



Identificação e Avaliação de Eventos Naturais no ano de 2013 em Portugal

Relatório Anual

Dezembro 2014

Título	Identificação e avaliação de eventos naturais no ano de 2013 em Portugal – Relatório Anual
Data	Dezembro 2014
APA	Agência Portuguesa do Ambiente
UNINOVA	UNINOVA - Instituto de Desenvolvimento de Novas Tecnologias
Equipa	Francisco Ferreira (Coordenação) Joana Monjardino (Equipa técnica) Luísa Mendes (Equipa técnica) Dília Jardim (Coordenação APA) Cláudia Martins (Equipa técnica APA)

Índice

1. Introdução	7
1.1 <i>Eventos naturais no contexto Ibérico: desenvolvimento de uma metodologia conjunta</i>	9
1.2 <i>Tipologia de eventos naturais</i>	10
2. Enquadramento legislativo	11
3. Metodologia	14
4. Identificação dos dias de eventos naturais com origem na intrusão de ar proveniente do Norte de África em 2013	22
5. Influência dos eventos naturais nas excedências aos valores-limite de PM₁₀ em 2012	28
5.1 <i>Influência dos eventos naturais nas excedências ao valor-limite diário de PM₁₀</i>	28
5.2 <i>Influência dos eventos naturais nas excedências ao valor-limite anual de PM₁₀</i>	30
5.3 <i>Análise da conformidade legal face às excedências aos valores-limite de PM₁₀</i>	33
6. Análise da ocorrência de eventos naturais por região, tipo de estação, mês e ano	35
6.1 <i>Ocorrência de eventos naturais por região</i>	35
6.2 <i>Ocorrência de eventos naturais por mês</i>	36
6.3 <i>Ocorrência de eventos naturais por tipo de estação de monitorização</i>	38
7. Conclusões	42
8. Referências bibliográficas	44

Índice de Figuras

Figura 1. Secções de identificação da intrusão de ar na Península Ibérica e Arquipélagos	14
Figura 2. Regiões e estações rurais de fundo utilizadas para a quantificação da contribuição de eventos naturais no território de Portugal Continental em 2013	16
Figura 3. Representação esquemática da metodologia de desconto (Caso 1)	19
Figura 4. Representação esquemática da metodologia de desconto (Caso 2)	20
Figura 5. Exemplo dos elementos que contribuem para a identificação de um dia de evento natural com influência sobre uma determinada região (neste caso a de LVT em 12/05/2012 – em cima à esq.: modelo Dream, em cima à dir.: retrotrajectória Hysplit, em baixo: concentrações médias diárias de PM ₁₀ em estações de fundo)	23
Figura 6. Distribuição do número de dias de evento natural por ano	25
Figura 7. Distribuição do número de dias de evento natural, por região, em 2013	26
Figura 7. Distribuição do número de dias de evento natural, por região e mês, em 2013.....	27
Figura 8. Conformidade legal de zonas e aglomerações face ao valor-limite diário de PM ₁₀ , antes e após o desconto da fração devida a evento natural, em 2013.....	33
Figura 9. Conformidade legal de zonas e aglomerações face ao valor-limite anual de PM ₁₀ , antes e após o desconto da fração devida a evento natural, em 2013.....	34
Figura 10. Distribuição do número de dias de evento natural por região, entre 2009 e 2013.....	35
Figura 12. Evolução do número de dias com evento natural em Portugal por mês, entre 2009 e 2013	37
Figura 13. Média anual de PM ₁₀ antes e após o desconto da fração devida a evento natural em 2013 (dados agregados por região e por tipo de estação)	38
Figura 14. Média anual de PM ₁₀ antes e após o desconto da fração devida a evento natural, por região e tipo de estação, em 2013	40
Figura 15. Média anual de PM ₁₀ antes e após o desconto da fração devida a evento natural, por região e estação, em 2013	40
Figura 16. Contribuição da fração devida à ocorrência de eventos naturais para as excedências ao valor-limite diário de PM ₁₀ , por região e tipo de estação, em 2013	41
Figura 17. Contribuição da fração devida à ocorrência de eventos naturais para as excedências ao valor-limite diário de PM ₁₀ , por região e estação, em 2013	41

Índice de Tabelas

Tabela 1. Tipologias de eventos naturais (tipo, período de ocorrência, origem e condições meteorológicas).....	10
Tabela 2. Parâmetros relativos às PM ₁₀ definidos no Decreto-Lei n.º 102/2010	12
Tabela 3. Zonas Ibéricas seleccionadas para a identificação de ocorrência de eventos naturais	15
Tabela 4. Identificação de episódios de intrusão de poeiras provenientes do Norte de África no ano de 2013 (datas de ocorrência)	24
Tabela 5. Verificação da situação de excedência ao valor-limite diário de PM ₁₀ antes e após a aplicação da metodologia de desconto da contribuição devida a eventos naturais, em 2012	29
Tabela 6. Verificação da situação de excedência ao valor-limite anual de PM ₁₀ antes e depois da aplicação da metodologia de desconto da contribuição devida a eventos naturais, em 2013	31
Tabela 7. Situação de conformidade legal das zonas e aglomerações face aos valores-limite diário e anual de PM ₁₀ , antes e após a aplicação do desconto da contribuição de eventos naturais, para o ano de 2013.....	34

Abreviaturas

Abreviatura	Designação
Estações de monitorização da Qualidade do ar	
ALV	Alverca
ANT	Francisco Sá Carneiro-Campanha
ARC	Arcos
AVE	Aveiro
AVI	Avintes
AVL	Avenida da Liberdade
BSTI	Burgães-Santo Tirso
CER	Cerro
CHA	Chamusca
CRCL	Fr Bartolomeu Mártires-S Victor
CUS	Custóias-Matosinhos
ENT	Entrecampos
ERM	Ermesinde-Valongo
ERV	Ervedeira
ESCII	Escavadeira
FORN	Fornelo do Monte
FUN	Fundão
GEO	Instituto Geofísico de Coimbra
GUI	Cónego Dr. Manuel Faria-Azurém
HOR	João Gomes Laranjo-S.Hora
HORT	Frossos-Braga
ILH	Ílhavo
LACT	Paços de Ferreira
LAR	Laranjeiro
LEC	Leça do Balio-Matosinhos
MAG	Coimbra/ Avenida Fernão Magalhães
MAL	Malpique
MEM	Mem Martins
MNH	Minho-Lima
MOV	Montemor-o-Velho
MVCO	Mindelo-Vila do Conde
MVE	Monte Velho
OLI	Olivais
OLO	Douro Norte
PER	Meco-Perafita
QUE	Quebedo
SCA	Santiago do Cacém
SOB	Sobreiras-Lordelo do Ouro
TEI	Estarreja/Teixugueira
TER	Terena
VER	D. Manuel II-Vermoim
Outras	
CCDR	Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional
DRA	Direção Regional do Ambiente
LVT	Lisboa e Vale do Tejo
VLA	Valor Limite Anual
VLD	Valor Limite Diário

1. Introdução

O presente relatório consiste na identificação e avaliação de eventos naturais ocorridos, em Portugal, no ano de 2013.

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 μm (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. O Decreto-Lei n.º 102/2010, relativo à avaliação e gestão da qualidade do ar ambiente, 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.”

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_{10} , 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 de PM_{10} imputável a fontes naturais, essa excedência não é considerada como tal para efeitos de avaliação de conformidade legal.

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, 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.

No que diz respeito aos incêndios florestais, que vinham sendo considerados como eventos naturais e abordados no relatório anual desde 2005, estes já não são analisados desde 2010. Tal alteração metodológica deve-se ao esclarecimento, por parte da Comissão Europeia, através do qual se afirma que apenas os incêndios florestais com origem não humana podem ser considerados para efeitos de desconto na concentração de partículas em suspensão, mas que tais incêndios são muito raros, sendo predominantes aqueles com origem humana (Conselho da União Europeia, 2011):

“Os incêndios florestais são iniciados sobretudo por humanos. A EEA estima que 90% de todos os incêndios do Mediterrâneo e 87% dos incêndios na região boreal da Rússia são originados pela atividade humana. É muito difícil provar que um incêndio florestal não é iniciado por seres humanos. Em muitos casos, os incêndios florestais podem ser evitados ou controlados com medidas apropriadas. Os incêndios florestais podem afetar os níveis de PM e a combustão incompleta pode causar a libertação de quantidades substanciais de CO. Especialmente em regiões secas, as condições verificadas durante Verões quentes, com ventos fortes, podem contribuir para o aumento significativo do incêndio, fazendo com que as plumas viajem a longa distância. Os Estados-Membros devem ter em conta as causas do incêndio ao avaliar a sua contribuição, sendo que na maioria das vezes estes não podem ser tratados e calculados como uma fonte natural.”

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)

Tipo de Evento	Período	Origem e Condições meteorológicas
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 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, de 23 de Setembro, 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). O Decreto-Lei n.º 102/2010 foi transposto tendo em conta critérios de eficiência e de simplificação, agregando num só documento o regime jurídico relativo à avaliação e gestão da qualidade do ar ambiente, o qual se encontrava disperso por vários diplomas legais. O referido diploma legal inclui os seguintes elementos chave:

- estabelece objetivos de qualidade do ar ambiente, os quais visam evitar, prevenir ou limitar efeitos nocivos sobre a saúde humana e sobre o ambiente;
- determina aspetos relacionados com a monitorização do ar ambiente, tais como: critérios para a implementação de redes de monitorização e seleção dos locais, objetivos de qualidade dos dados, métodos standardizados de medição de referência ou equivalentes, certificação do equipamento, designação de um laboratório nacional de referência, aprovação dos laboratórios;
- estabelece os valores normativos para cada poluente atmosférico, nomeadamente para o dióxido de enxofre (SO₂), dióxido de azoto (NO₂) e óxidos de azoto (NO_x), partículas em suspensão (PM₁₀ e PM_{2,5}) e chumbo (Pb), benzeno (C₆H₆) e monóxido de carbono (CO), ozono (O₃), arsénio (As), cádmio (Cd), níquel (Ni) e hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (HAP);
- agrega num só diploma legal a maioria da legislação existente sem alteração dos objetivos de qualidade do ar (expressos originalmente na designada Diretiva Quadro e nas 1ª, 2ª, 3ª e 4ª Diretivas Filha) incluindo também o disposto na Decisão do Conselho 97/101/CE;
- estabelece objetivos de qualidade do ar para as PM_{2,5} (partículas finas que não estavam abrangidas pela legislação anterior), incluindo um valor-limite e objetivos relacionados com a exposição (obrigação em matéria de concentrações de exposição e um alvo de redução de exposição);
- 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;
- permite extensões temporais de três anos (no caso das PM₁₀) ou até cinco anos (no caso do NO₂ e benzeno) para cumprimento dos valores-limite, com base em determinadas condições e como resultado da avaliação efetuada pela Comissão Europeia.

