



Identificação e Avaliação de Eventos Naturais no ano de 2014 em Portugal

Relatório preliminar

Julho 2015

Título	Identificação e avaliação de eventos naturais no ano de 2014 em Portugal – Relatório preliminar
Data	Julho 2015
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>	<i>9</i>
1.2 <i>Tipologia de eventos naturais</i>	<i>10</i>
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 2014	22
5. Influência dos eventos naturais nas excedências aos valores-limite de PM₁₀ em 2014	28
5.1 <i>Influência dos eventos naturais nas excedências ao valor-limite diário de PM₁₀.....</i>	<i>28</i>
5.2 <i>Influência dos eventos naturais nas excedências ao valor-limite anual de PM₁₀</i>	<i>30</i>
5.3 <i>Análise da conformidade legal face às excedências aos valores-limite de PM₁₀.....</i>	<i>33</i>
6. Análise da ocorrência de eventos naturais por região, tipo de estação, mês e ano	36
6.1 <i>Ocorrência de eventos naturais por região</i>	<i>36</i>
6.2 <i>Ocorrência de eventos naturais por mês</i>	<i>37</i>
6.3 <i>Ocorrência de eventos naturais por tipo de estação de monitorização.....</i>	<i>39</i>
7. Conclusões	44
8. Referências bibliográficas	46

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 2014	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 12/06/2014 – em cima à esq.: modelo Dream, em cima à dir.: retrotrajectórias Hysplit, em baixo: concentrações médias diárias de PM ₁₀ na RLVT).....	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 2014 (*Madeira: os dias de evento natural apurados são apenas indicativos).....	26
Figura 8. Distribuição do número de dias de evento natural, por região e mês, em 2014 (*Madeira: os dias de evento natural apurados são apenas indicativos)	27
Figura 9. 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 2014.....	34
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 2014	34
Figura 11. Distribuição do número de dias de evento natural por região, entre 2009 e 2014.....	36
Figura 12. Evolução do número de dias com evento natural em Portugal por mês, entre 2009 e 2014	38
Figura 13. Média anual de PM ₁₀ antes e após o desconto da fração devida a evento natural em 2014 (dados agregados por região e por tipo de estação)	40
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 2014	42
Figura 15. Média anual de PM ₁₀ antes e após o desconto da fração devida a evento natural, por região e estação, em 2014	42
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 2014.....	43
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 2014	43

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	11
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 2014 (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 2014	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 2014	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 2014.....	35

Abreviaturas

Abreviatura	Designação
Estações de monitorização da Qualidade do ar	
AES	Anta-Espinho
ALF	Alfragide
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
GMR	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 2014.

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 $10 \mu\text{m}$ (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), incluindo vários elementos chave. 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.

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 (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	
	Decreto-Lei n.º 102/2010	
Diploma legal	Média diária (µg/m ³)	Média anual (µg/m ³)
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 2014, as indicadas na Figura 2.

