




**IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DE EVENTOS NATURAIS  
EM PORTUGAL NO ANO DE 2015**

**RELATÓRIO**



**Dezembro 2016**

<b>Título</b>	IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DE EVENTOS NATURAIS EM PORTUGAL NO ANO DE 2015   Relatório
<b>Âmbito</b>	Relatório elaborado no âmbito do procedimento de aquisição de serviços para o acompanhamento dos eventos naturais estabelecido entre a APA e a NOVA.ID.FCT
<b>Data</b>	Dezembro 2016
<b>APA</b>	Agência Portuguesa do Ambiente 
<b>NOVA.ID.FCT</b>	NOVA.ID.FCT - Associação para a Inovação e Desenvolvimento da FCT 
<b>Equipa</b>	Francisco Ferreira (Coordenação) Joana Monjardino (Equipa técnica) Luísa Mendes (Equipa técnica)

## Índice

1	Introdução.....	5
1.1	<i>Eventos naturais no contexto Ibérico: desenvolvimento de uma metodologia conjunta</i> .....	6
1.2	<i>Tipologia de eventos naturais</i> .....	6
2	Enquadramento legislativo .....	8
3	Metodologia.....	11
4	Identificação dos dias de eventos naturais com origem na intrusão de ar proveniente do Norte de África em 2015 .....	17
5	Influência dos eventos naturais nas excedências aos valores-limite de PM <sub>10</sub> em 2015 ..	25
5.1	<i>Influência dos eventos naturais nas excedências ao valor-limite diário de PM<sub>10</sub></i> .....	25
5.2	<i>Influência dos eventos naturais nas excedências ao valor-limite anual de PM<sub>10</sub></i> .....	28
5.3	<i>Análise da conformidade legal face às excedências aos valores-limite de PM<sub>10</sub></i> .....	31
6	Conclusões .....	34
7	Referências bibliográficas .....	35

## Índice de Figuras

Figura 1. Secções de identificação da intrusão de ar na Península Ibérica e Arquipélagos.....	11
Figura 2. Regiões e estações rurais de fundo utilizadas para a quantificação da contribuição de eventos naturais no território de Portugal Continental em 2015 .....	13
Figura 3. Exemplo dos elementos que contribuem para a identificação de um dia de evento natural com influência sobre o território nacional (neste caso a 30/08/2015 com o modelo BSC-DREAM8b: concentrações à superfície, ocorrência de precipitação, deposição seca e deposição húmida).....	18
Figura 4. Exemplo dos elementos que contribuem para a identificação de um dia de evento natural com influência sobre o território nacional (neste caso a 30/08/2015 com as retrotrajetórias HYSPLIT para cada uma das estações rurais de fundo representativas das regiões: Douro-Norte, Fundão, Chamusca, Terena, Cerro e Santana) .....	19
Figura 5. Distribuição do número de dias de evento natural por ano .....	22
Figura 6. Distribuição do número de dias de evento natural por região em 2015 .....	23
Figura 7. Distribuição do número de dias de evento natural, por região e mês, em 2015.....	24
Figura 8. Conformidade legal de zonas e aglomerações face ao valor-limite diário de PM <sub>10</sub> , antes e após o desconto da fração devida a evento natural, em 2015.....	32
Figura 9. Conformidade legal de zonas e aglomerações face ao valor-limite anual de PM <sub>10</sub> , antes e após o desconto da fração devida a evento natural, em 2015.....	33

## Índice de Tabelas

Tabela 1. Tipologias de eventos naturais (tipo, período de ocorrência, origem e condições meteorológicas).....	7
Tabela 2. Parâmetros relativos às PM <sub>10</sub> definidos no Decreto-Lei n.º 102/2010 .....	8
Tabela 3. Zonas Ibéricas selecionadas para a identificação da ocorrência de eventos naturais.....	12
Tabela 4. Identificação de episódios de intrusão de poeiras provenientes do Norte de África no ano de 2015 (datas de ocorrência) .....	20
Tabela 5. Verificação da situação de excedência ao valor-limite diário de PM <sub>10</sub> antes e após a aplicação da metodologia de desconto da contribuição devida a eventos naturais, em 2015 .....	26
Tabela 6. Verificação da situação de excedência ao valor-limite anual de PM <sub>10</sub> antes e após a aplicação da metodologia de desconto da contribuição devida a eventos naturais, em 2015 .....	28
Tabela 7. Situação de conformidade legal das zonas e aglomerações face aos valores-limite diário e anual de PM <sub>10</sub> , antes e após a aplicação do desconto da contribuição de eventos naturais, para o ano de 2015.....	33

## 1 Introdução

O presente documento consiste no relatório de identificação e avaliação de eventos naturais ocorridos, em Portugal, no ano de 2015.

O transporte a longa distância de partículas 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 (EUC, 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  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Apesar destes eventos serem detetados com maior frequência no domínio mediterrânico, os países da Europa Central e do Norte também são esporadicamente influenciados. Os episódios naturais de elevadas concentrações de partículas em suspensão com diâmetro aerodinâmico inferior a  $10 \mu\text{m}$  ( $\text{PM}_{10}$ ) são mais frequentes no período de Primavera e Verão (EUC, 2011).

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, documentos estes relativos à avaliação e gestão da qualidade do ar ambiente).

Caso a Comissão Europeia seja informada da existência de uma excedência ao valor-limite de  $\text{PM}_{10}$  imputável a fontes naturais, essa excedência não é considerada como tal para efeitos de avaliação de conformidade legal.

No âmbito do reporte anual à Comissão Europeia (Decisão 2011/850/CE), os Estados-Membros indicam as causas das excedências ao valor-limite de  $\text{PM}_{10}$ , importando por isso identificar a contribuição devida a fontes de emissão 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.”*

A nível nacional, uma das contribuições naturais com maior expressão, e por isso a considerada no presente estudo, trata-se do transporte atmosférico de partículas naturais provenientes de regiões secas (desertos do Norte de África), designada no presente documento de forma abreviada por *eventos naturais*.

## 1.1 Eventos naturais no contexto Ibérico: desenvolvimento de uma metodologia conjunta

Relativamente à avaliação dos eventos com origem nos desertos Norte Africanos tem vindo a ser aplicada uma metodologia conjunta desenvolvida pela a equipa do *Instituto de Ciencias de la Tierra Jaume Almera* (CSIC, Barcelona), coordenada pelo Prof. Xavier Querol, e com a participação do Departamento de Ciências e Engenharia do Ambiente da FCT/UNL, resultando de um convénio Luso-Espanhol de colaboração entre os respetivos ministérios que tutelam a pasta do Ambiente.

A identificação e avaliação de eventos naturais tem vindo a ser efetuada, em Portugal, desde 2005, ainda que com alguns ajustes na metodologia aplicada e permite:

- inventariar os dias para os quais se identificou a ocorrência de fenómenos naturais;
- quantificar a contribuição do fenómeno natural para a média diária e anual de  $PM_{10}$ ;
- avaliar a redução no número de dias em excedência ao valor-limite diário de  $PM_{10}$ ;
- avaliar a redução das estações em excedência ao valor-limite anual de  $PM_{10}$ ;
- averiguar que estações de monitorização de qualidade do ar passam a estar em cumprimento legal, relativamente ao poluente  $PM_{10}$ .

A intrusão de ar transportando poeiras de regiões áridas Norte-africanas é caracterizada por uma grande dimensão espacial, sendo a sua avaliação feita para todo o domínio da Península Ibérica, identificando-se a ocorrência deste fenómeno por secções geográficas atribuídas a Portugal e Espanha (apresentadas em maior detalhe na secção relativa à Metodologia).

## 1.2 Tipologia de eventos naturais

Uma vez que o transporte de partículas dos desertos africanos é mais intenso em determinadas épocas do ano, é possível identificar situações distintas quanto ao tipo de ocorrência de eventos naturais, que se apresentam de forma resumida na Tabela 1.

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

<b>Tipo de Evento</b>	<b>Período</b>	<b>Origem e Condições meteorológicas predominantes</b>
Baixa probabilidade de ocorrência, apenas em regiões do Sul	Novembro - Janeiro	Intrusão de partículas inibidas, estes eventos de partículas ocorrem somente nas áreas do sul (Península Ibérica)
Eventos secos	Fevereiro – Março	Sahel Extensas nuvens de partículas provenientes do Atlântico Anticiclones (Mediterrâneo e Norte de África)
Chuvas vermelhas & Eventos secos	Abril - Junho	Movimentação de partículas do Sahel para o Sahara; Depressões (SW Portugal) e/ou Anticiclones (Mediterrâneo e Norte de África)
Eventos secos	Julho – Agosto	Sahara Movimentação intensa e incontrolável de partículas Anticiclones (Mediterrâneo e Norte de África)
Chuvas vermelhas & Eventos secos	Setembro - Outubro	Movimentação de partículas do Sahara para o Sahel Depressões (SW Portugal) e/ou Anticiclones (Mediterrâneo e Norte de África)

Fonte: Querol *et al.*, 1999

## 2 Enquadramento legislativo

O Decreto-Lei n.º 102/2010, de 23 de Setembro, alterado pelo Decreto-Lei n.º 43/2015, de 27 de março, 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). O Decreto-Lei n.º 102/2010 transpõe para o direito nacional a Diretiva 2008/50/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 21 de Maio, relativa à qualidade do ar ambiente e a um ar mais limpo na Europa e incluiu também o conteúdo da designada 4ª Diretiva Filha (Diretiva 2004/107/CE). Este diploma legal inclui a possibilidade de se efetuarem descontos, devido a fontes naturais de poluição, aquando da avaliação de conformidade em relação aos valores-limite de partículas:

*“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.”*

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. Os valores-limite da qualidade do ar para a proteção da saúde humana estabelecidos para as partículas em suspensão de diâmetro aerodinâmico inferior a 10 µ (PM<sub>10</sub>) entraram em vigor em 2005. Os parâmetros definidos pelo Decreto-lei n.º 102/2010, para a proteção da saúde humana, relativamente às PM<sub>10</sub>, encontram-se indicados na Tabela 2.