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 PM₁₀ entraram em vigor em 2005.

Os parâmetros definidos pelo Decreto-lei n.º 102/2010, para a proteção da saúde humana, relativamente às PM₁₀, encontram-se indicados na Tabela 2.

Tabela 2. Parâmetros relativos às PM₁₀ definidos no Decreto-Lei n.º 102/2010

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

LIA - limiar inferior de avaliação; LSA – limiar superior de avaliação; VL – valor-limite;

^a a não ultrapassar mais do que 7 vezes num ano. É avaliado usando o indicador 8º máximo diário;

^b a não ultrapassar mais do que 35 vezes num ano. É avaliado usando o indicador 36º máximo diário;

^c 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 PM₁₀, 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 e avaliação 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 DRA 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 seleccionadas para a identificação de ocorrência de eventos naturais

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

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 feita 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, as quais representam a qualidade do ar livre da influência das fontes de emissão antropogénica. Estas estações servem para quantificar a contribuição da intrusão de partículas de ar africano em cada secção.

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 avaliada em cada região de jurisdição das Comissões de Coordenação e Desenvolvimento Regional (CCDR).

As estações rurais de fundo são fundamentais na avaliação dos fenómenos naturais, tendo-se considerado, na análise de 2012, as indicadas na Figura 2.

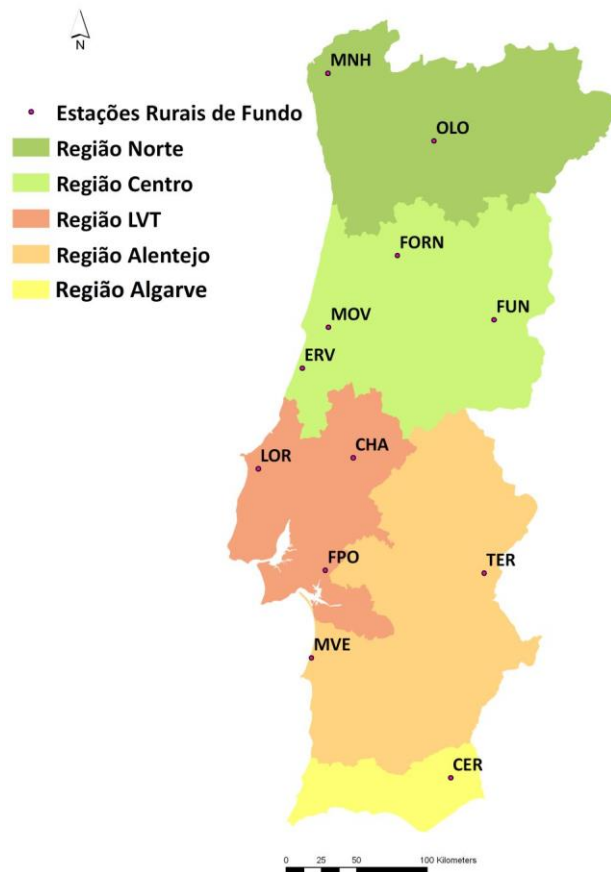


Figura 2. Regiões e estações rurais de fundo utilizadas para a quantificação da contribuição de eventos naturais no território de Portugal Continental em 2013

A metodologia de cálculo da contribuição das PM_{10} de origem natural, transportadas nos episódios de advecção de poeiras do Norte de África, pode ser sistematizada de acordo com as seguintes etapas:

- 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);
 - 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);

- concentrações medidas nas estações de qualidade do ar (dados validados) em cada região de gestão das CCDR (<http://www.qualar.org/>);
- Para cada uma das regiões em estudo seleciona-se uma estação rural de fundo representativa. O objetivo é que a estação seja o mais remota possível em relação à influência de fontes de emissão antropogénicas 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 Ervedeira (região Centro),
 - Chamusca (região de Lisboa e Vale do Tejo),
 - Terena (região Alentejo),
 - Cerro (região Algarve);
- 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 40¹ está correlacionado com dias associados a advecção atlântica representando a fração de ar limpo;
- A diferença entre o valor de PM₁₀ registado no dia de evento e o percentil 40 desse dia corresponde à contribuição de PM₁₀ de origem natural;
- A contribuição calculada a partir da estação de rural de fundo representativa de cada secção é posteriormente subtraída às concentrações médias diárias de todas as estações de cada região;
- 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 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.

¹ 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, 2006).

Para elucidar a aplicação da metodologia de desconto exposta, considerem-se como exemplos os Casos 1 e 2 de ocorrência de evento natural, indicados de seguida, bem como a ocorrência de casos especiais.

Caso 1:

- Considerem-se duas estações, uma urbana de fundo e outra urbana de tráfego, em que se registaram $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$, respetivamente, durante um dia específico de intrusão, constituindo à partida excedências ao valor-limite diário de PM_{10} (de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$);
- A estação rural de fundo selecionada como representativa da região em estudo regista para esse dia um valor de $41 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e o percentil 40 mensal centrado nesse dia (e não se incluindo o valor registado nesse dia no cálculo do percentil) é de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$;
- A contribuição de PM_{10} devida ao evento é $41-10=31 \mu\text{g}/\text{m}^3$, na estação rural de fundo representativa da região;
- Neste caso, o desconto aplicado na estação urbana de fundo suprime o dia em excedência ($60-31=29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM_{10} , ou seja, $[\text{PM}_{10}]<50 \mu\text{g}/\text{m}^3$), mas não na estação de tráfego ($100-31=69 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM_{10} , ou seja, $[\text{PM}_{10}]>50 \mu\text{g}/\text{m}^3$);
- A Figura 3 representa esquematicamente a situação exposta no Caso 1.

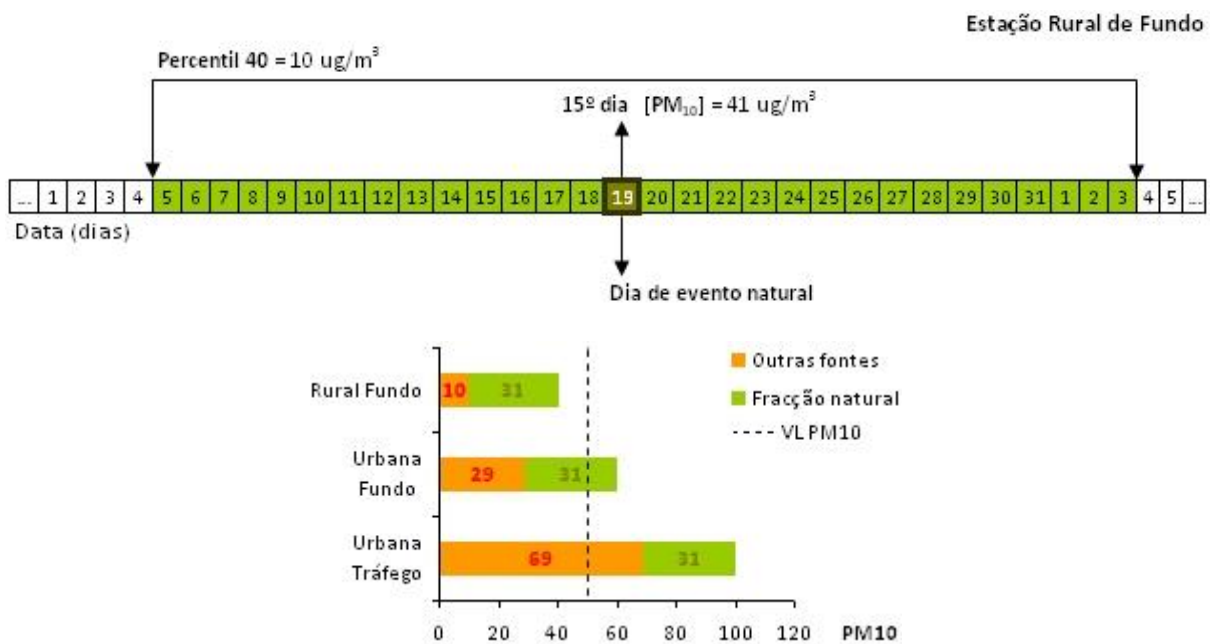


Figura 3. Representação esquemática da metodologia de desconto (Caso 1)

Caso 2:

- Considere-se um caso em tudo semelhante ao anterior mas com mais do que um dia de intrusão (de dia 19 a dia 25 no exemplo da Figura 4);
- O procedimento para o cálculo do percentil 40, da estação rural de fundo representativa é idêntico, centrado para cada dia, mas não se contabilizam as concentrações de PM₁₀ dos dias em que ocorreu intrusão (tal como indicado na representação esquemática da Figura 4);
- A etapa seguinte envolve a determinação da contribuição de PM₁₀ devida ao evento, na estação rural de fundo representativa da região. Posteriormente aplica-se esse desconto a todas as estações da mesma região;
- A Figura 4 representa esquematicamente a situação exposta no Caso 2.



Figura 4. Representação esquemática da metodologia de desconto (Caso 2)

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

Casos especiais:

- **Falta de dados:** 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 é 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.
- **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 desfasamento entre a intensidade do evento registado nas zonas Centro Litoral e Centro Interior. Por esse motivo, em 2010 testou-se uma nova opção metodológica, que se replica em 2012, tendo sido seleccionadas duas estações rurais de fundo representativas: a do Fundão para a zona Centro Interior e a de Ervedeira para a zona Centro Litoral (em vez de se considerar apenas a do Fundão para avaliar toda a região Centro).

Nota:

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

- no caso da RAM, a sua exclusão da análise deve-se ao facto de a rede de monitorização ter estado desativada durante o ano de 2013 (não se dispendo de dados de PM₁₀);
- no caso da RAA, representada pela estação do Faial (com 99% de eficiência anual de PM₁₀ em 2013), 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 PM₁₀ registados no Faial são habitualmente muito reduzidos, sendo que em 2013 esta estação é a que apresenta a média anual de PM₁₀ mais baixa no país (de 6 µg/m³, sendo o percentil 98 de 17 µg/m³), pelo que o acréscimo das poeiras dos desertos nas concentrações deste poluente não será muito significativo.

4. Identificação dos dias de eventos naturais com origem na intrusão de ar proveniente do Norte de África em 2013

A identificação dos dias de intrusão de poeiras com origem no Norte de África resulta da análise efetuada recorrendo à informação dada por modelos (BSC DREAM e Hysplit, nas estações rurais de fundo representativas de cada região) e pelas concentrações medidas nas próprias estações de qualidade do ar, tal como descrito no capítulo relativo à Metodologia. A Figura 5 exemplifica o tipo de análise efetuado para a identificação de cada dia de evento natural com influência numa dada região.