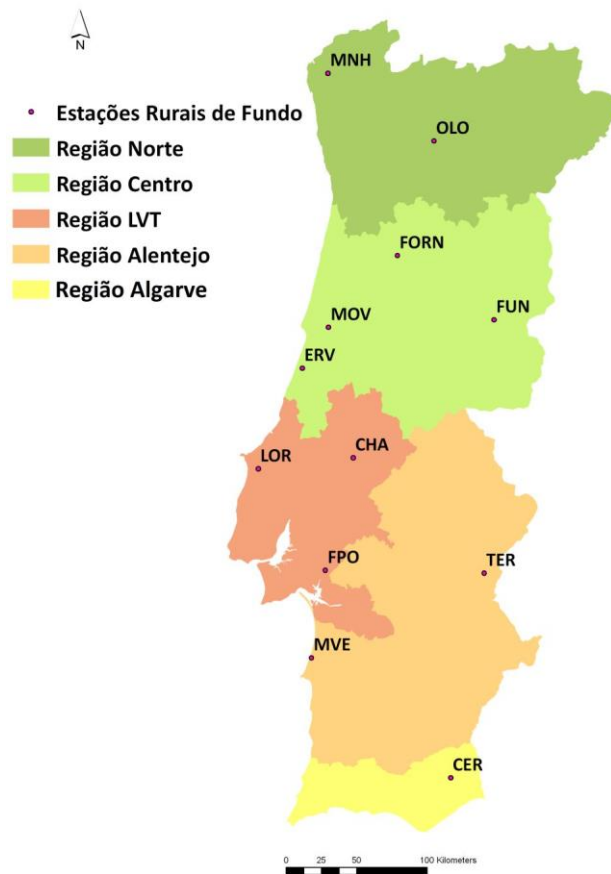


Figura 2. Regiões e estações rurais de fundo utilizadas para a quantificação da contribuição de eventos naturais no território de Portugal Continental em 2014

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.

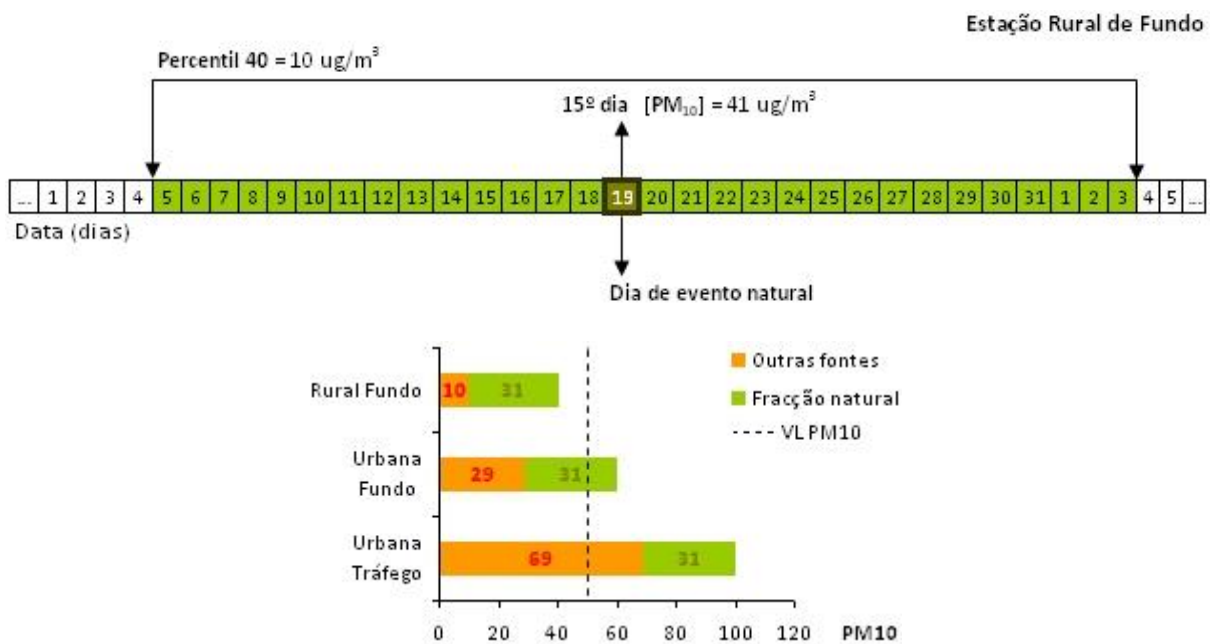


Figura 3. Representação esquemática da metodologia de desconto (Caso 1)

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:

- **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 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 desfaseamento 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 replicado desde então, 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 2014 (não se dispendo de dados de PM₁₀);
- no caso da RAA, representada pela estação do Faial (com 93% de eficiência anual de PM₁₀ em 2014), 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 2014 esta estação é a que apresenta a média anual de PM₁₀ mais baixa no país (de 5 µg/m³, sendo o percentil 98 de 16 µg/m³), pelo que o acréscimo das poeiras dos desertos

nas concentrações deste poluente não será muito significativo nem trará impactos muito expressivos para a saúde humana.

4. Identificação dos dias de eventos naturais com origem na intrusão de ar proveniente do Norte de África em 2014

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-DREAM8b e 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 5 exemplifica o tipo de análise efetuada 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 2014 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). Note-se que, tal como mencionado anteriormente, a região da Madeira apresenta falhas na identificação dos dias de evento natural.

