são de medição fixa em contínuo e as restantes 5 são de medição indicativa. A Figura 11 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 PM<sub>10</sub> nas estações de monitorização da qualidade do ar em 2018 (%)**

Região	Tipo de Zona/ Nome da Zona		Tipo de estação/ Nome da estação/ Abreviatura da estação		Eficiência anual (%)	
Norte	A	Porto Litoral	F	Anta-Espinho	AES	76
				Avintes*	AVI	71
				Ermesinde-Valongo*	ERM	66
				Leça do Balio-Matosinhos*	LEC	16
				Mindelo-Vila do Conde*	MVCO	51
			VNTelha-Maia*	VNT	87	
			I	Seara-Matosinhos*	SEA	75
				Meco-Perafita	PER	83
	T	Francisco Sá Carneiro-Campanhã	ANT	67		
		João Gomes Laranjo-S.Hora	HOR	72		
	A	Entre Douro e Minho	F	Burgães-Santo Tirso	BSTI	74
				Frossos-Braga	HORT	78
				Paços de Ferreira	LACT	91
			T	Fr Bartolomeu Mártires-S.Vítor	CRCL	18
Cónego Dr. Manuel Faria-Azurém				GMR	89	
Pe Moreira Neves-Castelões de Cepeda				PRD	93	
Z	Norte Interior	RF	Douro Norte * <sup>R</sup>	OLO	94	
Centro	A	Coimbra	F	Instituto Geofísico de Coimbra*	GEO	97
			T	Coimbra/ Avenida Fernão Magalhães	MAG	68
	A	Aveiro/Ílhavo	F	Ílhavo	ILH	75
			T	Aveiro	AVE	100
	Z	Centro Interior	RF	Fornelo do Monte*	FORN	81
				Fundão * <sup>R</sup>	FUN	95
	Z	Centro Litoral	RF	Ervedeira	ERV	85
				Montemor-o-Velho <sup>R</sup>	MOV	78
Z	Litoral Noroeste do Baixo Vouga	I	Estarreja/Teixugueira	TEI	96	
Lisboa e Vale do Tejo	A	AML Norte	F	Quinta do Marquês	MARQ	98
				Olivais	OLI	99
				Reboleira*	REB	98
				Alverca	ALV	70
				Loures-Centro*	LOU	95
				Mem Martins	MEM	94
			T	Avenida da Liberdade	AVL	98
				Cascais - Escola da Cidadela*	CASE	94
				Entrecampos*	ENT	100
				Odivelas-Ramada*	ODI	98
				Santa Cruz de Benfica*	SCB	15
	A	AML Sul	F	Laranjeiro	LAR	97
				Escavadeira	ESCII	92
			I	Lavradio*	LAV	96
				Paio Pires	PP	98
	A	Setúbal	F	Arcos	ARC	99
			T	Quebedo	QUE	97
	Z	Oeste, Vale do Tejo e Península de Setúbal	RF	Lourinhã	LOR	98
Chamusca <sup>R</sup>				CHA	97	
Fernando Pó*				FPO	90	
Alentejo	Z	Alentejo Interior	RF	Terena * <sup>R</sup>	TER	48
	Z	Alentejo Litoral	I	Monte Chãos*	MCH	42
Algarve	A	Aglomeração Sul	F	Joaquim Magalhães	EJM	99
				Malpique	MAL	99
			T	David Neto	DVN	86
	Z	Algarve	RF	Cerro * <sup>R</sup>	CER	93
Madeira	A	Funchal	F	São Gonçalo*	SGO	99
			T	São João*	SJO	99
	Z	Madeira/Porto Santo	RF	Santana * <sup>R</sup>	SAN	98

Legenda: Tipo de zonamento – A: Aglomeração, Z: Zona; T: Tráfego; I: Industrial; F: Fundo; RF: Rural de Fundo; \*: estação com medição indicativa por estar abaixo do LSA nos últimos 5 anos; <sup>R</sup>: Estação rural de fundo representativa da região ou zona;   Eficiência anual inferior a 85%.



**Figura 11. Número de estações de monitorização de qualidade do ar que tiveram uma eficiência anual acima e abaixo de 85%, por região, em 2018**

## 5.2 Influência dos eventos naturais nas concentrações de PM<sub>10</sub> em 2018

Os resultados da aplicação da metodologia de desconto, da contribuição devida a eventos naturais (EN) para a concentração média de PM<sub>10</sub>, em 2018, apresentam-se na Tabela 6, na Figura 12 e Figura 13.