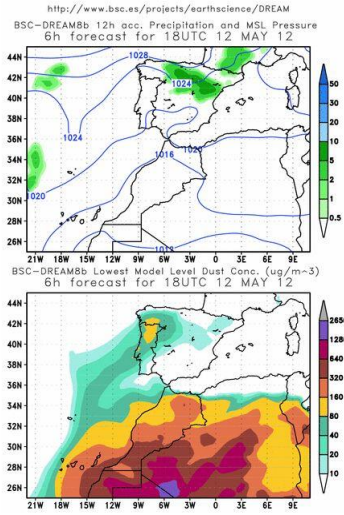
Os dias de evento natural assim identificados para o ano de 2013 estão agrupados na Tabela 4, para as várias secções da Península Ibérica correspondentes ao território de Portugal (a designação das secções indicadas provém do trabalho conjunto entre as equipas portuguesa e espanhola).

IBERIAN PENINSULA, BALEARIC ISLANDS AND CANARY ISLANDS

Dust load & cloudiness Optical Depth & cloudiness Deposition Surface concentration

00h 06h 12h 18h 24h 30h 36h 42h 48h 54h 60h 66h 72h Animation Archive

2012 / 05 / 12 / 12 / Go Latest ->



NOAA HYSPLIT MODEL
Backward trajectory ending at 1200 UTC 12 May 12
GDAS Meteorological Data

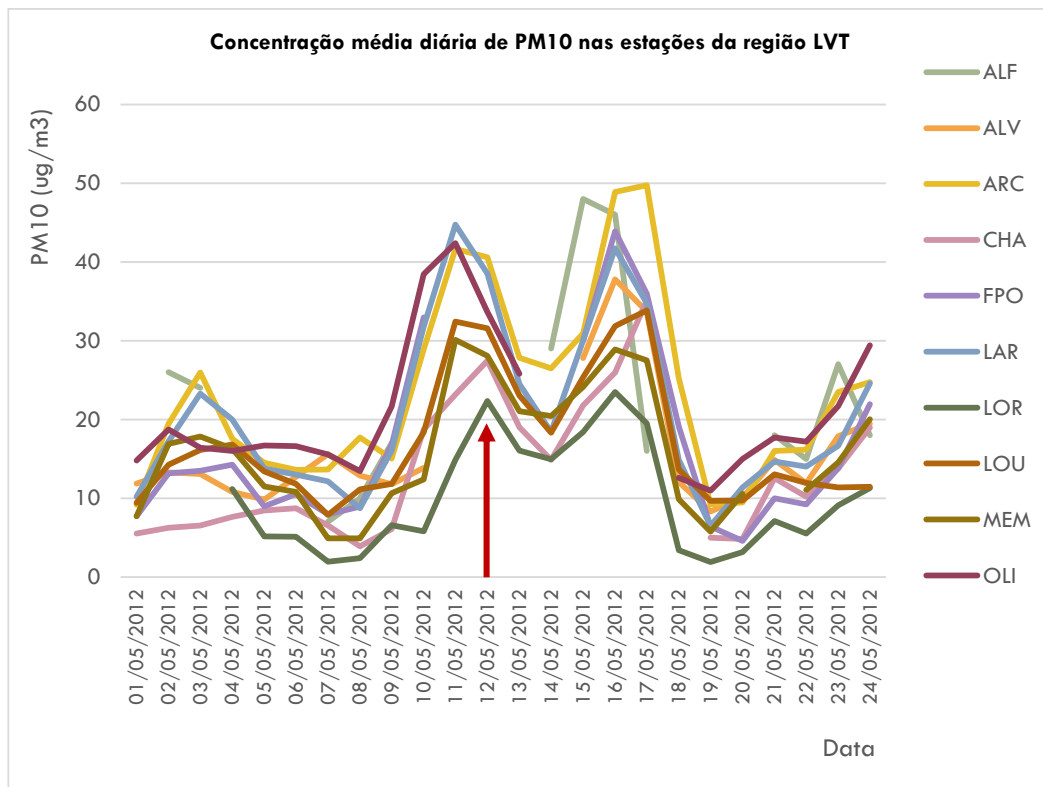
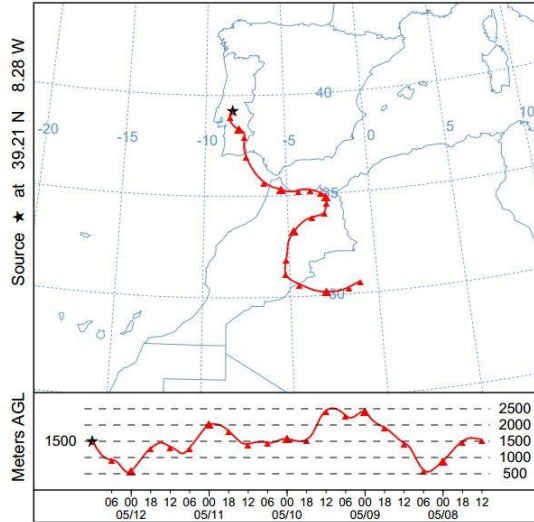


Figura 5. Exemplo dos elementos que contribuem para a identificação de um dia de evento natural com influência sobre uma determinada região (neste caso a de LVT em 12/05/2012 – em cima à esq.: modelo Dream, em cima à dir.: retrotrajectória Hysplit, em baixo: concentrações médias diárias de PM₁₀ em estações de fundo)

**Tabela 4. Identificação de episódios de intrusão de poeiras provenientes do Norte de África no ano de 2013
(datas de ocorrência)**

Secções da Península Ibérica		Noroeste	Oeste		Sudoeste		Madeira (Arquipélago)
Secções de Portugal		Região Norte	Região Centro	Região LVT	Região Alentejo	Região Algarve	Região Autónoma Madeira
Mês	Data						
Janeiro	05/01/2013	x	x		x	x	x
	06/01/2013	x	x	x	x	x	x
	07/01/2013	x	x	x	x	x	x
	08/01/2013	x	x	x	x	x	x
	09/01/2013			x	x		
	10/01/2013				x		
	18/01/2013						x
	30/01/2013						x
Fevereiro	01/02/2013			x	x	x	x
	02/02/2013						x
	16/02/2013						x
	28/02/2013					x	
Março	17/03/2013				x	x	
Abril	14/04/2013				x		
	15/04/2013				x		
	16/04/2013	x	x		x		
	17/04/2013	x	x	x	x		
	18/04/2013		x		x	x	
	19/04/2013				x	x	
	20/04/2013				x		
	21/04/2013				x		
	22/04/2013				x		
	25/04/2013						x
26/04/2013						x	
Junho	04/06/2013				x		
	24/06/2013				x		
	25/06/2013			x	x	x	
	26/06/2013			x	x	x	
	27/06/2013			x	x	x	
	28/06/2013			x	x	x	
	29/06/2013			x	x	x	
	30/06/2013				x	x	
Julho	01/07/2013				x	x	
	02/07/2013					x	
	03/07/2013				x	x	
	04/07/2013		x	x	x		
	05/07/2013		x	x	x	x	
	06/07/2013	x	x	x	x	x	
	07/07/2013	x	x	x			x
	08/07/2013	x	x	x			x
	09/07/2013	x	x	x	x		x
	10/07/2013	x	x	x	x		x
	11/07/2013		x	x	x	x	x
	19/07/2013				x	x	
	20/07/2013				x	x	
31/07/2013				x	x		
Agosto	01/08/2013					x	
	12/08/2013				x		
	13/08/2013				x		
	14/08/2013				x		
	19/08/2013				x	x	
	20/08/2013		x		x	x	
	21/08/2013		x		x	x	
22/08/2013				x			
Setembro	04/09/2013				x		

Secções da Península Ibérica		Noroeste	Oeste		Sudoeste		Madeira (Arquipélago)
Secções de Portugal		Região Norte	Região Centro	Região LVT	Região Alentejo	Região Algarve	Região Autónoma Madeira
Mês	Data						
	05/09/2013				x	x	
	06/09/2013				x		
	11/09/2013					x	
	12/09/2013			x	x	x	
	13/09/2013		x	x	x	x	
	14/09/2013		x	x	x		
	15/09/2013				x		
	21/09/2013			x			
	22/09/2013		x	x			
	23/09/2013	x	x	x	x	x	
	24/09/2013	x	x	x	x	x	
	25/09/2013				x		
Outubro	10/10/2013				x	x	
	28/11/2013						x
Novembro	29/11/2013						x
	30/11/2013						x
	04/12/2013						x
	05/12/2013						x
	06/12/2013						x
	08/12/2013						x
	09/12/2013						x
	10/12/2013						x
Dezembro	11/12/2013					x	
	12/12/2013	x		x	x	x	
	13/12/2013	x	x	x	x	x	x
	15/12/2013				x	x	
	16/12/2013				x	x	
	17/12/2013				x	x	
N.º total de dias de evento natural		15	23	28	59	41	27

Em 2013 identificaram-se, no total, 84 dias de intrusões africanas sobre o território de Portugal. Desde 2010 que o número de dias com evento natural tem diminuído em Portugal (de 134 dias em 2010 para 84 dias em 2013), tal como se pode observar na Figura 6.

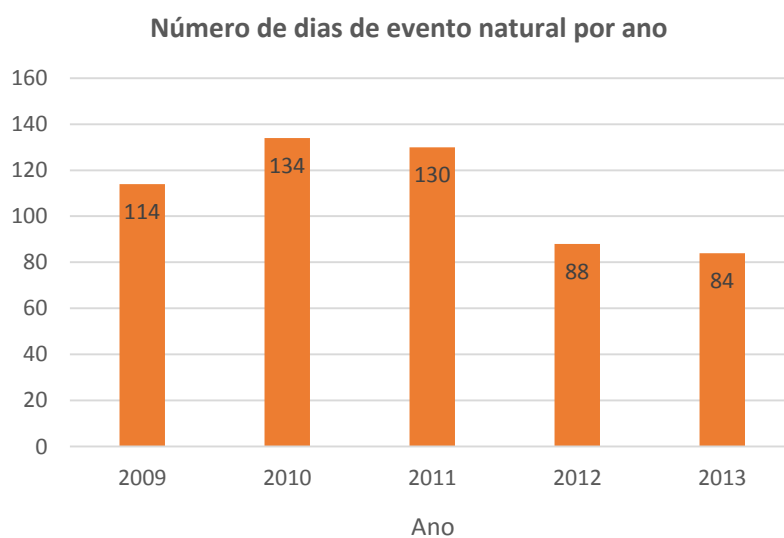


Figura 6. Distribuição do número de dias de evento natural por ano

Relativamente aos eventos naturais identificados em 2013 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 7).