Os dias de evento natural apurados para o Arquipélago da Madeira apenas tiveram em conta a informação dada pelos modelos BSC-DREAM8b e Hysplit, não tendo sido confirmados pelos dados de concentrações de PM₁₀ (a rede de monitorização não esteve operacional no ano de 2014), pelo que não foram considerados na agregação do total de dias de evento apresentado para Portugal.

Em 2014 identificaram-se, no total, 80 dias de intrusão de massa de ar com origem africana sobre o território de Portugal Continental. Desde 2010 que o número de dias com evento natural tem diminuído em Portugal (de 134 dias em 2010 para 80 dias em 2014), tal como se pode observar na Figura 6.

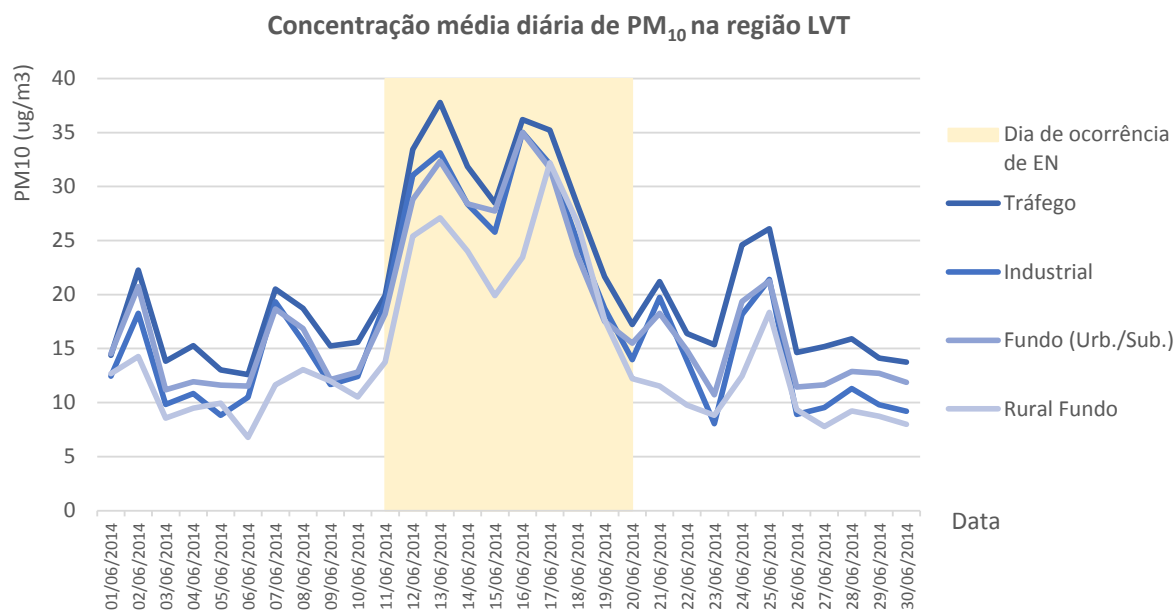
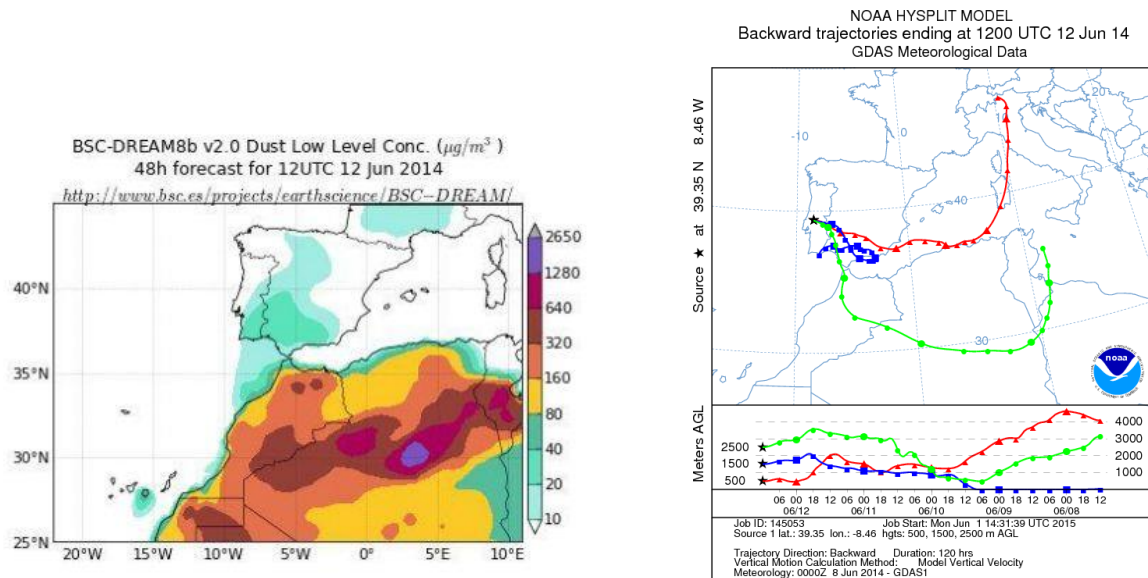