**Tabela 2. Parâmetros relativos às PM<sub>10</sub> definidos no Decreto-Lei n.º 102/2010**

Poluente	PM <sub>10</sub>	
Diploma legal	Decreto-Lei n.º 102/2010	
Parâmetro/ Período de agregação	Média diária (µg/m <sup>3</sup> )	Média anual (µg/m <sup>3</sup> )
Data de cumprimento do valor-limite	1 de Janeiro de 2005	1 de Janeiro de 2005
LIA	20 <sup>a</sup>	20 <sup>c</sup>
LSA	30 <sup>a</sup>	28 <sup>c</sup>
VL	50 <sup>b</sup>	40 <sup>c</sup>

LIA - limiar inferior de avaliação; LSA – limiar superior de avaliação; VL – valor-limite;  
<sup>a</sup> a não ultrapassar mais do que 7 vezes num ano. É avaliado usando o indicador 8º máximo diário;  
<sup>b</sup> a não ultrapassar mais do que 35 vezes num ano. É avaliado usando o indicador 36º máximo diário;  
<sup>c</sup> é avaliado usando o indicador média anual.



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.

Segundo o Decreto-Lei n.º 102/2010, consideram-se 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.”*

Relativamente ao regime de avaliação da contribuição das fontes naturais de poluição, o Decreto-Lei n.º 102/2010, Artigo 31.º estabelece que:

*“1 — As CCDR elaboram as listas das zonas e aglomerações onde as excedências aos valores-limite de um determinado poluente são imputáveis a fontes naturais, em conformidade com a metodologia a publicar pela Comissão Europeia.*

*2 — As listas a que se refere o número anterior incluem informação sobre as concentrações medidas, sobre as fontes e elementos que demonstrem que as excedências são imputáveis a fontes naturais.*

*3 — Caso as excedências sejam unicamente imputáveis a fontes naturais, essa excedência não é considerada para efeitos de cumprimento dos valores-limite fixados no presente decreto-lei.”*

O Artigo 35.º do Decreto-Lei n.º 102/2010, relativo à transmissão de informação a nível nacional, determina que:

*“1 — As CCDR, no âmbito das suas competências, enviam à APA até ao final do 1.º trimestre de cada ano civil a seguinte informação, relativa ao ano anterior:*

*e) Os elementos relativos à dedução da contribuição de fontes naturais a que se refere o artigo 31.º, incluindo as evidências que demonstrem a sua atribuição a fontes naturais;”*

O Artigo 36.º do Decreto-Lei n.º 102/2010, relativo à transmissão de informação à Comissão Europeia, indica que:

*“1 — A APA transmite à Comissão Europeia, nove meses após o final de cada ano:*

*f) As listas das zonas e aglomerações onde a excedência dos valores-limite de um determinado poluente são imputáveis a fontes naturais, bem como, a informação a que se refere o n.º 2 do artigo 31.º”.*

O Conselho da União Europeia disponibilizou em 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 casos identificados, como é o caso do presente documento.

### 3 Metodologia

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.

A intrusão de ar transportando partículas provenientes dos desertos do Norte de África é caracterizada por uma escala ou dimensão espacial grande, denominada por fenómeno de larga-escala. Por este motivo, a sua identificação é feita para todo o domínio da Península Ibérica, através da metodologia conjunta entre Portugal e Espanha, identificando-se a ocorrência deste fenómeno nas secções geográficas representadas na Figura 1.

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.

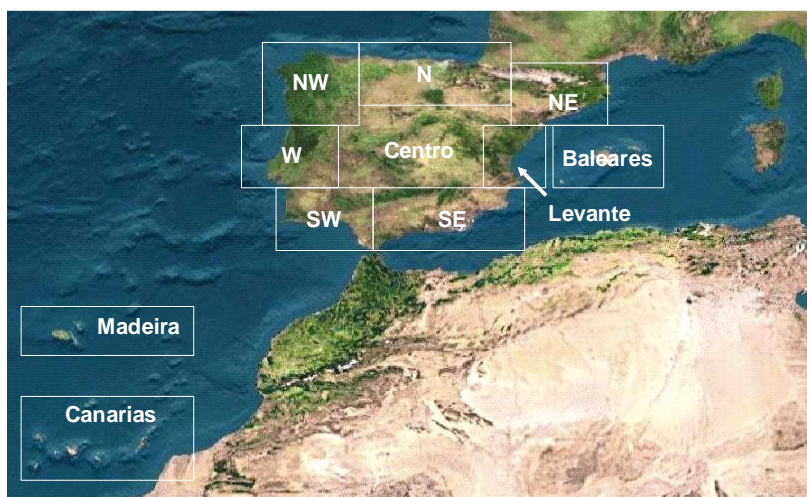


Figura 1. Secções de identificação da intrusão de ar na Península Ibérica e Arquipélagos

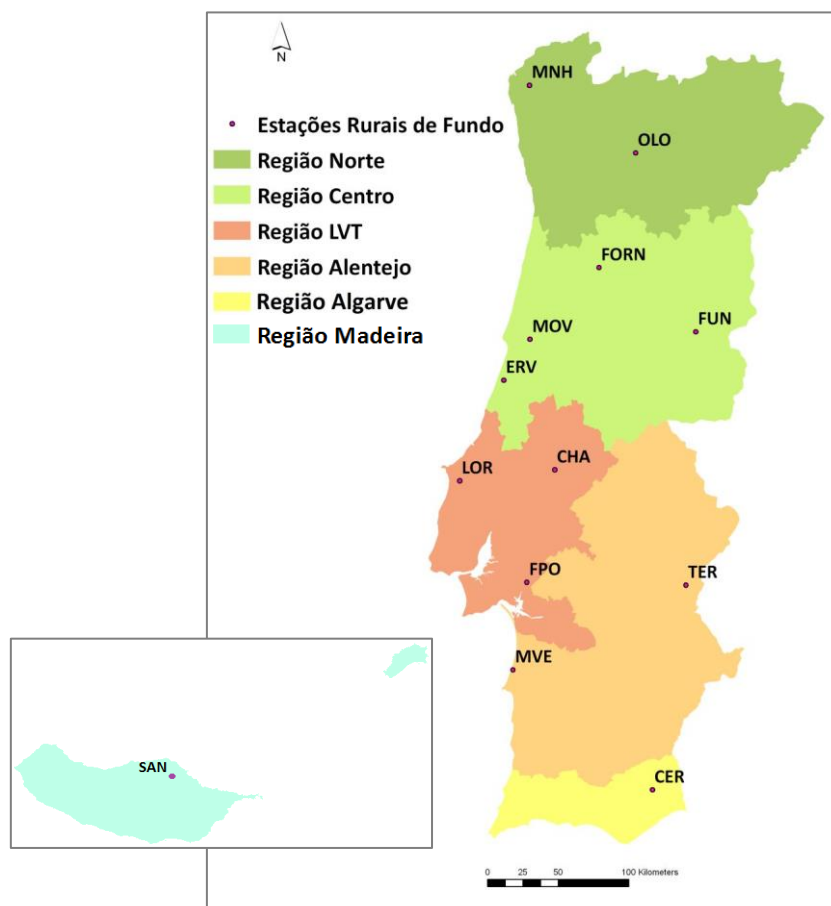
**Tabela 3. Zonas Ibéricas selecionadas para a identificação da ocorrência de eventos naturais**

Zona	Espanha	Portugal
<b>NW</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>W</b>	-	Região Lisboa e Vale do Tejo e Região Centro
<b>Centro</b>	Resto da Extremadura, Castilla la Mancha, Comunidade de Madrid, Castilla León	-
<b>Levante</b>	Comunidade Valenciana até ao delta do Ebro	-
<b>Baleares</b>	Baleares (Arquipélago)	-
<b>SW</b>	Andaluzia Ocidental, Sul da Extremadura	Região Algarve e Região Alentejo
<b>SE</b>	Andaluzia Oriental, Murcia	-
<b>Canárias</b>	Canárias (Arquipélago)	-
<b>Madeira</b>	-	Madeira (Arquipélago)

Em termos metodológicos, seguem-se as seguintes etapas para a avaliação da contribuição das PM<sub>10</sub> de origem natural, transportadas nos episódios de advecção de poeiras do Norte de África:

- Os dias de ocorrência de intrusão de ar proveniente do Norte de África são identificados e assinalados para cada uma das referidas secções geográficas. A identificação destes dias é aferida em conjunto com a equipa técnica homóloga do *Instituto de Ciencias de la Tierra Jaume Almera* (CSIC, Barcelona);
- Em cada secção existe uma ou mais estações rurais de fundo que representam a qualidade do ar livre da influência das fontes de emissão antropogénica. Estas estações servem, numa primeira fase, para verificar se houve influência do evento natural nas concentrações de PM<sub>10</sub> medidas à superfície e, numa segunda fase, para quantificar a contribuição da intrusão de partículas de ar africano em cada secção geográfica;
- Após a identificação dos dias em que ocorreu intrusão de ar contaminado com partículas provenientes do Norte de África (em cada uma das secções da Península Ibérica), a contribuição do evento em Portugal é quantificada em cada região de jurisdição das Comissões de Coordenação e Desenvolvimento Regional (CCDR) e Secretaria Regional do Ambiente e Recursos Naturais da Região Autónoma da Madeira.