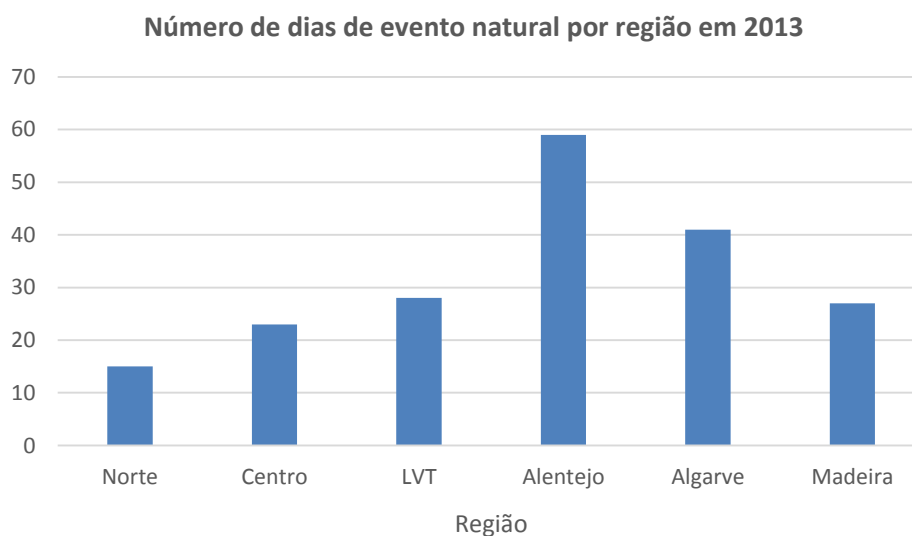


Figura 7. Distribuição do número de dias de evento natural, por região, em 2013

No que diz respeito à distribuição da ocorrência de eventos naturais por mês do ano apresenta-se a Figura 8. Verifica-se que os meses com maior número de dias com evento natural em 2013 foram os de Abril, Julho, Setembro e Dezembro.

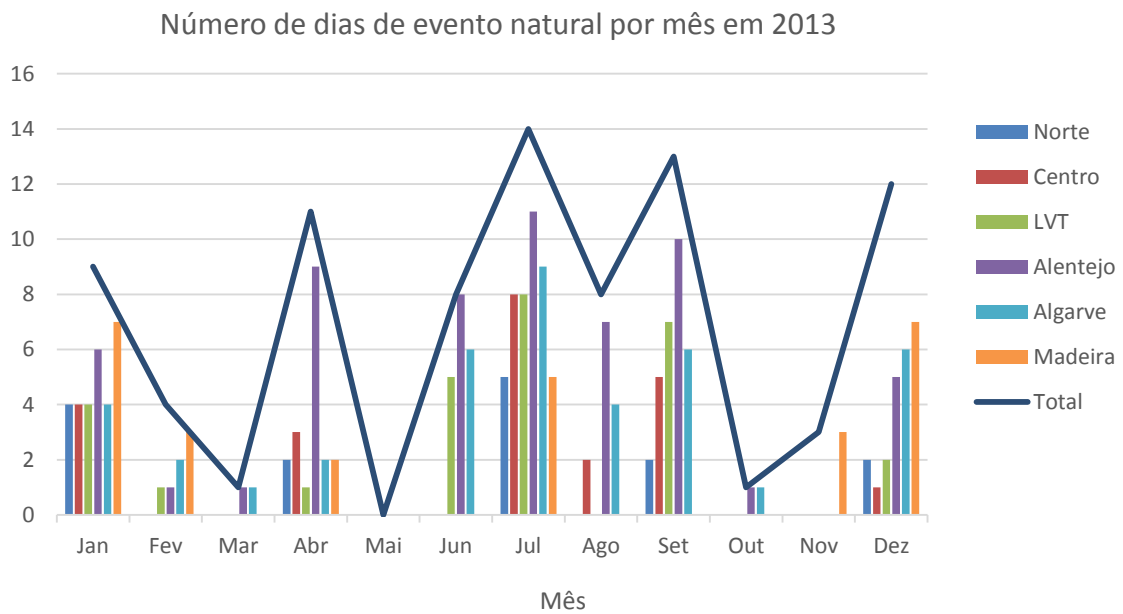


Figura 8. Distribuição do número de dias de evento natural, por região e mês, em 2013

5. Influência dos eventos naturais nas excedências aos valores-limite de PM₁₀ em 2012

5.1 *Influência dos eventos naturais nas excedências ao valor-limite diário de PM₁₀*

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 PM₁₀, em 2013, 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. Obteve-se, no ano de 2013, uma melhoria na eficiência das estações rurais de fundo, sendo que a única que teve uma eficiência inferior a 85% foi a de Fernando Pó (Região LVT).

Obtiveram-se ainda eficiências abaixo dos 85% noutras 19 estações (que não do tipo rural de fundo). Em 2013 nenhuma estação da região da Madeira efetuou medições de PM₁₀.

O número de ultrapassagens ao valor-limite diário de PM₁₀ (50 µg/m³) 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 59 estações analisadas, apenas a estação da Avenida da Liberdade registou uma situação de excedência ao valor-limite de PM₁₀ (com ultrapassagens em mais de 35 dias em 2012). Após a aplicação da metodologia de desconto da contribuição de eventos naturais esta estação deixou de estar em situação de inconformidade. Para esta estação de tráfego situada na aglomeração da AML Norte foi possível justificar que a inconformidade face ao valor-limite diário tem uma contribuição natural.

Tabela 5. Verificação da situação de excedência ao valor-limite diário de PM₁₀ antes e após a aplicação da metodologia de desconto da contribuição devida a eventos naturais, em 2012

Zona	Infl.	Amb.	Estação	Efic. (%)	Dias>VL (n.º)	Dias>VL após desconto EN	Redução nos Dias>VL (n.º)	Redução nos Dias>VL (%)
Região Norte								
Norte Interior	F	R	Douro Norte	95	0	0	0	0
Norte Litoral	F	R	Minho-Lima	92	2	2	0	0
Braga (a)	T	U	Fr Bartolomeu Mártires-S Victor	99	8	7	1	13
	F	S	Frossos-Braga	99	3	3	0	0
Porto Litoral (a)	T	U	D. Manuel II-Vermoim	100	17	15	2	12
	T	U	Francisco Sá Carneiro-Campanha	99	15	14	1	7
	T	U	João Gomes Laranjo-S.Hora	99	16	16	0	0
	I	U	Seara-Matosinhos	67	7	7	0	0
	I	S	Meco-Perafita	98	29	28	1	3
	F	U	Ermesinde-Valongo	98	19	19	0	0
	F	U	Sobreiras-Lordelo do Ouro	93	19	18	1	5
	F	U	Avintes	97	13	12	1	8
	F	S	Custóias-Matosinhos	99	17	17	0	0
	F	S	Leça do Balio-Matosinhos	99	18	18	0	0
	F	S	Mindelo-Vila do Conde	99	18	17	1	6
F	S	Anta-Espinho	40	32	31	1	3	
Vale do Ave (a)	T	U	Cónego Dr. Manuel Faria-Azurém	87	0	0	0	0
	F	U	Burgães-Santo Tirso	97	6	6	0	0
Vale do Sousa (a)	T	U	Pe Moreira Neves-Castelões de Cepeda	60	3	3	0	0
	F	U	Paços de Ferreira	96	9	8	1	11
Região Centro								
Centro Interior	F	R	Fundão	100	1	1	0	0
	F	R	Fornelo do Monte	99	6	6	0	0
Centro Litoral	F	R	Ervedeira	90	2	1	1	50
	F	R	Montemor-o-Velho	93	4	2	2	50
Aveiro/Ílhavo (a)	T	U	Aveiro	100	35	29	6	17
	F	U	Ílhavo	91	17	13	4	24
Coimbra (a)	T	U	Coimbra/ Avenida Fernão Magalhães	100	8	4	4	50
	F	U	Instituto Geofísico de Coimbra	100	1	1	0	0
Zona de Influência de Estarreja	I	S	Estarreja/Teixugueira	98	27	25	2	7
Região LVT								
VTO	F	R	Lourinhã	84	0	0	0	0
	F	R	Chamusca	99	1	1	0	0
PSet/ASal	F	R	Fernando Pó	84	0	0	0	0
AML Norte (a)	T	U	Entrecampos	95	3	3	0	0
	T	U	Avenida da Liberdade	98	38	27	11	29
	T	U	Cascais-Mercado	62	3	2	1	33
	T	U	Odivelas-Ramada	52	0	0	0	0

Zona	Infl.	Amb.	Estação	Efic. (%)	Dias>VL (n.º)	Dias>VL após desconto EN	Redução nos Dias>VL (n.º)	Redução nos Dias>VL (%)
	T	U	Santa Cruz de Benfica	<i>38</i>	3	3	0	0
	F	U	Olivais	99	4	4	0	0
	F	U	Alfragide/Amadora	<i>51</i>	3	3	0	0
	F	U	Reboleira	<i>46</i>	0	0	0	0
	F	U	Loures-Centro	<i>69</i>	0	0	0	0
	F	U	Restelo	<i>53</i>	2	2	0	0
	F	U	Mem Martins	95	1	1	0	0
	F	U	Quinta do Marquês	<i>65</i>	0	0	0	0
	F	U	Alverca	100	2	2	0	0
AML Sul (a)	I	U	Escavadeira	98	2	2	0	0
	I	S	Lavradio	<i>75</i>	2	2	0	0
	F	U	Paio Pires	<i>54</i>	35	24	11	31
	F	U	Laranjeiro	93	5	5	0	0
Setúbal (a)	T	U	Quebedo	86	2	2	0	0
	F	U	Arcos	99	5	5	0	0
Região Alentejo								
Alentejo Interior	F	R	Terena	100	1	1	0	0
Alentejo Litoral	T	S	Sines	<i>19</i>	9	8	1	11
	I	U	Santiago do Cacém	99	3	3	0	0
	F	R	Monte Velho	99	0	0	0	0
Região Algarve								
Algarve	F	R	Cerro	89	0	0	0	0
Albufeira/Loulé (a)	F	U	Malpique	100	0	0	0	0
Faro/Olhão (a)	F	U	Joaquim Magalhães	<i>72</i>	2	2	0	0
Portimão/Lagoa (a)	T	U	David Neto	<i>76</i>	15	14	1	7
Legenda:								
Zona (a) – A zona é uma aglomeração; Infl. – Tipo de Influência (T-Tráfego, I-Industrial, F-Fundo); Amb. – Tipo de Ambiente Envolvente (U-Urbana, S-Suburbana, R-Rural); Efic. – Eficiência anual; Dias>VL – N.º de dias em excedência ao valor-limite diário de PM ₁₀ ; Dias>VL após desconto EN – N.º de dias em excedência ao valor-limite diário de PM ₁₀ após a aplicação do desconto devido a Evento Natural; Redução nos Dias>VL – N.º e % de redução de dias em excedência ao valor-limite de PM ₁₀ após o desconto devido a Eventos Naturais.								