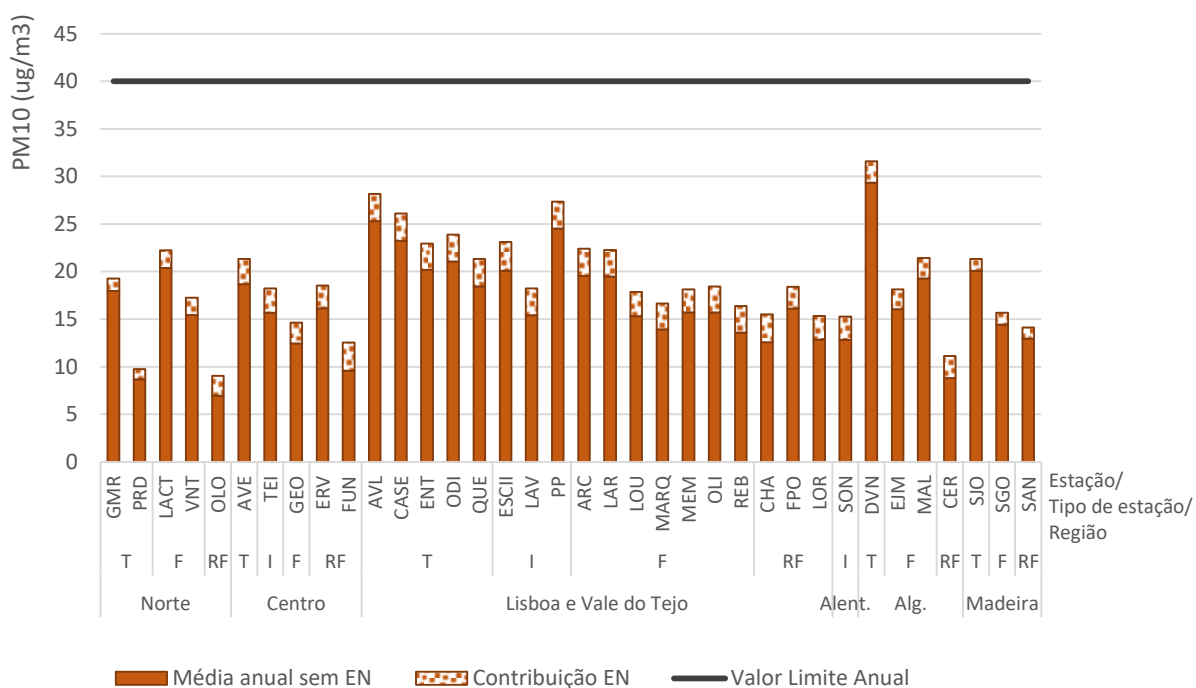
De acordo com o Decreto-Lei n.º 102/2010, o número de excedências (Nº Exced) ao valor limite diário (VLD) de PM<sub>10</sub> (50 µg/m<sup>3</sup>) permitido, por ano, é de 35 e o valor limite anual (VLA) de PM<sub>10</sub> é de 40 µg/m<sup>3</sup> (tal como descrito no ponto 2.2. *Enquadramento legislativo*). Na Tabela 6 indica-se a média anual por estação de monitorização da qualidade do ar, antes e após a aplicação da dedução da contribuição de partículas com origem natural, bem como, a sua contribuição para as excedências ao VLD.

**Tabela 6. Concentração média anual de PM<sub>10</sub> antes e após a aplicação da metodologia de dedução da contribuição devida a eventos naturais e ultrapassagens ao valor limite diário, em 2018**