Figura 5. Exemplo dos elementos que contribuem para a identificação de um dia de evento natural com influência sobre uma determinada região (neste caso a de LVT em 12/06/2014 – em cima à esq.: modelo Dream, em cima à dir.: retrotrajectórias Hysplit, em baixo: concentrações médias diárias de PM_{10} na RLVT)

Tabela 4. Identificação de episódios de intrusão de poeiras provenientes do Norte de África no ano de 2014 (datas de ocorrência)

Secções da Península Ibérica		Portugal	Noroeste	Oeste		Sudoeste		Madeira (Arquipélago)
Secções de Portugal		Portugal Continental	Norte	Centro	LVT	Alentejo	Algarve	Madeira*
Mês	Data							
Janeiro	09/01/2014	x	x	x	x		x	x
	10/01/2014	x	x	x	x	x	x	x
	11/01/2014	x	x	x	x	x	x	x
	12/01/2014	x	x	x	x	x	x	x
Março	08/03/2014	x					x	
	09/03/2014	x				x	x	
	10/03/2014	x	x	x			x	
	20/03/2014	x			x	x	x	
Abril	21/03/2014	x				x	x	
	09/04/2014	x	x	x			x	
	10/04/2014	x	x	x	x		x	
	11/04/2014	x	x	x	x	x	x	
	12/04/2014	x	x	x	x	x	x	
	13/04/2014	x	x	x	x	x	x	
	14/04/2014	x	x	x	x	x	x	
	15/04/2014	x	x	x	x	x	x	
	16/04/2014	x	x	x	x	x	x	
	17/04/2014	x	x	x	x	x	x	
Maio	18/04/2014	x	x	x	x	x	x	
	19/04/2014	x					x	
	13/05/2014	x	x		x			
	14/05/2014	x	x	x	x	x	x	
	15/05/2014	x	x	x	x	x	x	
	16/05/2014	x	x	x	x	x	x	
Junho	17/05/2014	x	x	x	x	x	x	
	18/05/2014	x	x	x	x	x	x	
	12/06/2014	x	x	x	x	x	x	
	13/06/2014	x	x	x	x	x	x	
	14/06/2014	x		x	x	x	x	
	15/06/2014	x		x	x	x	x	
	16/06/2014	x			x	x	x	
	17/06/2014	x		x	x	x	x	
Julho	18/06/2014	x	x	x	x	x	x	
	19/06/2014	x	x	x	x	x	x	
	20/06/2014	x	x	x				
	15/07/2014	x			x		x	
	16/07/2014	x			x	x	x	
	17/07/2014	x			x		x	
	26/07/2014	x					x	
Agosto	27/07/2014	x			x	x	x	
	30/07/2014	x			x	x	x	
Setembro	31/07/2014	x			x	x		
	17/08/2014	x			x	x	x	
	18/08/2014	x	x	x	x		x	
	19/08/2014	x		x				
	01/09/2014	x	x	x	x	x	x	
	02/09/2014	x	x	x	x	x	x	
Outubro	03/09/2014	x		x				
	27/09/2014	x		x	x	x	x	
	29/09/2014	x			x			
	30/09/2014	x	x	x				
	01/10/2014	x		x	x	x	x	
	02/10/2014	x	x	x	x	x	x	
	03/10/2014	x	x	x	x	x	x	x
04/10/2014	x	x	x	x	x	x		
	19/10/2014	x	x	x	x	x	x	
	20/10/2014	x	x	x	x	x	x	
	21/10/2014	x	x	x	x	x	x	