5.2 Influência dos eventos naturais nas excedências ao valor-limite anual de PM₁₀

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 PM₁₀, em 2013.

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). Em 2013 nenhuma estação da região da Madeira efetuou medições de PM₁₀.

O valor-limite anual de PM₁₀ é de 40 µg/m³. 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 com origem nos desertos africanos.

Verifica-se que, em 2013, não se registaram excedências ao valor-limite anual de PM₁₀ nas estações em funcionamento. Após a aplicação da metodologia de desconto da contribuição de eventos naturais obteve-se uma redução na média anual que variou entre 0,2 e 1,6 µg/m³ (para estações com a eficiência mínima de 85%).

Tabela 6. Verificação da situação de excedência ao valor-limite anual de PM₁₀ antes e depois da aplicação da metodologia de desconto da contribuição devida a eventos naturais, em 2013

Zona	Infl.	Amb.	Estação	Efic. (%)	Média anual (µg/m ³)	Média anual após desconto EN (µg/m ³)	Redução na média anual (µg/m ³)	Redução na média anual (%)
Região Norte								
Norte Interior	F	R	Douro Norte	95	13	13	0,3	2
Norte Litoral	F	R	Minho-Lima	92	9	9	0,2	2
Braga (a)	T	U	Fr Bartolomeu Mártires-S Victor	99	15	15	0,2	2
	F	S	Frossos-Braga	99	15	15	0,2	2
Porto Litoral (a)	T	U	D. Manuel II-Vermoim	100	21	21	0,3	1
	T	U	Francisco Sá Carneiro-Campanha	99	25	24	0,3	1
	T	U	João Gomes Laranjo-S.Hora	99	25	25	0,2	1
	I	U	Seara-Matosinhos	67	22	21	0,2	1
	I	S	Meco-Perafita	98	29	28	0,2	1
	F	U	Ermesinde-Valongo	98	25	24	0,3	1
	F	U	Sobreiras-Lordelo do Ouro	93	22	22	0,2	1
	F	U	Avintes	97	21	21	0,3	1
	F	S	Custóias-Matosinhos	99	21	20	0,2	1
	F	S	Leça do Balio-Matosinhos	99	22	21	0,2	1
	F	S	Mindelo-Vila do Conde	99	24	24	0,3	1
	F	S	Anta-Espinho	40	39	39	0,3	1
Vale do Ave (a)	T	U	Cónego Dr. Manuel Faria-Azurém	87	14	13	0,3	2
	F	U	Burgães-Santo Tirso	97	15	15	0,3	2
Vale do Sousa (a)	T	U	Pe Moreira Neves-Castelões de Cepeda	60	22	22	0,0	0
	F	U	Paços de Ferreira	96	26	26	0,3	1
Região Centro								
Centro Interior	F	R	Fundão	100	11	11	0,6	5
	F	R	Fornelo do Monte	99	13	13	0,5	4
Centro Litoral	F	R	Ervedeira	90	20	19	0,9	5
	F	R	Montemor-o-Velho	93	19	18	0,6	3
Aveiro/Ílhavo (a)	T	U	Aveiro	100	32	31	0,8	3
	F	U	Ílhavo	91	24	23	0,8	3
Coimbra (a)	T	U	Coimbra/ Avenida Fernão Magalhães	100	24	23	0,8	3

Zona	Infl.	Amb.	Estação	Efic. (%)	Média anual (µg/m3)	Média anual após desconto EN (µg/m3)	Redução na média anual (µg/m3)	Redução na média anual (%)
	F	U	Instituto Geofísico de Coimbra	100	20	19	0,7	4
Zona de Influência de Estarreja	I	S	Estarreja/Teixugueira	98	26	25	0,8	3
Região LVT								
VTO	F	R	Lourinhã	84	15	14	1,1	7
	F	R	Chamusca	99	16	15	0,9	6
PSet/ASal	F	R	Fernando Pó	84	20	19	1,0	5
AML Norte (a)	T	U	Entrecampos	95	22	21	0,9	4
	T	U	Avenida da Liberdade	98	34	33	0,9	3
	T	U	Cascais-Mercado	62	28	28	0,5	2
	T	U	Odivelas-Ramada	52	19	18	1,4	7
	T	U	Santa Cruz de Benfica	38	28	26	2,0	7
	F	U	Olivais	99	23	22	0,9	4
	F	U	Alfragide/Amadora	51	23	22	0,8	3
	F	U	Reboleira	46	17	17	0,6	3
	F	U	Loures-Centro	69	18	17	0,9	5
	F	U	Restelo	53	21	20	1,4	7
	F	U	Mem Martins	95	19	18	0,9	5
	F	U	Quinta do Marquês	65	20	19	1,1	6
AML Sul (a)	F	U	Alverca	100	19	18	0,9	5
	I	U	Escavadeira	98	23	22	1,0	4
	I	S	Lavradio	75	20	19	1,0	5
	F	U	Paio Pires	54	38	37	1,1	3
Setúbal (a)	F	U	Laranjeiro	93	23	22	1,0	4
	T	U	Quebedo	86	23	22	0,9	4
F	U	Arcos	99	25	25	0,9	4	
Região Alentejo								
Alentejo Interior	F	R	Terena	100	19	18	1,5	8
Alentejo Litoral	T	S	Sines	19	36	35	1,2	3
	I	U	Santiago do Cacém	99	23	21	1,6	7
	F	R	Monte Velho	99	21	20	1,5	7
Região Algarve								
Algarve	F	R	Cerro	89	12	11	1,0	8
Albufeira/Loulé (a)	F	U	Malpique	100	15	14	0,9	6
Faro/Olhão (a)	F	U	Joaquim Magalhães	72	20	19	1,1	6
Portimão/Lagoa (a)	T	U	David Neto	76	22	21	0,8	4
Legenda:								
Zona (a) – A zona é uma aglomeração; Infl. – Tipo de Influência (T-Tráfego, I-Industrial, F-Fundo); Amb. – Tipo de Ambiente Envoltente (U-Urbana, S-Suburbana, R-Rural); Efic. – Eficiência anual; Média Anual após desconto EN – média anual após aplicação dos descontos diários devido a Evento Natural para avaliação da situação de excedência ao valor-limite anual de PM ₁₀ ; Redução na média anual – redução da média anual após o desconto devido a Eventos Naturais.								

5.3 Análise da conformidade legal face às excedências aos valores-limite de PM₁₀

Para efetuar a análise de conformidade legal segundo as regras estabelecidas no Decreto-Lei nº 102/2010, só são consideradas as estações com uma eficiência anual mínima de 85%.

O número de ultrapassagens ao valor-limite diário de PM₁₀ (50 µg/m³) permitido, por ano, é de 35. Relativamente à situação de inconformidade legal face ao valor-limite diário de PM₁₀ em 2013, foi identificada, numa primeira etapa, a seguinte zona e estação (Figura 9):

- AML Norte (estação de Avenida da Liberdade),

o que representa uma melhoria significativa face ao ano anterior (em que se registaram quatro zonas e oito estações em inconformidade).

Com a aplicação da metodologia de desconto da fração devida a eventos naturais, a estação de Avenida da Liberdade passa a cumprir o valor-limite diário de PM₁₀, de forma a que em 2013 não permanece nenhuma situação de inconformidade no país em relação a este valor-limite (Figura 9).

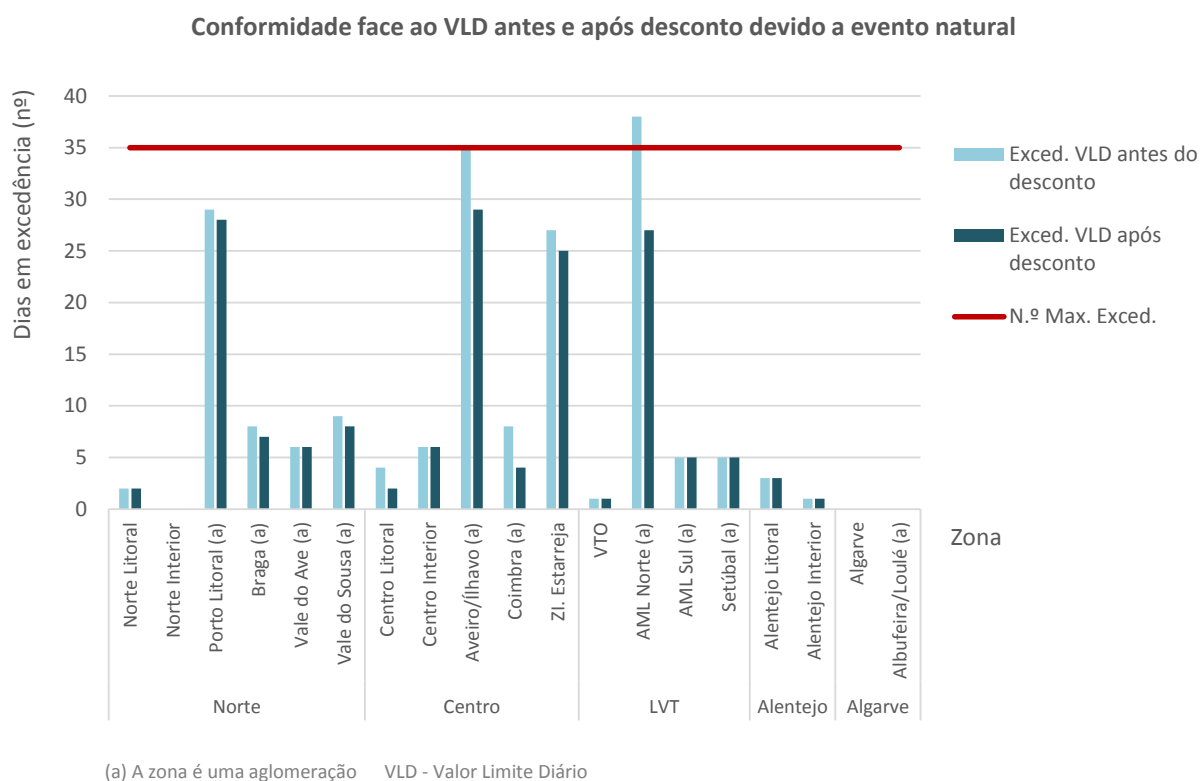


Figura 9. Conformidade legal de zonas e aglomerações face ao valor-limite diário de PM₁₀, antes e após o desconto da fração devida a evento natural, em 2013

O valor-limite anual legislado é de 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Relativamente à situação de inconformidade legal face ao valor-limite anual de PM_{10} , analisando as estações com eficiência anual não inferior a 85%, verifica-se que em 2013 não se registaram ultrapassagens a este parâmetro legal (Figura 10).