As estações rurais de fundo são fundamentais na avaliação dos fenómenos naturais, tendo-se considerado, na análise de 2015, as indicadas na Figura 2, localizadas em Portugal Continental bem como na zona da Madeira/Porto Santo.



**Figura 2. Regiões e estações rurais de fundo utilizadas para a quantificação da contribuição de eventos naturais em Portugal em 2015**

A metodologia de cálculo da contribuição das  $PM_{10}$  de origem natural, transportadas nos episódios de advecção de poeiras do Norte de África, baseada na indicada em Querol *et al.* (2009) e EUC (2011), pode ser sistematizada de acordo com as seguintes etapas:

1. Identificam-se os dias com ocorrência de evento natural. Este processo resulta da combinação da informação dada por:
  - modelo BSC-DREAM8b Atmospheric Dust Forecast System que indica a concentração à superfície de poeira mineral transportada pelo ar com origem nos desertos Africanos (<http://www.bsc.es/projects/earthscience/DREAM/>), ou outros modelos como SKIRON (<http://forecast.uoa.gr/dustindx.php>), ou através do recurso de imagens LIDAR ([http://www-calipso.larc.nasa.gov/products/lidar/browse\\_images/show\\_calendar.php](http://www-calipso.larc.nasa.gov/products/lidar/browse_images/show_calendar.php));

- retrotrajectórias do modelo de dispersão Hysplit (Hybrid Single-Particle Lagrangian Integrated Trajectory) que indica a proveniência da massa de ar no local das estações de monitorização, a vários níveis de altitude ([http://ready.arl.noaa.gov/HYSPLIT\\_disp.php](http://ready.arl.noaa.gov/HYSPLIT_disp.php));
  - concentrações medidas nas estações de qualidade do ar (dados validados) em cada região de gestão das CCDR (<http://www.qualar.org/>);
2. 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. Identificaram-se as seguintes em Portugal Continental:
- Lamas de Olo (região Norte),
  - Fundão e Montemor-o-Velho<sup>1</sup> (região Centro),
  - Chamusca (região de Lisboa e Vale do Tejo),
  - Terena (região Alentejo),
  - Cerro (região Algarve),
  - Santana (região da Madeira/Porto Santo);
3. Seguem-se os cálculos da contribuição da fração natural. 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 40<sup>2</sup> está correlacionado com dias associados a advecção atlântica representando a fração de ar limpo;
4. 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;
5. A contribuição calculada a partir da estação de rural de fundo representativa de cada secção é posteriormente subtraída às concentrações médias diárias de todas as estações de cada região;
6. Se uma dada estação estiver em excedência e, após a subtração do evento natural, a concentração se tornar inferior ao valor-limite diário, então considera-se que essa excedência foi causada pela intrusão de ar africano. Igualmente, para uma determinada estação em excedência ao valor-limite

---

<sup>1</sup> Ao contrário dos anos anteriores, em 2015 utilizou-se como estação representativa da zona Centro Litoral a de Montemor-o-Velho, já que foi a que apresentou os valores médios de PM<sub>10</sub> mais baixos, bem como, uma eficiência mais elevada.

<sup>2</sup> 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).

anual, a que se lhe apliquem os descontos diários devidos a eventos naturais, e esta ficar abaixo do valor-limite, também essa excedência anual se considera como devida a fontes de emissão naturais.

Na aplicação da metodologia de desconto de eventos naturais podem surgir situações que implicam pequenas alterações à metodologia definida. Indicam-se de seguida esses casos especiais, a ter em conta:

- **Concentrações não disponíveis:** em determinado dia de episódio a estação rural de fundo pode apresentar uma falha no fornecimento de dados. Neste caso a contribuição de partículas do episódio pode ser dada pela estação rural de fundo (da mesma região) mais próxima.
- **Contribuição nula:** em determinados episódios, o desconto da contribuição poderá ser nulo. Esta situação reflete um episódio com um transporte de partículas muito fraco. Nestes caso pode não se aplicar o desconto da contribuição de evento natural às concentrações de partículas.
- **Contribuição negativa:** nas situações em que o fenómeno é mais intenso na estação rural de fundo, a contribuição estimada pode dar origem a valores negativos após a aplicação do desconto em algumas estações da mesma região. Nestes casos seleciona-se uma das seguintes opções (pela seguinte ordem):
  1. 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;
  2. se o valor descontado continuar negativo, substitui-se pelo desconto determinado através da estação rural de fundo mais próxima;
  3. 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).
- **Intensidade do evento:** em determinados eventos, a massa de ar africano carregada de partículas apresenta uma concentração mais elevada a maiores altitudes. A estação rural de fundo pode registar valores muito superiores relativamente às outras estações se estiver localizada a uma altitude superior. Consequentemente, ao aplicar o desconto às várias estações podem obter-se valores negativos, tratando-se da situação exposta anteriormente. Da mesma forma, o episódio poderá ser mais intenso junto da superfície, e a estação rural de fundo, localizada a um nível mais elevado, registar concentrações menores. Também pode ocorrer um desfasamento entre a intensidade do evento registado numa estação rural de fundo e nas restantes estações de uma dada região. Este problema decorre da limitação da representatividade espacial das estações de referência e das restantes estações.

- **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. Pode-se considerar até dois dias o tempo de residência das partículas com origem no evento, após este ter terminado.

Relativamente aos casos especiais anteriormente mencionados, nomeadamente no que diz respeito à intensidade do evento, a região Centro configura-se como um exemplo. Com efeito, esta região com uma orografia determinante (principalmente marcada pela Cordilheira Central juntamente com os maciços das Serras de Caramulo e Montemuro), que tem influência na dispersão dos poluentes, ocorre por vezes um desfaseamento entre a intensidade do evento registado nas zonas Centro Litoral e Centro Interior. Por esse motivo, em 2010 testou-se uma opção metodológica, que se tem replicada desde então, tendo sido seleccionadas duas estações rurais de fundo representativas da região: a do Fundão para a zona Centro Interior e a de Montemor-o-Velho<sup>3</sup> para a zona Centro Litoral (em vez de se considerar apenas a do Fundão para avaliar toda a região Centro).

A análise do impacto dos eventos naturais nos níveis de partículas não tem sido efetuada para as Regiões Autónomas da Madeira (RAM) e dos Açores (RAA), dadas as seguintes especificidades:

- No caso da RAA, representada pela estação de monitorização da qualidade do ar do Faial, não se dispõe da informação de ocorrência de evento natural dada pelo modelo BSC-DREAM8b uma vez que nenhum dos domínios disponíveis abrange esta região. Contudo, verifica-se que os níveis de PM<sub>10</sub> registados no Faial são habitualmente muito reduzidos, sendo que em 2015 esta estação foi a que apresentou a média anual de PM<sub>10</sub> mais baixa no país (de 5,6 µg/m<sup>3</sup>, sendo o percentil 98 das médias diárias de 13,6 µg/m<sup>3</sup>), pelo que o acréscimo das poeiras dos desertos nas concentrações não trará impactos muito significativos para a saúde humana;
- No caso da RAM, a sua exclusão da análise tem-se devido ao facto de a rede de monitorização ter estado desativada durante os anos compreendidos entre 2012 e 2014, não se dispondo de dados de PM<sub>10</sub> nesse período. No ano de 2015 a rede foi reativada, sendo composta pelas estações de São João (a funcionar desde 27/03/2015), São Gonçalo (a funcionar desde 02/05/2015) e a estação rural de fundo de Santana (a funcionar desde 31/05/2015). Assim, para o ano de 2015, a avaliação de eventos naturais já foi possível efetuar, aplicando-se os descontos da fração natural a partir do mês de Abril de 2015.

---

<sup>3</sup> Ao contrário dos anos anteriores, em 2015 utilizou-se como estação representativa da zona Centro Litoral a de Montemor-o-Velho, já que foi a que apresentou os valores médios de PM<sub>10</sub> mais baixos, bem como, uma eficiência mais elevada.