Secções da Península Ibérica		Portugal	Noroeste	Oeste		Sudoeste		Madeira (Arquipélago)
Secções de Portugal		Portugal Continental	Norte	Centro	LVT	Alentejo	Algarve	Madeira*
Mês	Data							
	22/10/2014	x	x	x	x	x	x	x
	23/10/2014	x	x	x	x	x	x	x
	24/10/2014	x	x	x	x	x	x	x
	25/10/2014	x	x	x	x	x	x	x
	26/10/2014	x	x	x	x	x	x	x
	27/10/2014	x	x	x	x	x	x	x
	28/10/2014	x	x	x	x	x	x	
	29/10/2014	x	x	x	x	x	x	
	30/10/2014	x	x	x	x	x	x	
31/10/2014	x	x	x	x	x	x		
Novembro	01/11/2014	x		x	x	x	x	
	02/11/2014	x					x	
	19/11/2014	x					x	
	20/11/2014	x	x	x	x	x	x	
	21/11/2014	x	x	x	x	x	x	
	22/11/2014	x	x	x	x	x	x	
	23/11/2014	x	x	x	x	x	x	
	24/11/2014	x	x	x	x	x	x	
	25/11/2014	x	x	x	x	x	x	
26/11/2014	x	x	x					
30/11/2014	x		x	x	x	x		
Dezembro	01/12/2014	x	x	x	x	x	x	
	12/12/2014							x
	23/12/2014							x
	24/12/2014							x
	25/12/2014							x
31/12/2014							x	
N.º total de dias de evento natural		80	54	62	66	61	72	16

* Madeira: Os dias de evento natural apurados para o Arquipélago da Madeira apenas tiveram em conta a informação dada pelos modelos BSC-DREAM8b e Hysplit, não tendo sido confirmados pelos dados de concentrações de PM₁₀

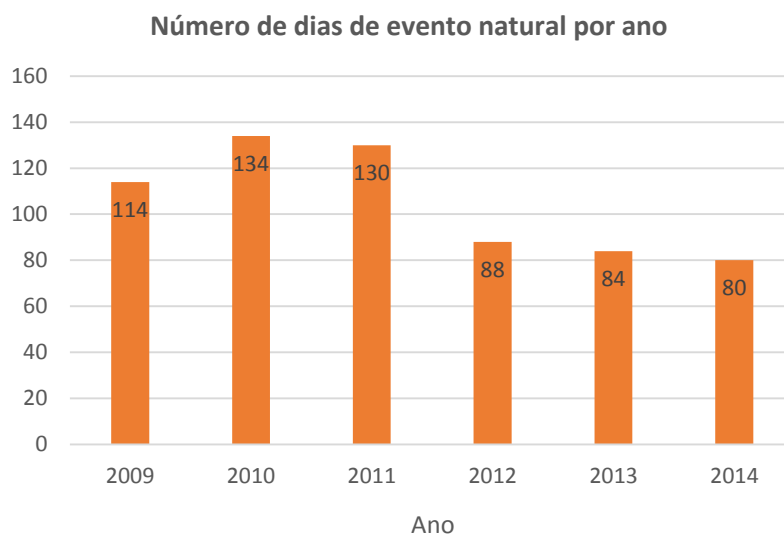


Figura 6. Distribuição do número de dias de evento natural por ano

Relativamente aos eventos naturais identificados em 2014 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), embora no ano de 2014 a diferença de ocorrência nos dias de evento natural por região não tenha sido das mais acentuadas.