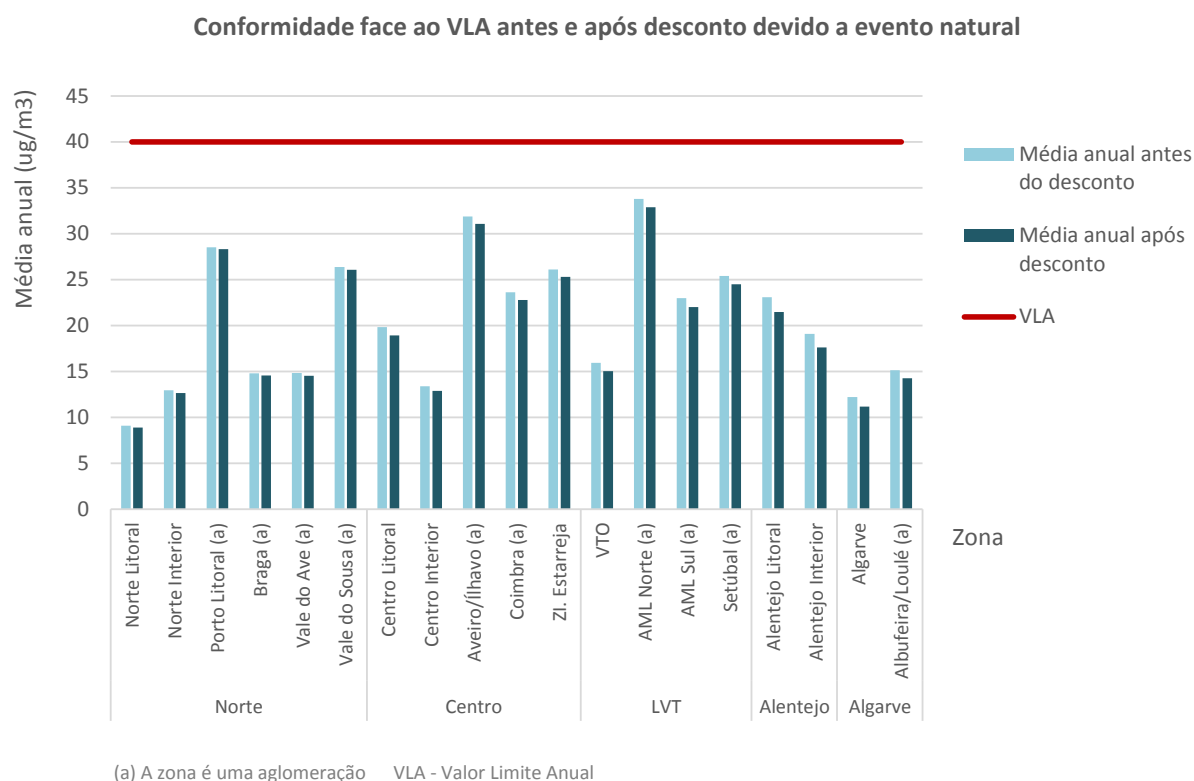


Figura 10. Conformidade legal de zonas e aglomerações face ao valor-limite anual de PM_{10} , antes e após o desconto da fração devida a evento natural, em 2013

Numa avaliação global, em 2013, após a aplicação da metodologia de desconto de eventos naturais não se verificaram quaisquer situações de zonas em situação de ultrapassagem efetiva aos valores-limite de PM_{10} legislados (anual e diário) (Tabela 7), o que representa uma melhoria significativa e mesmo uma situação inédita no que diz respeito à conformidade legal deste poluente.

Tabela 7. Situação de conformidade legal das zonas e aglomerações face aos valores-limite diário e anual de PM_{10} , antes e após a aplicação do desconto da contribuição de eventos naturais, para o ano de 2013

Região	Aglomeração/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
LVT	AML Norte/ Av. Liberdade	>VL	<VL	<VL	<VL

6. Análise da ocorrência de eventos naturais por região, tipo de estação, mês e ano

6.1 Ocorrência de eventos naturais por região

No que diz respeito aos resultados obtidos entre os anos de 2009 e 2013, o número de dias com intrusões africanas foi mais elevado nas regiões a Sul de Portugal Continental, decrescendo para as regiões mais a Norte de Portugal (Figura 11). O padrão de decréscimo da contribuição de eventos naturais nas concentrações de PM10, 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).

Em termos dos dias de ocorrência de eventos naturais, em 2013 validaram-se 84 dias com intrusões africanas, número bastante inferior ao ocorrido nos anos anteriores (Figura 11), tendência que também ocorreu nas restantes regiões da Península Ibérica.

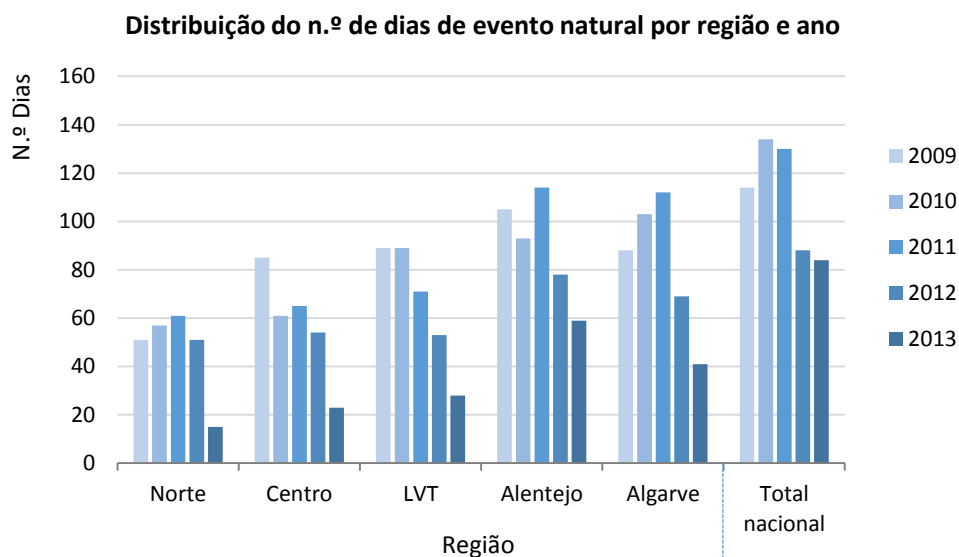


Figura 11. Distribuição do número de dias de evento natural por região, entre 2009 e 2013

6.2 Ocorrência de eventos naturais por mês

Em 2013 os meses com maior ocorrência de episódios naturais foram os de Abril, Julho, Setembro e Dezembro (Figura 12). Avaliando o período entre 2009 e 2013 verifica-se que os eventos naturais em Portugal têm sido mais frequentes nos meses compreendidos entre Julho a Setembro, bem como Março, seguidos dos de Abril a Junho, ou seja, nos meses de Primavera e Verão (Figura 12). Verifica-se também que há uma variabilidade na distribuição dos dias de evento por mês de acordo com o ano (visível através do desfasamento entre os valores médios e o total acumulado de dias de evento nos meses de Março, Maio, Agosto e Outubro, representados na Figura 12).

No que diz respeito aos padrões de sazonalidade e de intensidade de eventos encontrados nos pontos mais a Oeste da Bacia Mediterrânica, no período de 2001 a 2011, há uma clara prevalência para os meses de Verão (mas com episódios pouco severos em termos de intensidade) (Pey, *et al*, 2013). Segundo Escudero, no período entre 1996-2002, a maior frequência de ocorrência de episódios registou-se entre Maio e Agosto, seguida pelos meses de Março e Outubro, sendo que os eventos associados a deposição húmida apresentam diferentes tendências, com um máximo em Maio (Escudero, *et al*, 2005).

Nos dias em que ocorrem eventos naturais em Portugal tem-se verificado que as condições meteorológicas prevalentes são a ausência de vento, ou vento fraco do quadrante Leste, uma situação de anticiclone promovendo a subsidência do ar, refletindo-se em fracas condições de dispersão.

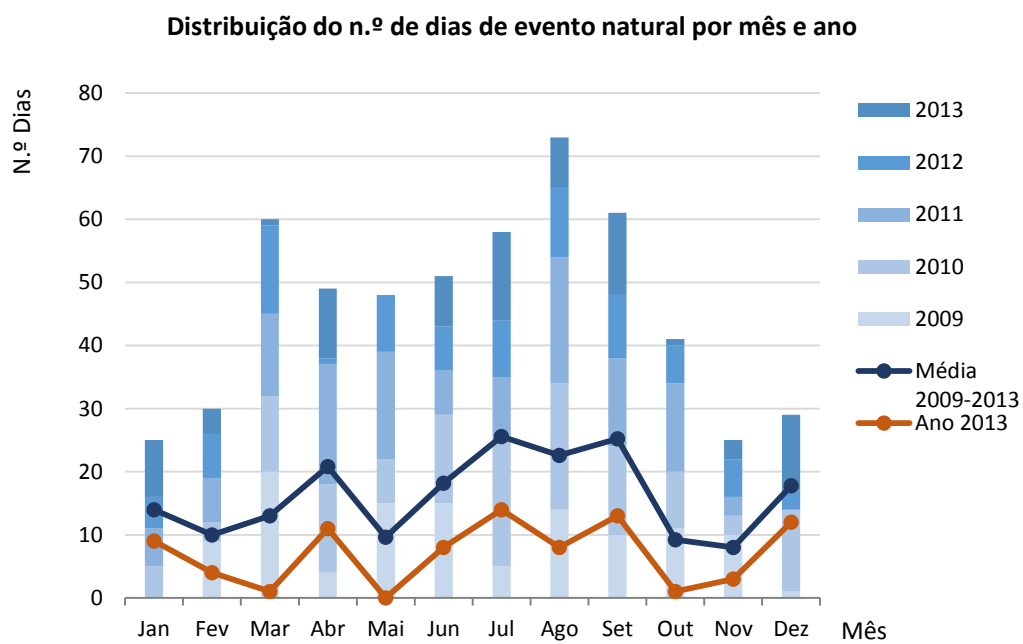


Figura 12. Evolução do número de dias com evento natural em Portugal por mês, entre 2009 e 2013

6.3 Ocorrência de eventos naturais por tipo de estação de monitorização

Apresenta-se de seguida a caracterização da contribuição da fração natural que foi identificada através da aplicação da metodologia descrita no presente relatório, para o ano 2013, por região e por tipo de estação, nomeadamente, do tipo Tráfego, Industrial, Fundo Rural e restantes estações de Fundo (Urbano e Suburbano).