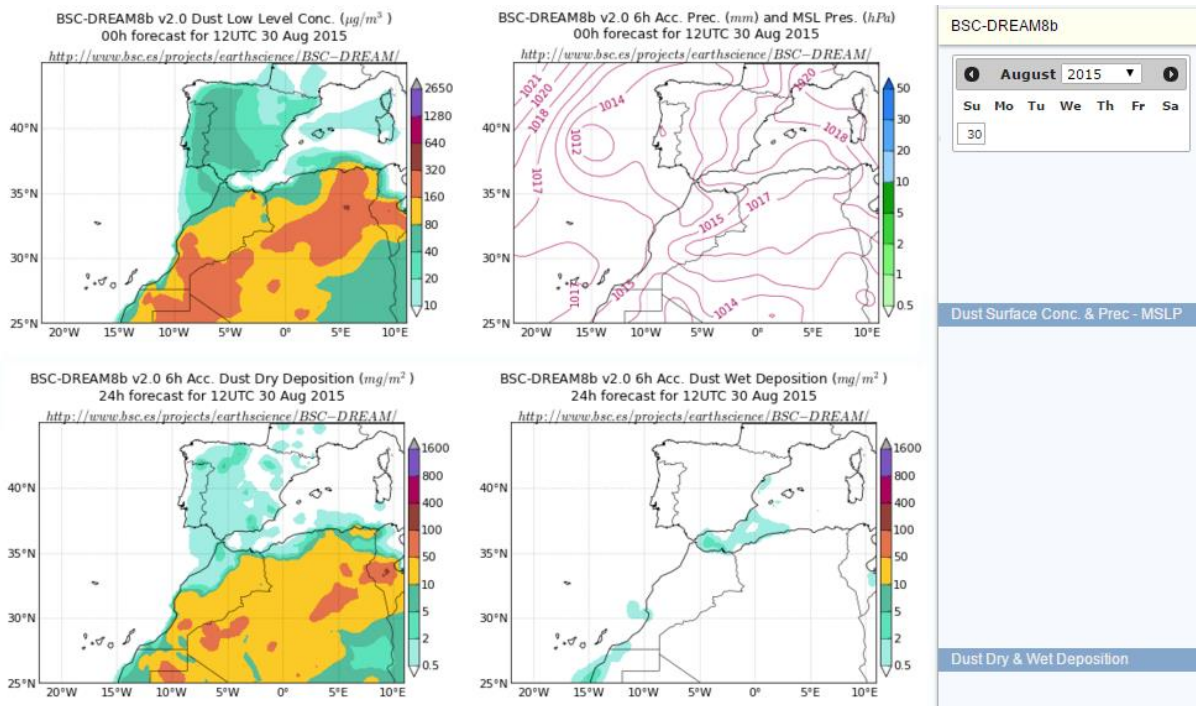


## 4 Identificação dos dias de eventos naturais de intrusão de ar proveniente de regiões áridas em 2015

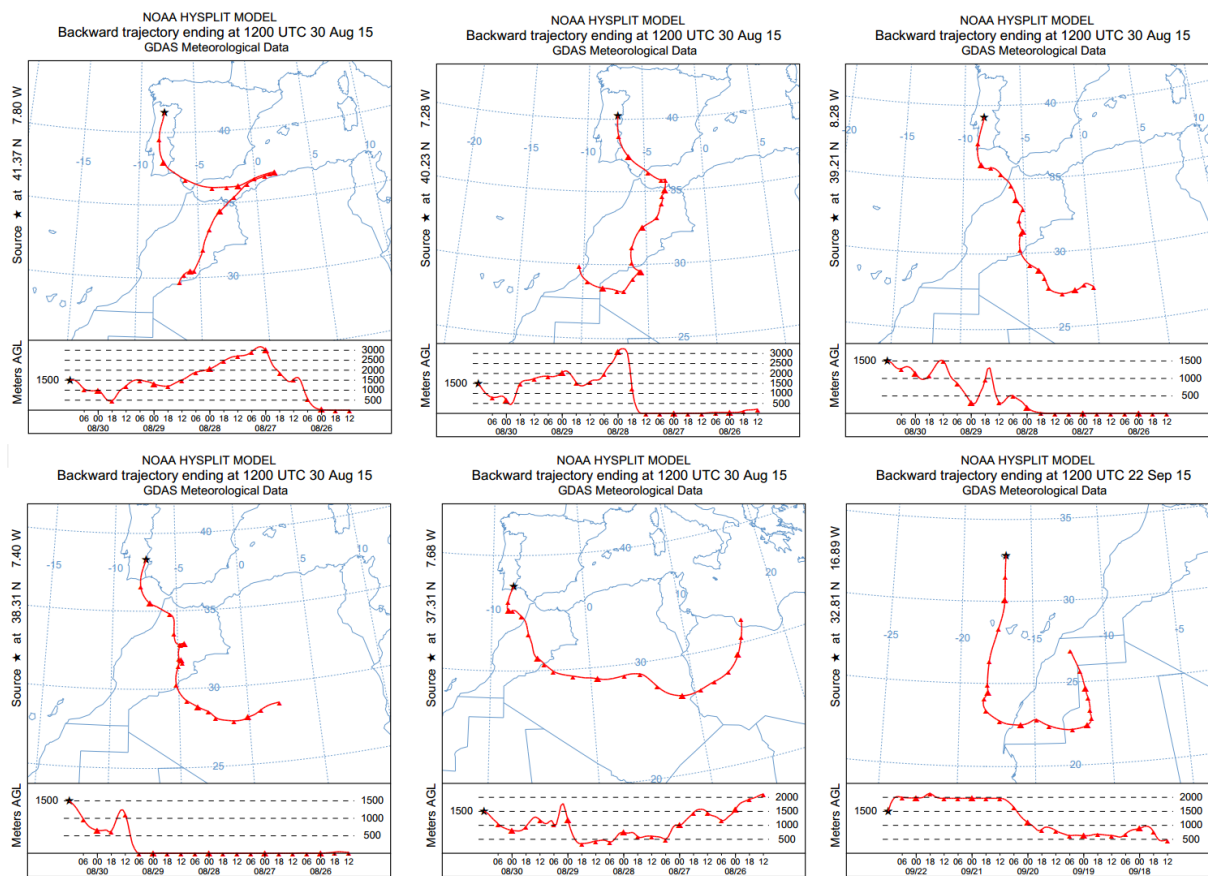
A identificação dos dias de intrusão de poeiras com origem no Norte de África que se apresenta de seguida resulta da análise efetuada recorrendo essencialmente à informação dada pelos modelos de previsão de poeiras BSC-DREAM8b, de trajetórias HYSPLIT e pelas concentrações medidas nas estações da rede de monitorização de qualidade do ar, tal como descrito no capítulo relativo à Metodologia.

A Figura 3 e a Figura 4 exemplificam o tipo de análise efetuada para a identificação de cada dia de evento natural com influência numa dada região (caso de estudo: dia 30 de Agosto de 2015). Na Figura 3 pode observar-se a ocorrência da contribuição de origem natural de PM<sub>10</sub>, representando um acréscimo estimado nas concentrações deste poluente entre 20 µg/m<sup>3</sup> a 80 µg/m<sup>3</sup>. Na Figura 4 pode observar-se o percurso da massa de ar, nos cinco dias anteriores à data de 30 de Agosto, com origem à superfície de zonas áridas do Norte de África.

Os dias de evento natural assim identificados para o ano de 2015 estão agrupados na Tabela 4. Em 2015 identificaram-se, no total, 107 dias de intrusão de massa de ar com origem africana sobre o território de Portugal.



**Figura 3. Exemplo dos elementos que contribuem para a identificação de um dia de evento natural com influência sobre o território nacional (neste caso a 30/08/2015 com o modelo BSC-DREAM8b: concentrações à superfície, ocorrência de precipitação, deposição seca e deposição húmida)**



**Figura 4. Exemplo dos elementos que contribuem para a identificação de um dia de evento natural com influência sobre o território nacional (neste caso a 30/08/2015 com as retrotrajetórias HYSPLIT para cada uma das estações rurais de fundo representativas das regiões: Douro-Norte, Fundão, Chamusca, Terena, Cerro e Santana)**

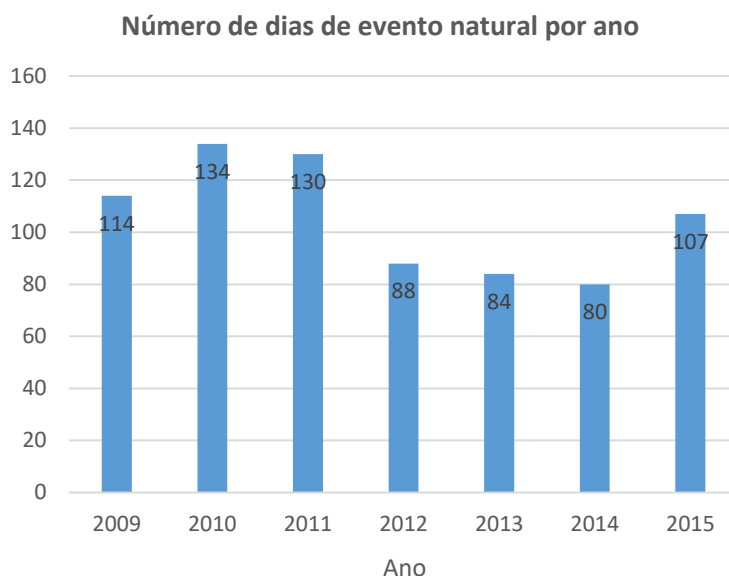
**Tabela 4. Identificação de episódios de intrusão de poeiras provenientes do Norte de África no ano de 2015 (datas de ocorrência)**

Mês	Data	Dia de ocorrência de evento natural em Portugal	Região de ocorrência de evento natural					
			Norte	Centro	LVT	Alentejo	Algarve	Madeira*
Janeiro	05/01/2015	x						x
	06/01/2015	x						x
	10/01/2015	x						x
	11/01/2015	x						x
	13/01/2015	x					x	
Fevereiro	09/02/2015	x					x	
	10/02/2015	x	x	x		x	x	
	11/02/2015	x	x	x		x	x	
	12/02/2015	x	x	x	x			
Março	06/03/2015	x						x
	07/03/2015	x						x
	08/03/2015	x						x
	09/03/2015	x						x
	11/03/2015	x	x	x	x	x	x	
	12/03/2015	x	x	x	x	x	x	x
	13/03/2015	x	x	x	x	x	x	x
	14/03/2015	x				x	x	
	20/03/2015	x	x	x	x	x		
21/03/2015	x		x					
Abril	03/04/2015	x				x	x	
	04/04/2015	x				x	x	
	05/04/2015	x					x	
	06/04/2015	x					x	
	07/04/2015	x					x	
	08/04/2015	x	x	x	x		x	
	09/04/2015	x		x			x	
	10/04/2015	x					x	
	12/04/2015	x	x	x	x			
	13/04/2015	x	x	x	x	x	x	
	14/04/2015	x	x	x	x	x	x	
	15/04/2015	x	x	x	x		x	x
	16/04/2015	x	x	x	x			x
	17/04/2015	x			x	x	x	x
21/04/2015	x	x	x			x		
22/04/2015	x					x		
Maio	10/05/2015	x				x	x	
	11/05/2015	x	x	x	x	x	x	
	12/05/2015	x	x	x	x	x	x	
	13/05/2015	x	x	x	x	x	x	x
	14/05/2015	x		x	x	x	x	x
	15/05/2015	x			x	x	x	x
	16/05/2015	x						x
	17/05/2015	x						x
	18/05/2015	x			x	x	x	x
29/05/2015	x		x	x	x	x		
Junho	03/06/2015	x				x	x	
	04/06/2015	x	x	x	x	x	x	
	05/06/2015	x	x	x	x	x	x	
	06/06/2015	x	x	x	x	x	x	x
	07/06/2015	x	x	x	x	x	x	x