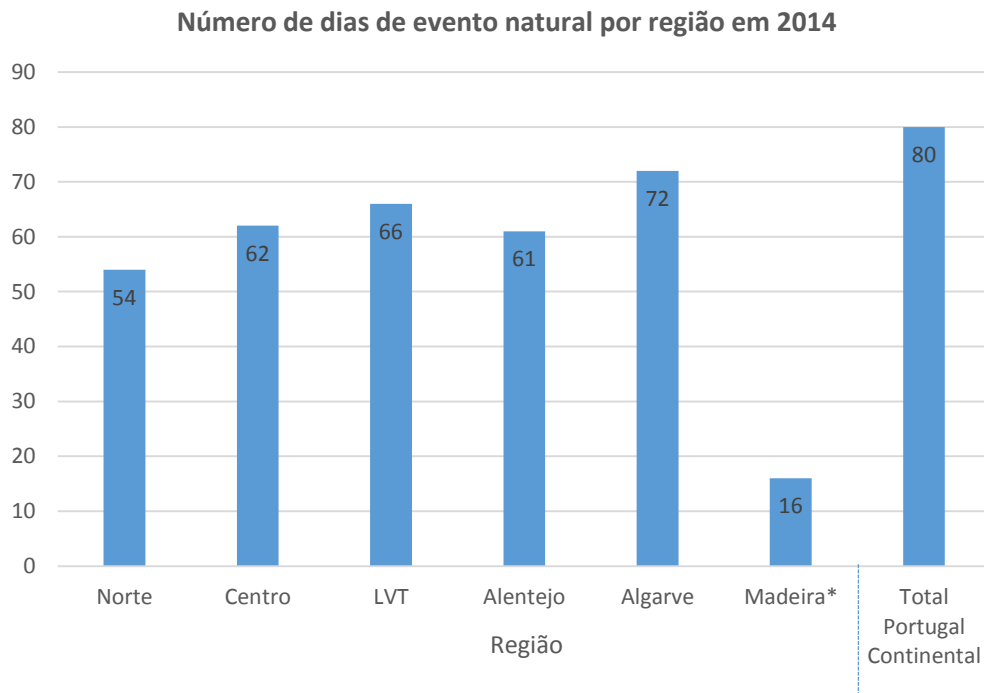


Figura 7. Distribuição do número de dias de evento natural, por região, em 2014 (*Madeira: os dias de evento natural apurados são apenas indicativos)

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 2014 foram os de Abril, Junho e Outubro.

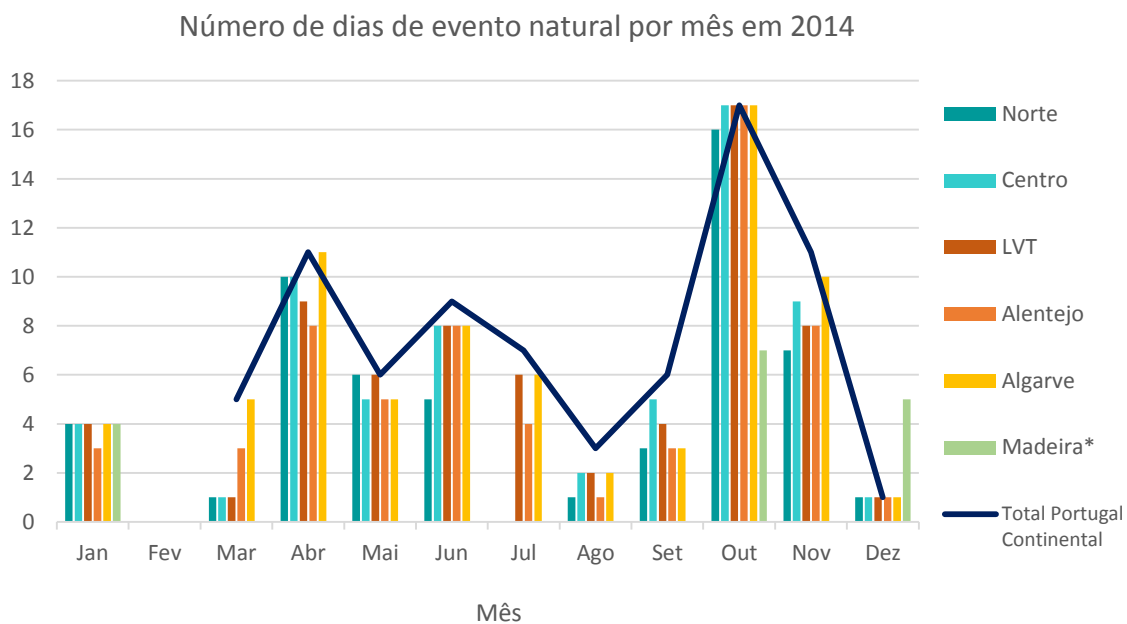


Figura 8. Distribuição do número de dias de evento natural, por região e mês, em 2014 (*Madeira: os dias de evento natural apurados são apenas indicativos)