A Figura 13 representa o peso que a fração natural tem na média anual de PM₁₀, por região e por tipo de estação, em 2013. Verifica-se que a contribuição percentual para a média anual das estações:

- é maior no caso da tipologia Rural de Fundo do que na de Tráfego e
- aumenta de Norte para Sul de Portugal Continental (coincidindo com as regiões mais afetadas pelos fenómenos de eventos naturais).

Em 2013 as percentagens de contribuição da fração natural para a média anual foram bastante mais reduzidas do que nos anos anteriores (por exemplo em 2012, com o desconto devido à contribuição de origem natural obteve-se uma redução média de 9% na média anual de PM₁₀ e em 2013 essa redução foi de 3%). Esta situação deve-se ao facto de os episódios com origem natural, em 2013, terem ocorrido durante menos dias e terem sido de mais fraca intensidade.

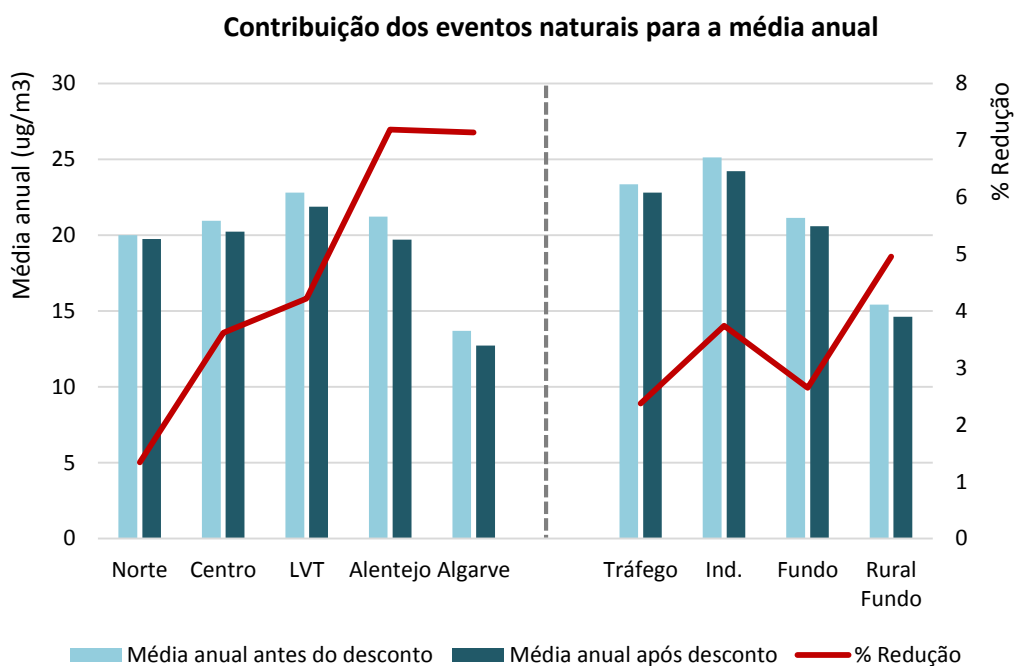


Figura 13. Média anual de PM₁₀ antes e após o desconto da fração devida a evento natural em 2013 (dados agregados por região e por tipo de estação)

Da Figura 14 à Figura 17 representa-se a contribuição devida a eventos naturais nas excedências ao valor-limite anual e diário de PM₁₀ por região, tipologia e estação.

Em termos de média anual e número de ultrapassagens ao valor-limite diário verifica-se que:

- as estações de Tráfego e Industriais são as que apresentam valores mais elevados nas regiões de Lisboa e Vale do Tejo, Centro e Norte (Figura 14 e Figura 16);
- de todas as estações Rurais de Fundo, destaca-se a da região Alentejo, que apresenta a média anual mais elevada (Figura 14) mas apenas uma ultrapassagem ao valor-limite diário.

Com a aplicação da metodologia de desconto da fração devida a evento natural nas concentrações de PM₁₀, verifica-se que:

- as maiores reduções na média anual ocorrem nas estações de Fundo Rural e as menores ocorrem nas estações de Tráfego e Industriais (Figura 14);
- este padrão está relacionado com o facto de que quanto mais Rural de Fundo é o ambiente envolvente de uma estação, mais esta está afastada das grandes fontes de poluição e um acréscimo na concentração média anual devido a causas naturais tem um maior peso relativo na concentração final medida de PM₁₀. Por oposição, em estações do tipo Tráfego, localizadas em grandes centros urbanos, onde se registam habitualmente níveis muito elevados de PM₁₀, um pequeno acréscimo nas concentrações deste poluente devido a causas naturais tem pouco peso relativo.

A análise quanto à percentagem de redução nas excedências ao valor-limite diário deve ser feita com reserva já que, em 2013 houve menor número de ultrapassagens (menos de metade do que no ano anterior), de forma menos generalizada (afetando mais as tipologias de Tráfego e Industrial) e mais pontual e assim os resultados obtidos resultam muito da influência de cada caso particular (Figura 16 e Figura 17).

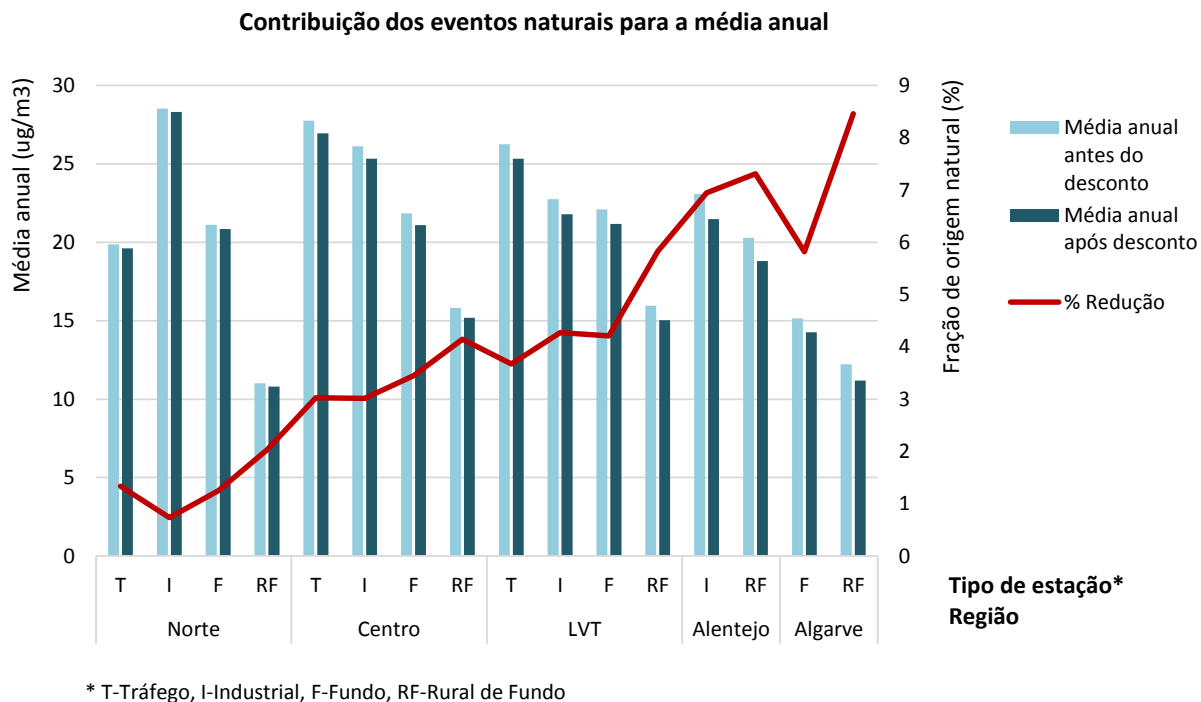


Figura 14. Média anual de PM₁₀ antes e após o desconto da fração devida a evento natural, por região e tipo de estação, em 2013