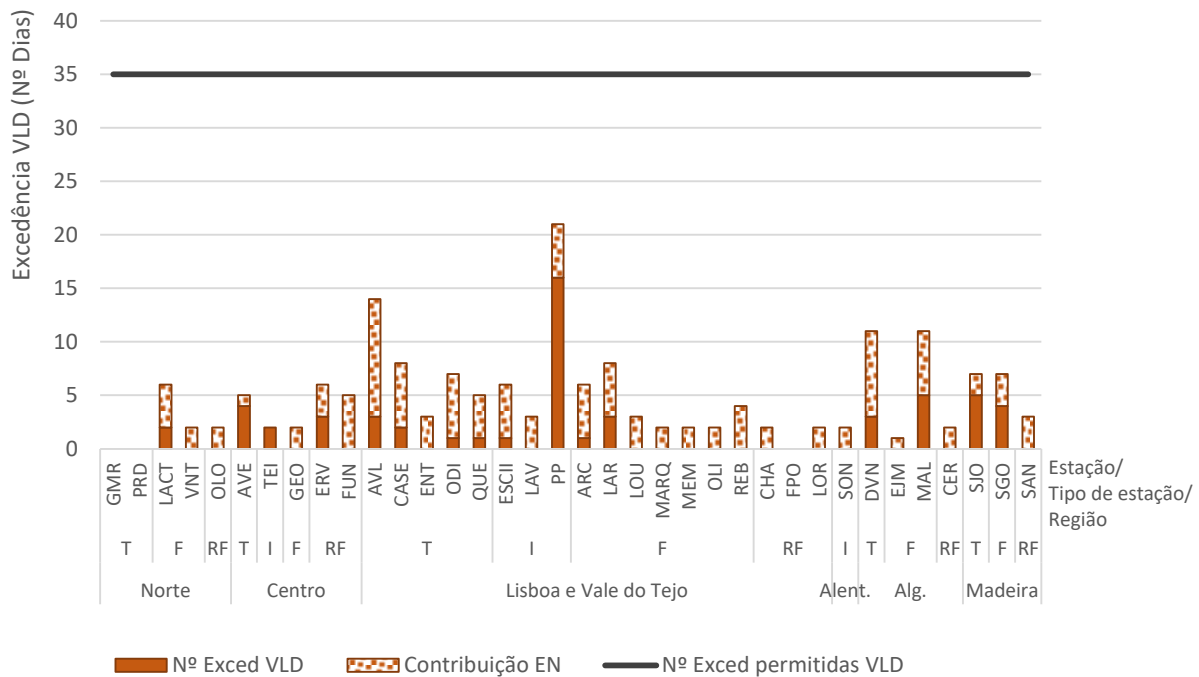
Zona	Tipo/ Nome da estação	Efic. (%)	Base anual (Média anual)				Base diária (Dias>VLD)		
			Antes (µg/m <sup>3</sup> )	Após (µg/m <sup>3</sup> )	Redução (µg/m <sup>3</sup> )	Redução (%)	Antes (N.º)	Após (N.º)	
<b>Região Norte</b>									
Porto Litoral (a)	T	Francisco Sá Carneiro-Campanha	67	18	16	2	10	4	0
		João Gomes Laranjo-S.Hora	72	17	16	1	9	2	1
	I	Meco-Perafita	83	18	16	1	7	0	0
		Seara-Matosinhos*	75	21	19	2	11	5	1
	F	Anta-Espinho	76	12	10	1	11	0	0
		Avintes*	71	18	16	2	11	7	1
		Ermesinde-Valongo*	66	18	16	2	12	3	1
		Leça do Balio-Matosinhos*	16	19	18	1	7	1	0
Entre Douro e Minho (a)	T	Mindelo-Vila do Conde*	51	13	11	2	16	0	0
		VNTelha-Maia*	87	17	15	2	11	2	0
		Cónego Dr. Manuel Faria-Azurém	89	19	18	1	7	0	0
	F	Fr Bartolomeu Mártires-S.Vitor	18	19	18	0	2	0	0
		Pe Moreira Neves-Castelões de Cepeda	93	10	9	1	11	0	0
		Burgães-Santo Tirso	74	18	17	1	7	1	1
		Frossos-Braga	78	10	9	1	10	0	0
Norte Interior	RF	Paços de Ferreira	91	22	20	2	8	6	2
		Douro Norte* <sup>R</sup>	94	9	7	2	23	2	0
<b>Região Centro</b>									
Aveiro/Ílhavo (a)	T	Aveiro	100	21	19	3	12	5	4
	F	Ílhavo	75	22	19	2	11	3	1
Coimbra (a)	T	Coimbra/ Avenida Fernão Magalhães	68	26	22	3	13	5	0
	F	Instituto Geofísico de Coimbra*	97	15	12	2	15	2	0
Litoral Noroeste do Baixo Vouga	I	Estarreja/Teixugueira	96	18	16	3	14	2	2
Centro Interior	RF	Fornelo do Monte*	81	11	9	2	20	0	0
		Fundão* <sup>R</sup>	95	13	10	3	24	5	0
Centro Litoral	RF	Ervedeira	85	19	16	2	13	6	3
		Montemor-o-Velho <sup>R</sup>	78	19	16	3	15	3	0
<b>Região de Lisboa e Vale do Tejo</b>									
AML Norte (a)	T	Avenida da Liberdade	98	28	25	3	10	14	3
		Cascais - Escola da Cidadela*	94	26	23	3	11	8	2
		Entrecampos*	100	23	20	3	12	3	0
		Odivelas-Ramada*	98	24	21	3	12	7	1
		Santa Cruz de Benfica*	15	28	27	1	3	1	1
	F	Alverca	70	17	15	2	11	0	0
		Loures-Centro*	95	18	15	3	14	3	0
		Mem Martins	94	18	16	2	13	2	0
		Olivais	99	18	16	3	15	2	0
AML Sul (a)	I	Quinta do Marquês	98	17	14	3	16	2	0
		Reboleira*	98	16	14	3	17	4	0
		Escavadeira	92	23	20	3	13	6	1
	F	Lavradio*	96	18	15	3	16	3	0
Setúbal (a)	T	Paio Pires	98	27	25	3	10	21	16
	F	Laranjeiro	97	22	19	3	13	8	3
OVTPS	RF	Quebedo	97	21	18	3	14	5	1
		Arcos	99	22	20	3	13	6	1
		Chamusca <sup>R</sup>	97	15	13	3	19	2	0
Região Alentejo	RF	Fernando Pó*	90	18	16	2	13	0	0
		Lourinhã	98	15	13	3	16	2	0
Alentejo Interior	RF	Terena* <sup>R</sup>	48	15	11	4	26	3	0
		Monte Chãos*	42	17	15	2	13	1	0
Alentejo Litoral	I	Sonega*	86	15	13	2	16	2	0
<b>Região Algarve</b>									
Aglomeração Sul (a)	T	David Neto	86	32	29	2	7	11	3
	F	Joaquim Magalhães	99	18	16	2	11	1	0
		Malpique	99	21	19	2	10	11	5
Algarve	RF	Cerro* <sup>R</sup>	93	11	9	2	21	2	0