5. Influência dos eventos naturais nas excedências aos valores-limite de PM₁₀ em 2014

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 2014, 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 2014 as estações rurais de fundo representativas da região Norte e Algarve (estação Douro Norte e Cerro, respetivamente), foram aquelas que apresentaram eficiências inferiores a 85% (sendo de 79% e 78%, respetivamente).

Das 59 estações operacionais em 2014, com medições de PM₁₀, em 53% obtiveram-se eficiências abaixo dos 85%. Tal como em 2013, em 2014 não houve dados de PM₁₀ para a região da Madeira.

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, ocorreram situações de inconformidade ao valor-limite diário de PM₁₀ (com ultrapassagens em mais de 35 dias em 2014) na estação de Aveiro (do tipo urbana de tráfego, localizada numa aglomeração da região Centro).

Após a aplicação da metodologia de desconto da contribuição de eventos naturais a estação de Aveiro deixou de estar em situação de inconformidade, sendo assim 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 2014

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	79	0	0	0	0
Entre Douro e Minho (a)	T	U	Fr Bartolomeu Mártires-S Victor	48	1	1	0	0
	T	U	Cónego Dr. Manuel Faria-Azurém	23	0	0	0	0
	T	U	Pe Moreira Neves-Castelões de Cepeda	56	0	0	0	0
	F	S	Frossos-Braga	90	1	1	0	0
	F	U	Burgães-Santo Tirso	81	0	0	0	0
	F	U	Paços de Ferreira	72	0	0	0	0
Porto Litoral (a)	T	U	Francisco Sá Carneiro-Campanha	51	0	0	0	0
	T	U	João Gomes Laranjo-S.Hora	45	2	1	1	50
	T	U	D. Manuel II-Vermoim	77	10	2	8	80
	I	S	Meco-Perafita	69	12	9	3	25
	F	S	Anta-Espinho	64	9	7	2	22
	F	U	Avintes	73	0	0	0	0
	F	S	Custóias-Matosinhos	63	1	0	1	100
	F	U	Ermesinde-Valongo	54	8	3	5	63
	F	S	Leça do Balio-Matosinhos	21	0	0	0	0
	F	S	Mindelo-Vila do Conde	81	10	2	8	80
	F	U	Sobreiras-Lordelo do Ouro	57	6	3	3	50
	F	S	VN Telha-Maia	7	0	0	0	0
Região Centro								
Centro Interior	F	R	Fornelo do Monte	95	2	0	2	100
	F	R	Fundão	98	2	0	2	100
Centro Litoral	F	R	Ervedeira	95	3	2	1	33
	F	R	Montemor-o-Velho	98	2	0	2	100
Litoral Noroeste do Baixo Vouga	I	S	Estarreja/Teixugueira	99	28	20	8	29
Coimbra (a)	T	U	Coimbra/ Avenida Fernão Magalhães	100	11	5	6	55
	F	U	Instituto Geofísico de Coimbra	99	6	2	4	67
Aveiro/Ílhavo (a)	T	U	Aveiro	94	41	27	14	34
	F	U	Ílhavo	99	18	11	7	39
Região de Lisboa e Vale do Tejo								
Oeste, Vale do Tejo e Península de Setúbal	F	R	Fernando Pó	88	0	0	0	0
	F	R	Chamusca	97	3	0	3	100
	F	R	Lourinhã	96	2	0	2	100
AML Norte (a)	T	U	Avenida da Liberdade	98	31	12	19	61
	T	U	Cascais-Mercado	54	1	1	0	0
	T	U	Entrecampos	95	7	0	7	100
	T	U	Odivelas-Ramada	85	3	0	3	100
	F	U	Alfragide/Amadora	48	1	0	1	100
	F	U	Alverca	98	3	0	3	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	U	Loures-Centro	96	2	0	2	100
	F	U	Quinta do Marquês	92	2	0	2	100
	F	U	Mem Martins	59	2	0	2	100
	F	U	Olivais	92	2	0	2	100
	F	U	Reboleira	39	0	0	0	0
	F	U	Restelo	75	4	1	3	75
AML Sul (a)	I	U	Escavadeira	98	6	1	5	83
	I	S	Lavradio	98	3	0	3	100
	F	U	Laranjeiro	95	6	0	6	100
	F	U	Paio Pires	93	29	15	14	48
Setúbal (a)	T	U	Quebedo	90	5	0	5	100
	F	U	Arcos	66	3	0	3	100
Região Alentejo								
Alentejo Litoral	T	S	Sines	32	32	25	7	22
	F	R	Monte Velho	88	2	0	2	100
	I	S	Monte Chãos	80	35	33	2	6
	I	U	Santiago do Cacém	96	25	15	10	40
	I	R	Sonega	50	0	0	0	0
Alentejo Interior	F	R	Terena	100	2	0	2	100
Região Algarve								
Algarve	F	R	Cerro	78	3	0	3	100
Aglomeracão Sul (a)	T	U	David Neto	70	3	0	3	100
	F	U	Malpique	94	6	0	6	100
	F	U	Joaquim Magalhães	90	4	0	4	100
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 Eventos Naturais; 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 2014.