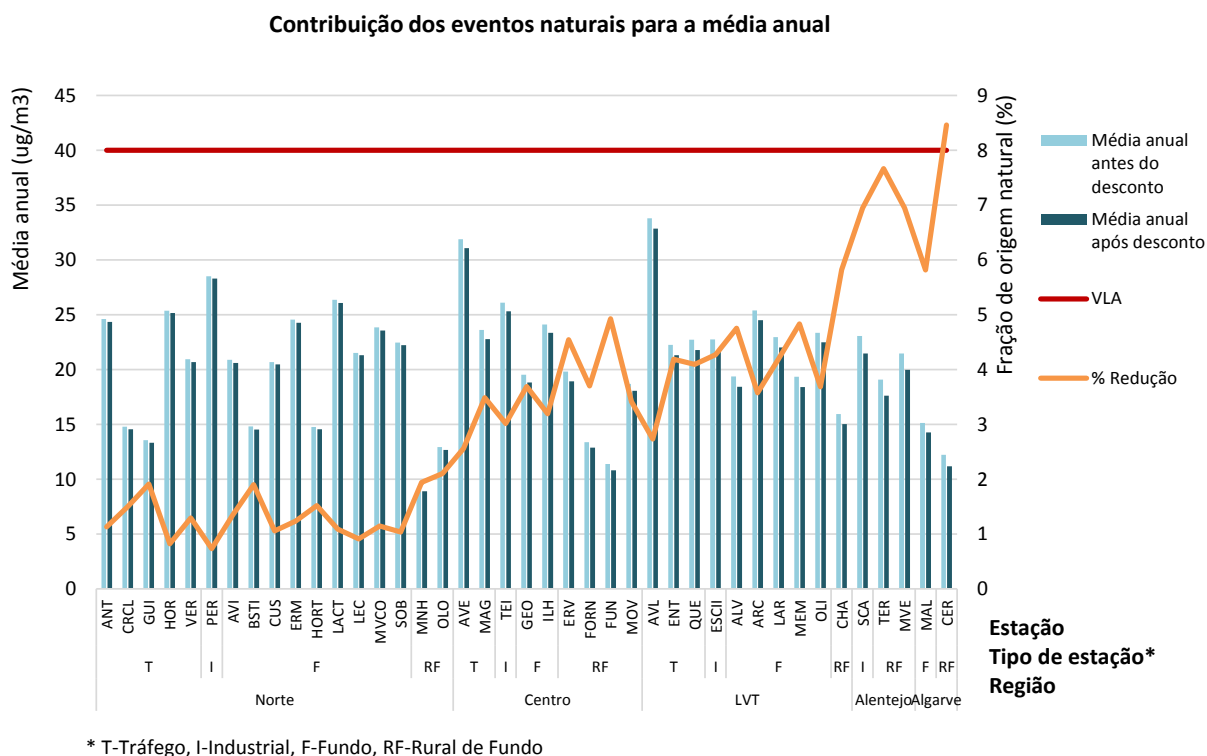
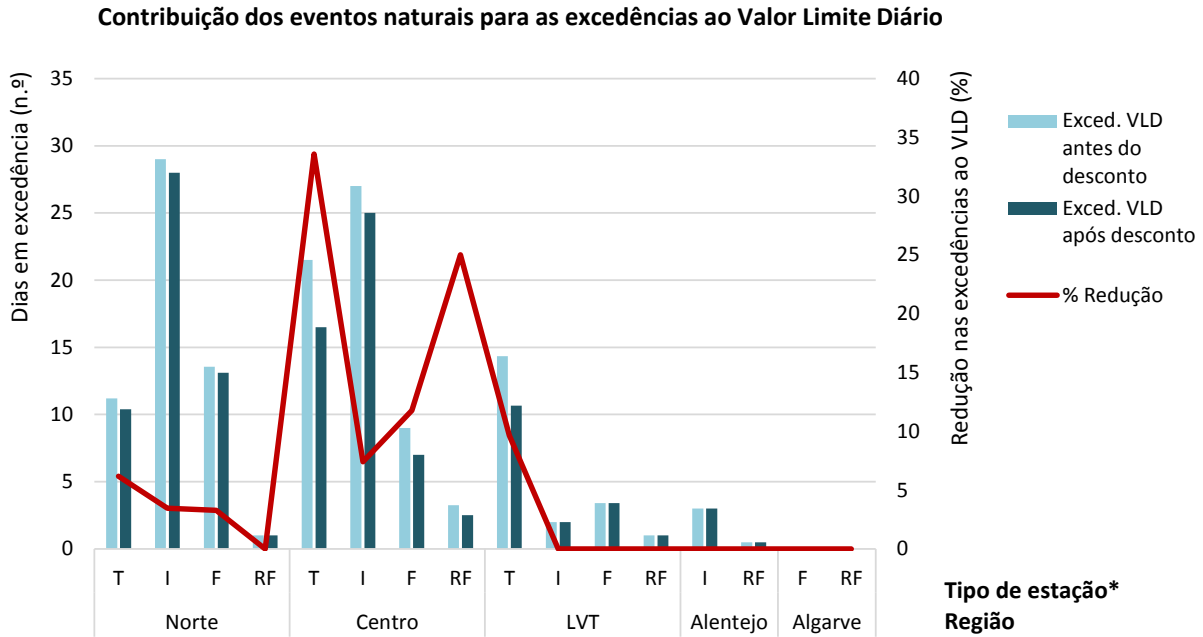
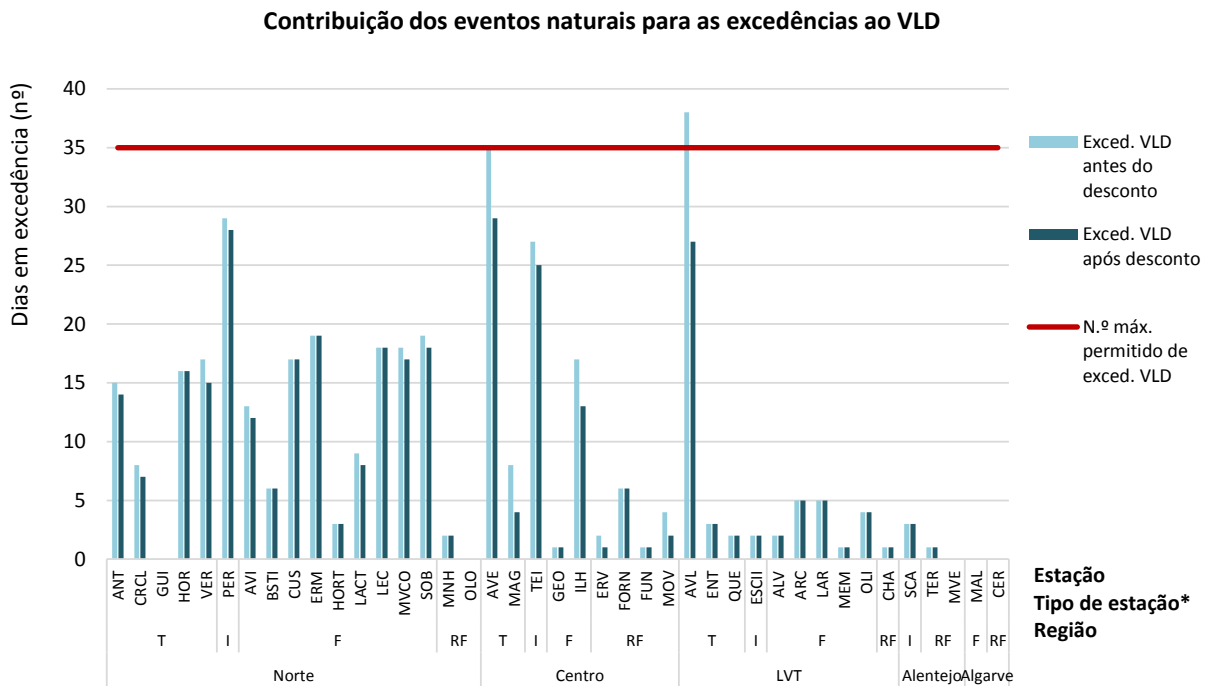


Figura 15. Média anual de PM₁₀ antes e após o desconto da fração devida a evento natural, por região e estação, em 2013



* T-Tráfego, I-Industrial, F-Fundo, RF-Rural de Fundo

Figura 16. Contribuição da fração devida à ocorrência de eventos naturais para as excedências ao valor-limite diário de PM₁₀, por região e tipo de estação, em 2013



* T-Tráfego, I-Industrial, F-Fundo, RF-Rural de Fundo, VLD - Valor Limite Diário

Figura 17. Contribuição da fração devida à ocorrência de eventos naturais para as excedências ao valor-limite diário de PM₁₀, por região e estação, em 2013

7. 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 (PM₁₀). 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 PM₁₀, em 2013, em Portugal.

Em termos dos dias de ocorrência de eventos naturais, em 2013, validaram-se 84 dias com intrusões africanas (23% do ano), o que é significativamente inferior em relação aos anos anteriores, situação que também ocorreu na avaliação destes fenómenos naturais em Espanha.

Em 2013 os meses com maior ocorrência de episódios naturais foram os de Abril, Julho, Setembro e Dezembro. Nos últimos anos há uma prevalência da ocorrência destes fenómenos nos meses de Primavera e Verão.

Na avaliação de eventos naturais, nomeadamente aquando do cálculo da contribuição da fração natural, as concentrações de PM₁₀ medidas nas estações de monitorização são essenciais, sendo desejável obter a série de dados anual mais completa possível, o que nem sempre ocorre. Em 2013 nenhuma estação do Arquipélago da Madeira efetuou medições de PM₁₀ pelo que esta região não pôde ser incluída no estudo.

Comparando os resultados das 59 estações de monitorização da qualidade do ar analisadas (com eficiência) com os parâmetros legislados referentes a PM₁₀, verificou-se que apenas a estação da Avenida da Liberdade, localizada na aglomeração de AML Norte, apresentou uma situação de ultrapassagem ao valor-limite diário (com 38 dias acima do valor-limite). Após a aplicação da metodologia de desconto da contribuição de eventos naturais esta estação deixou de estar em situação de inconformidade, de forma a que, em 2013, não permanece nenhuma situação de inconformidade face aos valores-limite anual e diário, o que representa uma situação inédita no país.

Em 2013, quer o número de dias em excedência ao valor-limite, quer a média anual foram muito inferiores aos anos anteriores. Por exemplo, em relação a 2012 (que também já refletia uma melhoria), a média anual baixou de 23 µg/m³ para 21 µg/m³ e as ultrapassagens ao valor-limite diário foram menos de metade. O número de dias de evento natural também foi mais reduzido (de 88 para 84) e, principalmente, a intensidade dos episódios foi mais fraca (com percentagens de redução da média anual de 9% para 3%).

No que diz respeito à aplicação da metodologia de desconto da fração devida a evento natural nas concentrações de PM_{10} , verifica-se que as maiores reduções obtidas ocorrem nas estações Rurais de Fundo e as menores ocorrem nas estações de Tráfego e Industriais. Constata-se que as maiores reduções percentuais ocorrem nas regiões mais afetadas pelos fenómenos de eventos naturais, ou seja, nas regiões mais a Sul de Portugal Continental decrescendo para as localizadas a latitudes mais elevadas.

8. Referências bibliográficas

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.

Draxler, R.R. and Rolph, G.D., (2003). HYSPLIT (HYbrid Single-Particle Lagrangian Integrated Trajectory) Model access via NOAA ARL READY Website: (<http://www.arl.noaa.gov/ready/hysplit4.html>). NOAA Air Resources Laboratory, Silver Spring, MD.

DREAM, (2010). [online]: <http://www.bsc.es/projects/earthscience/DREAM/>

EC – European Commission, (2002). *Guidance on the Annexes to Decision 97/101/EC on Exchange of Information as revised by Decision 2001/752/EC for the European Commission*. DG Environment, 2002.

Escudero, M. Castillo, S., Querol, X., Avila, A., Alarcón, M., Viana, M., Alastuey, A., Cuevas, E., Rodríguez, S., (2005). Wet and dry African dust episodes over eastern Spain. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres* (1984–2012), Volume 110, Issue D18, 27 September 2005, DOI: 10.1029/2004JD004731.

Escudero, M., (2006). *Suspended particulate matter and wet deposition fluxes in regional background stations of the Iberian Peninsula*. Tesis Doctoral Universitat de Barcelona, Departamento de astronomía y Meteorología, 283 pp.

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, (2010). [online]: <http://www.arl.noaa.gov/ready/open/hysplit4.html>.

Pey, J. Querol, X. Alastuey, A. Forastiere, F., Stafoggia, M., (2013). African dust outbreaks over the Mediterranean Basin during 2001–2011: PM₁₀ 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, (2013). [online]: <http://www.qualar.org/>.

Quérol, X., Alastuey, A. (1999). *Detection of Natural Events Influencing PM₁₀ 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 PM₁₀ and PM_{2.5}, and justification with regards to the exceedances of the PM₁₀ daily limit value*. Instituto de Diagnóstico

Ambiental Y Estudios del Agua – CSIC - Ministerio de Ciencia e Innovación, Universidad Nova de Lisboa, AEMet-Izaña, CIEMAT, Universidad de Huelva. IDEA/CSIC, Barcelona, Spain.

Rodriguez, S., Quérol, X., Alastuey, A., Kallos, G., Kakaliagou, O., (2000). *Saharan dust contributions to PM₁₀ and TSP levels in Southern and Eastern Spain*. Atmospheric Environment, 35. 2433-2447.

SKIRON, (2010). [online]: <http://forecast.uoa.gr/dustindx.php>.