Mês	Data	Dia de ocorrência de evento natural em Portugal	Região de ocorrência de evento natural					
			Norte	Centro	LVT	Alentejo	Algarve	Madeira*
	08/06/2015	x	x	x	x	x	x	x
	09/06/2015	x	x	x	x	x	x	x
	10/06/2015	x	x	x	x	x		
	11/06/2015	x	x	x	x	x		
	20/06/2015	x			x	x	x	
	21/06/2015	x		x	x	x	x	
	22/06/2015	x	x	x	x	x	x	
	28/06/2015	x				x	x	
	29/06/2015	x	x	x	x	x	x	
	30/06/2015	x	x	x	x	x	x	
Julho	06/07/2015	x	x	x	x	x	x	
	07/07/2015	x		x		x	x	
	17/07/2015	x		x		x	x	
Agosto	06/08/2015	x						x
	07/08/2015	x						x
	08/08/2015	x						x
	09/08/2015	x		x	x	x	x	x
	10/08/2015	x	x	x	x	x	x	x
	11/08/2015	x	x					x
	12/08/2015	x						x
	13/08/2015	x						x
	14/08/2015	x						x
	20/08/2015	x	x		x	x	x	
	21/08/2015	x	x	x	x	x	x	
	29/08/2015	x		x	x	x	x	
	30/08/2015	x	x	x	x	x	x	
31/08/2015	x	x	x		x	x		
Setembro	19/09/2015	x					x	
	20/09/2015	x		x	x	x	x	
	21/09/2015	x				x	x	x
	22/09/2015	x						x
	23/09/2015	x						x
	24/09/2015	x						x
	25/09/2015	x						x
Outubro	03/10/2015	x		x			x	x
	04/10/2015	x				x	x	x
	05/10/2015	x				x	x	x
	16/10/2015	x	x	x	x			
	17/10/2015	x	x	x		x	x	
	20/10/2015	x					x	
	21/10/2015	x				x	x	
	22/10/2015	x				x	x	x
	23/10/2015	x	x	x	x	x		x
	24/10/2015	x	x	x				
25/10/2015	x	x						
Novembro	10/11/2015	x			x	x	x	x
	11/11/2015	x			x		x	x
	12/11/2015	x			x	x	x	x
	13/11/2015	x					x	x
	14/11/2015	x						x
	15/11/2015	x						x
	16/11/2015	x						x

Mês	Data	Dia de ocorrência de evento natural em Portugal	Região de ocorrência de evento natural					
			Norte	Centro	LVT	Alentejo	Algarve	Madeira*
	17/11/2015	x						x
	18/11/2015	x	x					
	19/11/2015	x	x	x	x	x		
	20/11/2015	x	x	x	x	x		x
	21/11/2015	x	x	x	x	x	x	x
<b>N.º total de dias de evento natural</b>		107	44	51	48	58	70	52
<b>Legenda:</b> os dias de ocorrência de evento natural identificados encontram-se assinalados com "x" * Os eventos naturais na região da Madeira foram identificados para todo o ano mas só a partir de Abril de 2015 foi possível validar a ocorrência dos mesmos com os respetivos dados de concentrações de PM <sub>10</sub> (data a partir da qual há dados de monitorização deste poluente)								

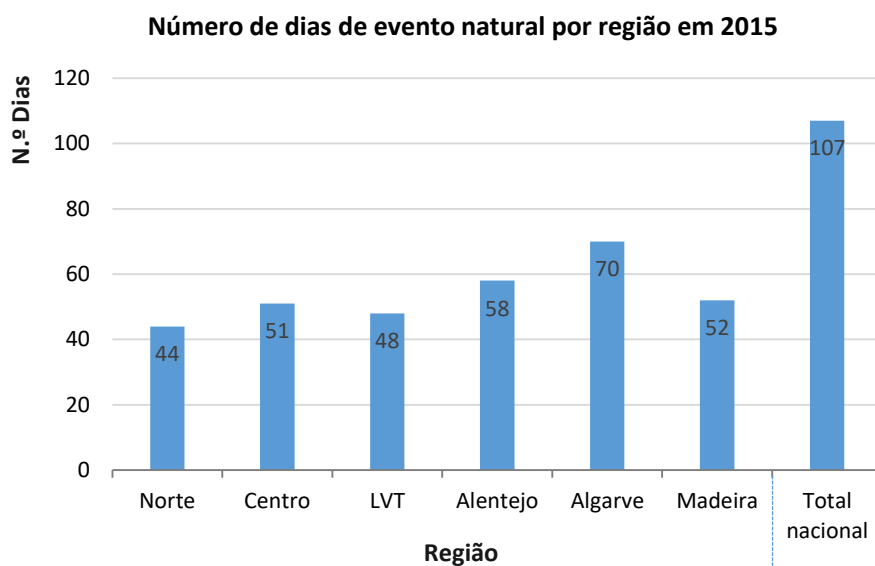
Em 2015 identificaram-se, no total, 107 dias de intrusão de massa de ar com origem africana sobre o território de Portugal, representando 29% do ano. Entre 2012 e 2014 o número de dias com evento natural manteve-se em valores próximos e, em 2015, sofreu um aumento, tal como se pode observar na Figura 5. Este aumento deve-se à reintrodução da região da Madeira na análise da ocorrência de eventos naturais. Caso a análise de eventos fosse considerada apenas para as regiões de Portugal Continental, o número de dias de evento natural no ano de 2015 seria de 83, valor esse idêntico ao dos anos anteriores.



**Figura 5. Distribuição do número de dias de evento natural por ano**

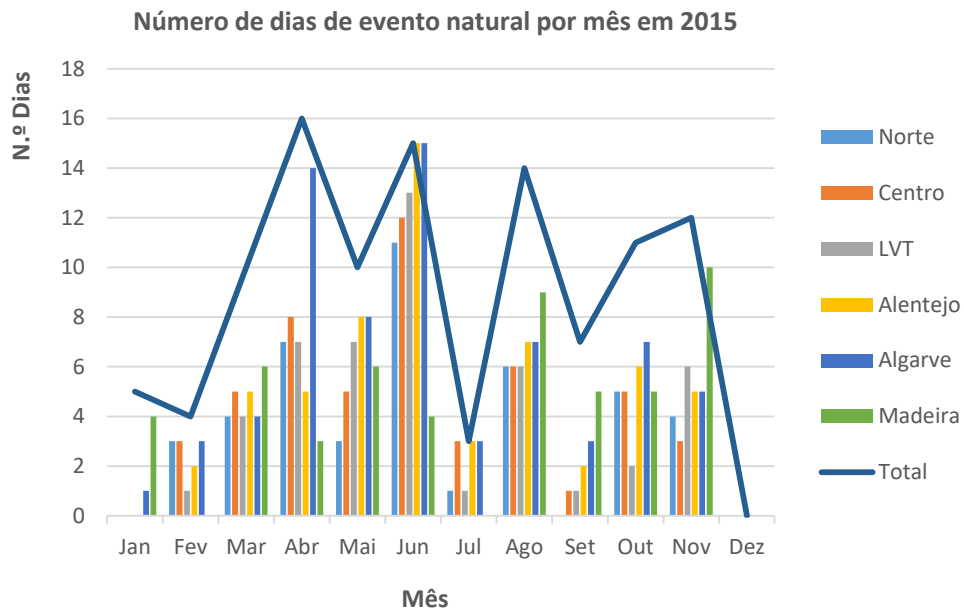
Relativamente aos eventos naturais identificados em 2015 o número de dias com intrusões africanas foi mais elevado nas regiões a Sul decrescendo para as regiões mais a Norte de Portugal Continental

(Figura 6). O padrão de decréscimo da contribuição de eventos naturais nas concentrações de PM<sub>10</sub>, de Sul para Norte (dependente da latitude a que estão localizadas as estações de monitorização), também foi encontrado em estudos efetuados na Bacia Mediterrânica (J. Pey, 2013). O número de dias de evento natural indicado na Figura 6 como total nacional, diz respeito ao número de dias em que ocorreu um evento natural em pelo menos uma das seis regiões em estudo.



**Figura 6. Distribuição do número de dias de evento natural por região em 2015**

No que diz respeito à distribuição da ocorrência de eventos naturais por mês do ano apresenta-se a Figura 7. Verifica-se que os meses com maior número de dias com evento natural em 2015 foram os de Abril, Junho, Agosto, Outubro (e Novembro na Madeira).



**Figura 7. Distribuição do número de dias de evento natural, por região e mês, em 2015**



## 5 Influência dos eventos naturais nas excedências aos valores-limite de PM<sub>10</sub> em 2015

### 5.1 Influência dos eventos naturais nas excedências ao valor-limite diário de PM<sub>10</sub>

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 de PM<sub>10</sub>, em 2015, apresentam-se na Tabela 5.