Zona	Tipo/ Nome da estação		Efic. (%)	Base anual (Média anual)				Base diária (Dias>VLD)	
				Antes ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Após ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Redução ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Redução (%)	Antes (N.º)	Após (N.º)
<b>Região da Madeira</b>									
Funchal (a)	T	São João*	99	21	20	1	6	7	5
	F	São Gonçalo*	99	16	14	1	8	7	4
Madeira/Porto Santo	RF	Santana* <sup>R</sup>	98	14	13	1	8	3	0

**Legenda: (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; <sup>R</sup> – estação rural de fundo representativa da região; \* - estação com medição indicativa; **antes/após** – média anual ou n.º de dias acima do VLD antes/após da aplicação dos descontos devido a evento natural; **Dias>VLD** – N.º de dias em excedência ao valor limite diário de PM<sub>10</sub>.



**Figura 12. Média anual de PM<sub>10</sub>, por estação, antes e após a dedução da fração devida a evento natural, em 2018 (estações com eficiência ≥85%)**



**Figura 13. Número de dias em excedência ao valor limite diário de PM<sub>10</sub>, por estação, antes e após a dedução da fração devida a evento natural, em 2018 (estações com eficiência ≥85%)**

De acordo com os resultados, de base anual (Figura 12), das redes de monitorização da qualidade do ar, verifica-se que as estações com as concentrações médias mais elevadas, em 2018, foram as de David Neto (com 32 µg/m<sup>3</sup>, sendo de tipo tráfego e localizada na Aglomeração Sul), Avenida da Liberdade (com 28 µg/m<sup>3</sup>, sendo uma estação de tráfego da Área Metropolitana de Lisboa Norte) e Paio Pires (com 27 µg/m<sup>3</sup>, estação de influência industrial da Área Metropolitana de Lisboa Sul).