Na Tabela 5 indica-se a eficiência anual das estações. A eficiência mínima a considerar para uma estação com medições em contínuo é de 85% (CE, 2008), abaixo desse valor considera-se que as medições são indicativas (assinaladas a vermelho e itálico). 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. No ano de 2015 as estações rurais de fundo representativas da região Norte, Alentejo e Madeira, apresentaram eficiências inferiores a 85%.

Das 64 estações operacionais em 2015, com medições de PM<sub>10</sub>, em 48% obtiveram-se eficiências abaixo dos 85%. Contrariamente ao que sucedeu em anos anteriores (desde 2012) a partir de Março/ Abril/ Maio (dependendo da estação de monitorização) de 2015 as estações da região da Madeira reiniciaram a monitorização de PM<sub>10</sub>, permitindo efetuar os respetivos cálculos de desconto da contribuição da fração natural.

O número de ultrapassagens ao valor-limite diário de PM<sub>10</sub> (50 µg/m<sup>3</sup>) permitido, por ano, é de 35. Na Tabela 5 indica-se o número de dias em excedência ao valor-limite, registado em cada estação, e o número de dias em excedência resultante da aplicação do desconto devido à contribuição de cada evento natural.

Os resultados obtidos indicam que, das 64 estações analisadas, ocorreu uma situação de inconformidade ao valor-limite diário de PM<sub>10</sub> (com ultrapassagens em mais de 35 dias em 2015) na estação de Avenida da Liberdade (do tipo urbana de tráfego, localizada na aglomeração Área Metropolitana de Lisboa Norte).

Após a aplicação da metodologia de desconto da contribuição de eventos naturais a estação de Avenida da Liberdade permaneceu numa situação de inconformidade (à semelhança do ano de 2012), não sendo assim possível justificar que a inconformidade face ao valor-limite diário teve uma causa exclusivamente natural.

**Tabela 5. Verificação da situação de excedência ao valor-limite diário de PM<sub>10</sub> antes e após a aplicação da metodologia de desconto da contribuição devida a eventos naturais, em 2015**

Zona	Infl.	Amb.	Estação	Efic. (%)	Dias>VL (n.º)	Dias>VL após desconto EN	Redução nos Dias>VL (n.º)	Redução nos Dias>VL (%)
<b>Região Norte</b>								
Norte Litoral	F	R	Senhora do Minho	14	1	0	1	100
Norte Interior	F	R	Douro Norte	26	1	0	1	100
Porto Litoral (a)	T	U	D. Manuel II-Vermoim	83	4	2	2	50
	T	U	Francisco Sá Carneiro-Campanha	64	2	1	1	50
	T	U	João Gomes Laranjo-S.Hora	35	0	0	0	0
	I	U	Seara-Matosinhos	66	0	0	0	0
	I	S	Meco-Perafita	78	8	7	1	13
	F	U	Ermesinde-Valongo	52	2	1	1	50
	F	U	Sobreiras-Lordelo do Ouro	68	6	5	1	17
	F	U	Avintes	52	1	0	1	100
	F	S	Custóias-Matosinhos	73	2	1	1	50
	F	S	VN Telha-Maia	93	4	3	1	25
	F	S	Leça do Balio-Matosinhos	62	2	1	1	50
	F	S	Mindelo-Vila do Conde	85	4	2	2	50
F	S	Anta-Espinho	51	3	3	0	0	
Entre Douro e Minho (a)	T	U	Fr Bartolomeu Mártires-S Victor	82	0	0	0	0
	T	U	Pe Moreira Neves-Castelões de Cepeda	84	7	5	2	29
	F	U	Paços de Ferreira	92	5	3	2	40
	F	U	Burgães-Santo Tirso	76	7	2	5	71
	F	S	Frossos-Braga	81	2	0	2	100
<b>Região Centro</b>								
Centro Litoral	F	R	Ervedeira	93	15	12	3	20
	F	R	Montemor-o-Velho	98	9	8	1	11
Centro Interior	F	R	Fundão	99	2	1	1	50
	F	R	Fornelo do Monte	98	2	1	1	50
Litoral Noroeste do Baixo Vouga	I	S	Estarreja/Teixugueira	83	23	19	4	17
Coimbra (a)	T	U	Coimbra/ Avenida Fernão Magalhães	83	10	7	3	30
	F	U	Instituto Geofísico de Coimbra	81	5	3	2	40
Aveiro/ Ílhavo (a)	T	U	Aveiro	98	22	20	2	9
	F	U	Ílhavo	100	33	27	6	18
<b>Região de Lisboa e Vale do Tejo</b>								
OVTPS	F	R	Lourinhã	94	3	1	2	67
	F	R	Chamusca	91	2	0	2	100

Zona	Infl.	Amb.	Estação	Efic. (%)	Dias>VL (n.º)	Dias>VL após desconto EN	Redução nos Dias>VL (n.º)	Redução nos Dias>VL (%)
	F	R	Fernando Pó	93	5	3	2	40
AML Norte (a)	T	U	Entrecampos	99	14	9	5	36
	T	U	Av. da Liberdade	93	66	51	15	23
	T	U	Cascais-Mercado	85	15	8	7	47
	T	U	Odivelas-Ramada	94	16	10	6	38
	T	U	Santa Cruz de Benfica	52	21	13	8	38
	F	U	Olivais	94	6	4	2	33
	F	U	Reboleira	73	6	3	3	50
	F	U	Loures-Centro	86	4	2	2	50
	F	U	Restelo	3	3	3	0	0
	F	U	Mem Martins	96	6	3	3	50
	F	U	Quinta do Marquês	97	4	2	2	50
	F	U	Alverca	98	5	2	3	60
	F	U	Alfragide/Amadora	35	3	1	2	67
	AML Sul (a)	I	U	Escavadeira	95	6	5	1
I		S	Lavradio	94	3	1	2	67
F		U	Paio Pires	95	30	23	7	23
F		U	Laranjeiro	96	12	8	4	33
F		U	Fidalguinhos	35	12	7	5	42
Setúbal (a)	T	U	Quebedo	98	13	9	4	31
	F	U	Arcos	95	13	9	4	31
<b>Região Alentejo</b>								
Alentejo Litoral	I	U	Santiago do Cacém	97	16	13	3	19
	I	S	Monte Chãos	98	1	0	1	100
	I	R	Sonega	92	0	0	0	0
	F	R	Monte Velho	73	3	0	3	100
Alentejo Interior	F	R	Terena	76	4	0	4	100
<b>Região Algarve</b>								
Algarve	F	R	Cerro	91	10	0	10	100
Aglomeração Sul (a)	T	U	David Neto	83	5	1	4	80
	F	U	Malpique	90	14	9	5	36
	F	U	Joaquim Magalhães	99	9	5	4	44
<b>Região Madeira</b>								
Madeira/ Porto Santo	F	R	Santana	60	11	10	1	9
Funchal (a)	T	U	São João	67	8	4	4	50
	F	U	São Gonçalo	67	8	8	0	0
<b>Legenda:</b>								
<b>Zona (a)</b> – A zona é uma aglomeração; <b>Infl.</b> – Tipo de Influência (T-Tráfego, I-Industrial, F-Fundo); <b>Amb.</b> – Tipo de Ambiente Envolvente (U-Urbana, S-Suburbana, R-Rural); <b>OVTPS</b> – Oeste Vale do Tejo e Península de Setúbal; <b>Efic.</b> – Eficiência anual; <b>Dias&gt;VL</b> – N.º de dias em excedência ao valor-limite diário de PM <sub>10</sub> ; <b>Dias&gt;VL após desconto EN</b> – N.º de dias em excedência ao valor-limite diário de PM <sub>10</sub> após a aplicação do desconto devido a Eventos Naturais; <b>Redução nos Dias&gt;VL</b> – N.º e % de redução de dias em excedência ao valor-limite de PM <sub>10</sub> após o desconto devido a Eventos Naturais.								

## 5.2 Influência dos eventos naturais nas excedências ao valor-limite anual de PM<sub>10</sub>

A Tabela 6 apresenta os resultados da aplicação da metodologia de desconto da contribuição devida a eventos naturais (de intrusão de ar proveniente de regiões áridas) à concentração média anual de PM<sub>10</sub>, em 2015.

Na Tabela 6 indica-se também a eficiência anual das estações. A eficiência mínima a considerar para uma estação com medições em contínuo é de 85% (CE, 2008), abaixo desse valor considera-se que as medições são indicativas (assinaladas, na Tabela 6, a vermelho e itálico). Contrariamente ao que sucedeu em anos anteriores (desde 2012) a partir de Março/ Abril/ Maio (dependendo da estação de monitorização) de 2015 as estações da região da Madeira reiniciaram a monitorização de PM<sub>10</sub>, permitindo efetuar os respetivos cálculos de desconto da contribuição da fração natural.

O valor-limite anual de PM<sub>10</sub> é de 40 µg/m<sup>3</sup>. Na Tabela 6 indica-se a média anual em cada estação de monitorização da qualidade do ar, bem como, a média após ser descontada a contribuição de partículas em cada evento ocorrido de transporte de poeiras com origem nos desertos africanos.

Verifica-se que, em 2015, não se registaram excedências ao valor-limite anual de PM<sub>10</sub> nas estações em funcionamento com a eficiência mínima necessária. Após a aplicação da metodologia de desconto da contribuição de eventos naturais obteve-se uma redução na média anual que variou entre 1,5 e 3,6 µg/m<sup>3</sup> (para estações com uma eficiência mínima de 85%).

**Tabela 6. Verificação da situação de excedência ao valor-limite anual de PM<sub>10</sub> antes e após a aplicação da metodologia de desconto da contribuição devida a eventos naturais, em 2015**

Zona	Infl.	Amb.	Estação	Efic. (%)	Média anual (µg/m <sup>3</sup> )	Média anual após desconto EN (µg/m <sup>3</sup> )	Redução na média anual (µg/m <sup>3</sup> )	Redução na média anual (%)
<b>Região Norte</b>								
Norte Litoral	F	R	Senhora do Minho	<i>14</i>	15	12	2.4	17
Norte Interior	F	R	Douro Norte	<i>26</i>	18	16	1.7	10
Porto Litoral (a)	T	U	D. Manuel II-Vermoim	<i>83</i>	16	14	1.8	11
	T	U	Francisco Sá Carneiro-Campanha	<i>64</i>	18	17	1.4	8
	T	U	João Gomes Laranjo-S.Hora	<i>35</i>	21	19	1.8	9
	I	U	Seara-Matosinhos	<i>66</i>	19	18	1.4	7
	I	S	Meco-Perafita	<i>78</i>	22	20	1.4	7
	F	U	Ermesinde-Valongo	<i>52</i>	15	13	1.6	11

Zona	Infl.	Amb.	Estação	Efic. (%)	Média anual ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Média anual após desconto EN ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Redução na média anual ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Redução na média anual (%)
	F	U	Sobreiras-Lordelo do Ouro	68	18	16	1.7	10
	F	U	Avintes	52	11	9	2.0	19
	F	S	Custóias-Matosinhos	73	18	16	1.7	10
	F	S	VN Telha-Maia	93	16	15	1.6	10
	F	S	Leça do Balio-Matosinhos	62	20	18	2.1	11
	F	S	Mindelo-Vila do Conde	85	17	16	1.6	9
	F	S	Anta-Espinho	51	17	17	0.8	4
Entre Douro e Minho (a)	T	U	Fr Bartolomeu Mártires-S Victor	82	17	15	1.3	8
	T	U	Pe Moreira Neves-Castelões de Cepeda	84	20	18	1.6	8
	F	U	Paços de Ferreira	92	22	20	1.5	7
	F	U	Burgães-Santo Tirso	76	19	17	2.1	11
	F	S	Frossos-Braga	81	14	12	1.4	10
<b>Região Centro</b>								
Centro Litoral	F	R	Ervedeira	93	22	20	1.9	9
	F	R	Montemor-o-Velho	98	20	18	1.8	9
Centro Interior	F	R	Fundão	99	14	12	1.9	14
	F	R	Fornelo do Monte	98	13	11	1.7	14
Litoral Noroeste do Baixo Vouga	I	S	Estarreja/Teixugueira	83	25	24	1.9	7
Coimbra (a)	T	U	Coimbra/ Avenida Fernão Magalhães	83	24	22	2.1	9
	F	U	Instituto Geofísico de Coimbra	81	21	19	1.7	8
Aveiro/Ílhavo (a)	T	U	Aveiro	98	24	22	1.8	8
	F	U	Ílhavo	100	27	25	1.8	7
<b>Região de Lisboa e Vale do Tejo</b>								
OVTPS	F	R	Lourinhã	94	15	13	1.9	13
	F	R	Chamusca	91	16	14	2.1	13
	F	R	Fernando Pó	93	19	17	2.0	10
AML Norte (a)	T	U	Entrecampos	99	24	22	2.0	8
	T	U	Av. da Liberdade	93	36	34	2.1	6
	T	U	Cascais-Mercado	85	30	28	2.1	7
	T	U	Odivelas-Ramada	94	23	22	1.8	8
	T	U	Santa Cruz de Benfica	52	30	28	2.3	8
	F	U	Olivais	94	20	18	2.0	10
	F	U	Reboleira	73	20	18	2.2	11
	F	U	Loures-Centro	86	21	18	2.2	11
	F	U	Restelo	3	44	44	0.0	0
	F	U	Mem Martins	96	20	19	1.9	9
	F	U	Quinta do Marquês	97	17	15	1.9	12
	F	U	Alverca	98	20	18	1.9	10
	F	U	Alfragide/Amadora	35	20	17	2.5	13
AML Sul (a)	I	U	Escavadeira	95	21	19	1.9	9
	I	S	Lavradio	94	19	17	2.0	11
	F	U	Paio Pires	95	27	25	2.1	8
	F	U	Laranjeiro	96	22	20	2.1	10
	F	U	Fidalguinhos	35	31	29	2.3	7
Setúbal (a)	T	U	Quebedo	98	24	22	2.0	8
	F	U	Arcos	95	23	22	1.9	8
<b>Região Alentejo</b>								

Zona	Infl.	Amb.	Estação	Efic. (%)	Média anual ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Média anual após desconto EN ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Redução na média anual ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Redução na média anual (%)
Alentejo Litoral	I	U	Santiago do Cacém	97	25	23	2.2	9
	I	S	Monte Chãos	98	16	14	1.7	11
	I	R	Sonega	92	13	11	1.9	14
	F	R	Monte Velho	73	22	20	1.9	9
Alentejo Interior	F	R	Terena	76	20	17	3.1	16
<b>Região Algarve</b>								
Algarve	F	R	Cerro	91	18	14	3.6	21
Aglomeração Sul (a)	T	U	David Neto	83	27	25	2.4	9
	F	U	Malpique	90	25	22	2.6	10
	F	U	Joaquim Magalhães	99	22	19	2.5	11
<b>Região Madeira</b>								
Madeira/Porto Santo	F	R	Santana	60	20	18	2.3	11
Funchal (a)	T	U	São João	67	20	18	2.1	10
	F	U	São Gonçalo	67	15	13	2.3	15
<b>Legenda:</b>								
<b>Zona (a)</b> – A zona é uma aglomeração; <b>Infl.</b> – Tipo de Influência (T-Tráfego, I-Industrial, F-Fundo); <b>Amb.</b> – Tipo de Ambiente Envolvente (U-Urbana, S-Suburbana, R-Rural); <b>OVTPS</b> – Oeste Vale do Tejo e Península de Setúbal; <b>Efic.</b> – Eficiência anual; <b>Média Anual após desconto EN</b> – média anual após aplicação dos descontos diários devido a Evento Natural para avaliação da situação de excedência ao valor-limite anual de $\text{PM}_{10}$ ; <b>Redução na média anual</b> – redução da média anual após o desconto devido a Eventos Naturais.								

### 5.3 Análise da conformidade legal face às excedências aos valores-limite de PM<sub>10</sub>

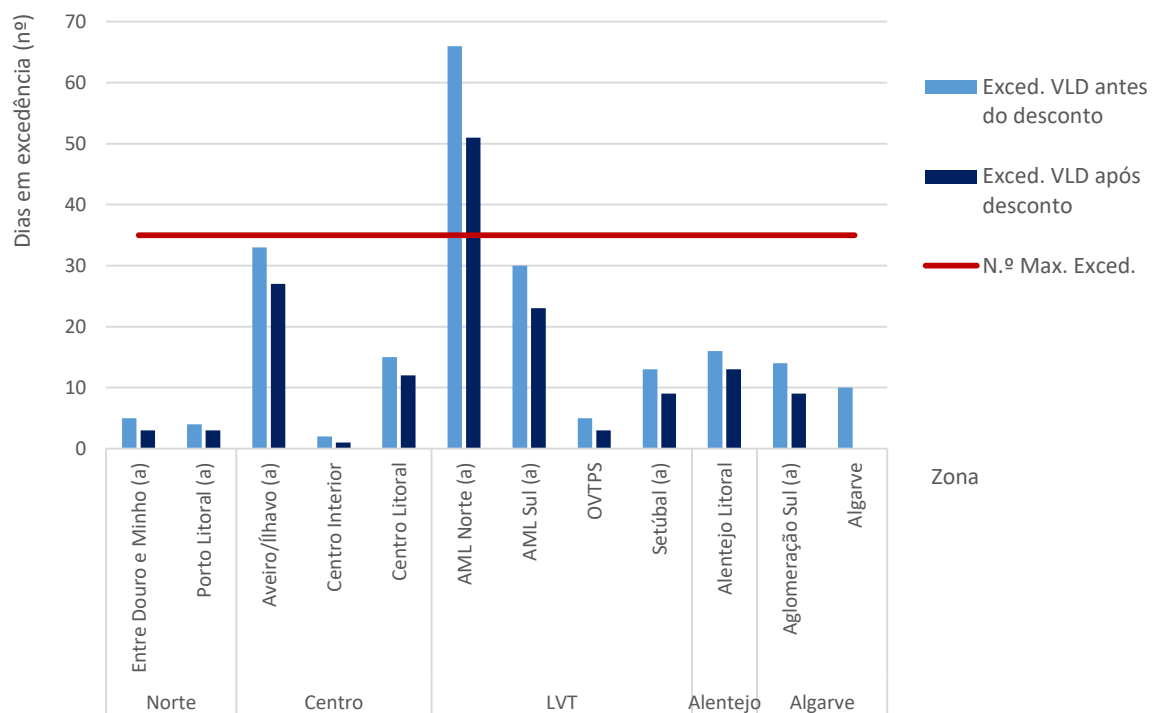
Para efetuar a análise de conformidade legal segundo os critérios estabelecidos no Decreto-Lei nº 102/2010, apenas são consideradas as estações com uma eficiência anual mínima de 85%. Em 2015 a região da Madeira reiniciou o funcionamento da sua rede de monitorização (mas com uma eficiência anual abaixo dos 67%) e, na região Norte, apenas três estações apresentaram a eficiência mínima.

O número de ultrapassagens ao valor-limite diário de PM<sub>10</sub> (50 µg/m<sup>3</sup>) permitido, por ano, é de 35. Relativamente à situação de inconformidade legal face ao valor-limite diário de PM<sub>10</sub>, em 2015, foi identificada, numa primeira etapa, a estação de Avenida da Liberdade, do tipo Urbana de Tráfego, localizada na aglomeração da Área Metropolitana de Lisboa Norte (Figura 8).