Em termos dos resultados, de base diária (Figura 13), o maior número de ultrapassagens ao VLD (50 µg/m<sup>3</sup>) ocorreu na estação de Paio Pires, que se destaca das restantes com um total de 21 dias em excedência ao VLD. Esta estação regista a influência de fontes de poeiras provenientes da área industrial onde se localiza. Segue-se a estação de Avenida da Liberdade com 14 excedências ao VLD mas que, após dedução da contribuição natural, contabiliza apenas 3 dias de ultrapassagem ao VLD de origem antropogénica (tráfego rodoviário), sendo que os restantes 11 dias de concentração diária acima do valor limite têm uma contribuição de origem natural.

Relativamente à verificação da conformidade legal face aos valores limites legais (VLA e VLD), verifica-se que em 2018 estes não foram ultrapassados. O VLD foi excedido mas em número inferior às 35 ultrapassagens diárias permitidas, por ano, pela legislação. A ocorrência de eventos naturais contribuiu, em média nas estações com eficiência ≥85%, com 2,4 µg/m<sup>3</sup> de acréscimo da média anual (representando um peso de 12% na média anual) e com 3 dias de excedência ao VLD.

O peso da contribuição de PM<sub>10</sub> de origem natural para a média anual é mais significativo nas regiões do Alentejo, Lisboa e Vale do Tejo e Centro e é superior em zonas e inferior nas aglomerações.

As condições meteorológicas em 2018 foram favoráveis à dispersão de poluentes atmosféricos o que se refletiu nas concentrações mais reduzidas de PM<sub>10</sub> e no cumprimento generalizados dos respetivos valores limite. As ultrapassagens ao VLD em estações rurais de fundo foram todas justificadas pela ocorrência de eventos naturais.



## 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 2018 teve em conta a informação dada pelos modelos BSC Dust Daily Forecast, SKIRON e HYSPLIT, 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 2018, apuraram-se 110 dias com intrusões africanas representando 30% do ano, o que se encontra dentro da média dos últimos anos (com exceção de 2017, que foi muito superior). Os 110 dias de eventos naturais ocorreram distribuídos em 24 episódios, com uma duração média de 4,6 dias. Durante a quase totalidade do mês de setembro ocorreu um episódio muito extenso (com 33 dias de duração). Os eventos naturais ocorreram mais frequentemente, em 2018, em junho e de agosto a 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 12%, valor dentro da média dos últimos dez anos.

Em relação à avaliação da conformidade legal face aos valores limites legais (anual e diário) verifica-se que em 2018 estes não foram ultrapassados. Registaram-se ultrapassagens ao valor limite diário mas em número permitido pela legislação, não se traduzindo em situações de inconformidade. Em 2018 as condições meteorológicas foram, de um modo geral, favoráveis à dispersão de poluentes atmosféricos o que se refletiu nas concentrações mais reduzidas de  $PM_{10}$  e no cumprimento generalizados dos respetivos limites legais.

## 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.

ICNF – Sistema de Gestão de Informação de Incêndios Florestais, (2018). *Relatório provisório de incêndios rurais – 2018 – 01 de janeiro a 15 de setembro*. Departamento de Gestão de Áreas Públicas e de Proteção Florestal (DGAPPF)/ Divisão de Defesa da Floresta e Valorização de Áreas Públicas (DDFVAP), número 6º RIR/DDFVAP/2018, 17/09/2018. Disponível em: <http://www2.icnf.pt/portal/florestas/dpci/relat/rel-if/2018>.

IPMA (Instituto Português do Mar e da Atmosfera), 2019. *Boletim Climatológico Anual Portugal Continental 2018*, Disponível em: [http://www.ipma.pt/resources.www/docs/im.publicacoes/edicoes.online/20190131/ddliTNijyEWyfrhUMDTy/cli\\_20180901\\_20181231\\_pcl\\_aa\\_co\\_pt.pdf](http://www.ipma.pt/resources.www/docs/im.publicacoes/edicoes.online/20190131/ddliTNijyEWyfrhUMDTy/cli_20180901_20181231_pcl_aa_co_pt.pdf), Acedido em: 24/04/2019.

Querol, X., Alastuey, A., (1999). *Detection of Natural Events Influencing PM<sub>10</sub> 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 PM<sub>10</sub> and PM<sub>2,5</sub>, and justification with regards to the exceedances of the PM<sub>10</sub> 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.