Com a aplicação da metodologia de desconto da fração devida a eventos naturais, a estação de Avenida da Liberdade permanece em incumprimento ao valor-limite diário de PM<sub>10</sub>, à semelhança da situação ocorrida no ano de 2012. Assim, em 2015, permanece uma estação em situação de inconformidade, em Portugal, em relação ao valor-limite diário de PM<sub>10</sub> (Figura 8).

O valor-limite anual legislado é de 40 µg/m<sup>3</sup>. Relativamente à situação de inconformidade legal face ao valor-limite anual de PM<sub>10</sub>, analisando as estações com eficiência anual igual ou superior a 85%, verifica-se que em 2015 não se registaram ultrapassagens a este parâmetro legal (Figura 9).

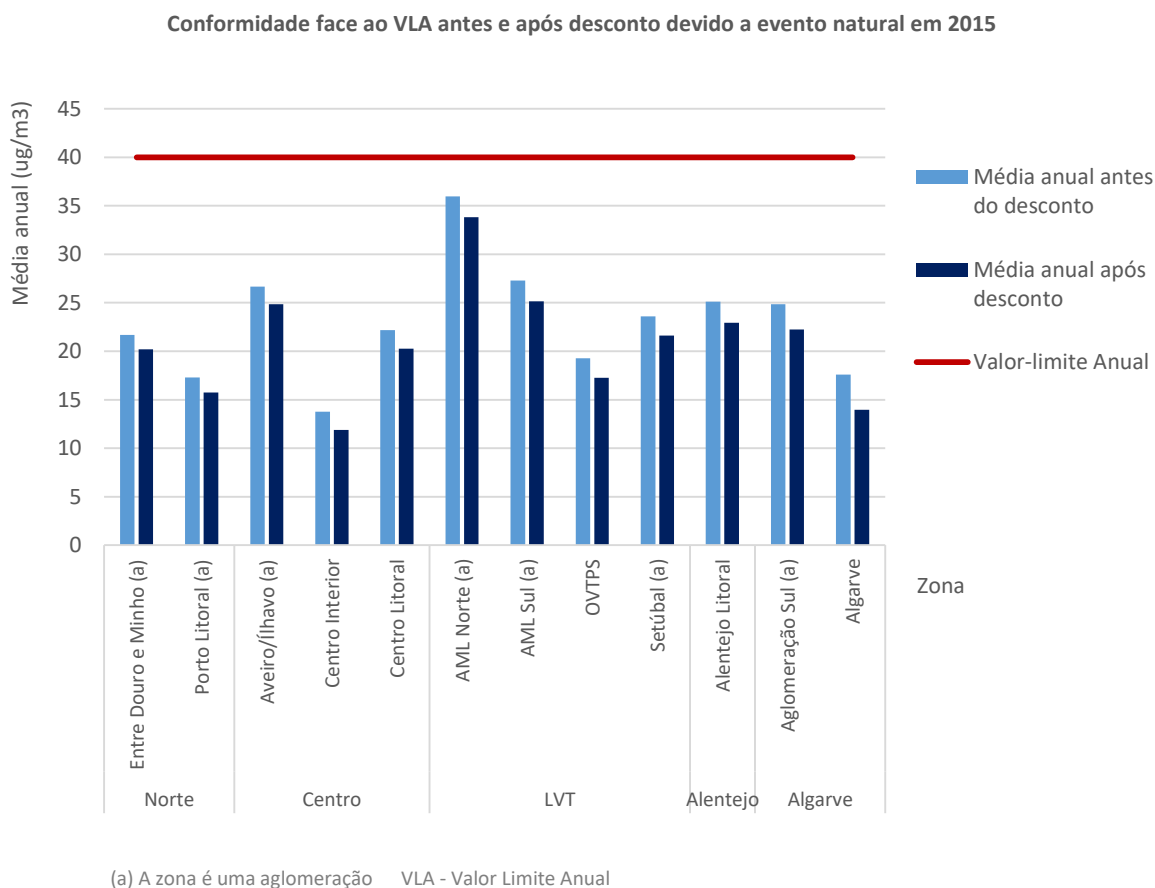
Conformidade face ao VLD antes e após desconto devido a evento natural em 2015



(a) A zona é uma aglomeração VLD - Valor Limite Diário

**Figura 8. Conformidade legal de zonas e aglomerações face ao valor-limite diário de PM<sub>10</sub>, antes e após o desconto da fração devida a evento natural, em 2015**





**Figura 9. Conformidade legal de zonas e aglomerações face ao valor-limite anual de PM<sub>10</sub>, antes e após o desconto da fração devida a evento natural, em 2015**

Numa avaliação global, em 2015, após a aplicação da metodologia de desconto de eventos naturais verifica-se que uma das aglomerações permaneceu em situação de ultrapassagem efetiva um dos valores-limite de PM<sub>10</sub> legislados (diário) (Tabela 7), contrariamente aos dois anos anteriores em que não se tinham registado quaisquer situações de inconformidade legal.

**Tabela 7. Situação de conformidade legal das zonas e aglomerações face aos valores-limite diário e anual de PM<sub>10</sub>, antes e após a aplicação do desconto da contribuição de eventos naturais, para o ano de 2015**

Região	Aglomeração – Estação (tipo de estação)	Antes do desconto devido a eventos naturais		Após o desconto devido a eventos naturais	
		Valor-limite Diário	Valor-limite Anual	Valor-limite Diário	Valor-limite Anual
Lisboa e Vale do Tejo	AML Norte – Avenida da Liberdade (Tráfego)	>VL	<VL	>VL	<VL

## 6 Conclusões

O transporte de longa distância de partículas com origem natural, desde zonas áridas do Norte de África, como é o caso dos desertos do Sahara e Sahel, pode causar elevados níveis de partículas em suspensão ( $PM_{10}$ ). As metodologias utilizadas no âmbito do presente estudo permitiram efetuar a identificação e a avaliação da contribuição destes fenómenos, designados por eventos naturais, nas concentrações de  $PM_{10}$ , em 2015, em Portugal Continental e na Região Autónoma da Madeira.

Em termos do número de dias com ocorrência de eventos naturais, em 2015, validaram-se 107 dias com intrusões africanas, representando 29% do ano, sendo um valor mais elevado face aos três anos anteriores (2012, 2013 e 2014). Este aumento registado em 2015 deveu-se à reintrodução da região da Madeira na análise da ocorrência de eventos naturais. Caso a análise de eventos fosse considerada apenas para as regiões de Portugal Continental no ano de 2015, o número de dias de evento natural seria de 83, valor esse idêntico ao dos anos anteriores.

O número de dias com intrusões africanas registado em 2015 foi mais elevado nas regiões a Sul decrescendo para as regiões mais a Norte de Portugal Continental.

No que diz respeito à distribuição da ocorrência de eventos naturais por mês do ano verifica-se que os meses com maior número de dias com evento natural em 2015 foram os de Abril, Junho, Agosto, Outubro (e Novembro na Madeira). A contribuição da fração natural para a média anual das estações foi em média de 10%.

Em termos da conformidade legal face aos valores-limite aplicáveis às  $PM_{10}$  em 2015, foi identificada uma aglomeração/estação em ultrapassagem ao valor-limite diário de  $PM_{10}$ , nomeadamente, a de Área Metropolitana de Lisboa Norte (estação Avenida da Liberdade), que permaneceu em situação de inconformidade após a aplicação da metodologia de desconto da fração devida a eventos naturais.

## 7 Referências bibliográficas

BSC-DREAM [online]: <http://www.bsc.es/projects/earthscience/DREAM/>.

CE – Comissão Europeia, (2008). *Diretiva 2008/50/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de Relativa à qualidade do ar ambiente e a um ar mais limpo na Europa*. Jornal Oficial da União Europeia, 21 de Maio de 2008.

Escudero, M., X. Querol, J. Pey, A. Alastuey, N. Pérez, F. Ferreira, S. Alonso, S. Rodríguez, E. Cuevas, (2007). *A methodology for the quantification of the net African dust load in air quality monitoring networks*. Atmospheric Environment, Volume 41, Issue 26, August 2007, Pages 5516–5524. Elsevier. 2007. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.atmosenv.2007.04.047>.

EUC - 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.

HYSPLIT (HYbrid Single-Particle Lagrangian Integrated Trajectory) Model access via NOAA ARL READY Website [online]: <http://www.arl.noaa.gov/ready/open/hysplit4.html>. NOAA Air Resources Laboratory, Silver Spring, MD.

Pey, J. Querol, X. Alastuey, A. Forastiere, F., Stafoggia, M., (2013). *African dust outbreaks over the Mediterranean Basin during 2001–2011: PM<sub>10</sub> concentrations, phenomenology and trends, and its relation with synoptic and mesoscale meteorology*. Atmos. Chem. Phys., 13, 1395–1410, 2013, doi: 10.5194/acp-13-1395-2013.

QUALAR [online]: <http://www.qualar.org/>.

Querol, X., Alastuey, A. (1999). *Detection of Natural Events Influencing PM<sub>10</sub> Measurements*. Barcelona, Spain.

Querol, X., Alastuey, A., Pey, J., Escudero, M., Castillo, S., Gonzalez Ortiz, A., Pallarés, M., Jiménez, S., Cristóbal, A., Ferreira, F., Marques, F., Monjardino, J., Cuevas, E., Alonso, S., Artíñano, B., Salvador, P., de la Rosa, J., (2009). *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.

SKIRON [online]: <http://forecast.uoa.gr/dustindx.php>.