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 2014 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 2014, 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 1,5 e 3,2 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 2014

Zona	Inf.	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	79	16	15	0.9	6
Entre Douro e Minho (a)	T	U	Fr Bartolomeu Mártires-S Victor	48	12	12	0.3	3
	T	U	Cónego Dr. Manuel Faria-Azurém	23	7	7	0.1	1
	T	U	Pe Moreira Neves-Castelões de Cepeda	56	13	12	0.7	5
	F	S	Frossos-Braga	90	14	12	1.5	11
	F	U	Burgães-Santo Tirso	81	10	9	1.4	14
	F	U	Paços de Ferreira	72	11	11	0.6	6
Porto Litoral (a)	T	U	Francisco Sá Carneiro-Campanha	51	18	17	1.0	5
	T	U	João Gomes Laranjo-S.Hora	45	21	20	0.7	3
	T	U	D. Manuel II-Vermoim	77	15	12	3.0	20
	I	S	Meco-Perafita	69	24	23	1.1	5
	F	S	Anta-Espinho	64	26	25	1.2	4
	F	U	Avintes	73	13	10	2.5	20
	F	S	Custóias-Matosinhos	63	15	14	1.0	7
	F	U	Ermesinde-Valongo	54	22	19	3.5	16
	F	S	Leça do Balio-Matosinhos	21	16	15	1.2	7
	F	S	Mindelo-Vila do Conde	81	19	16	2.8	15
	F	U	Sobreiras-Lordelo do Ouro	57	18	17	1.1	6
F	S	VN Telha-Maia	7	11	11	0.0	0	
Região Centro								
Centro Interior	F	R	Fornelo do Monte	95	12	10	2.1	17
	F	R	Fundão	98	10	8	2.2	22
Centro Litoral	F	R	Ervedeira	95	16	14	2.1	13
	F	R	Montemor-o-Velho	98	17	15	2.2	13
Litoral Noroeste do Baixo Vouga	I	S	Estarreja/Teixugueira	99	24	22	2.3	10
Coimbra (a)	T	U	Coimbra/ Avenida Fernão Magalhães	100	25	22	2.4	10
	F	U	Instituto Geofísico de Coimbra	99	19	17	2.3	12
Aveiro/Ílhavo (a)	T	U	Aveiro	94	31	29	2.5	8
	F	U	Ílhavo	99	23	21	2.3	10
Região de Lisboa e Vale do Tejo								

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 (%)
Oeste, Vale do Tejo e Península de Setúbal	F	R	Fernando Pó	88	15	13	2.2	14
	F	R	Chamusca	97	15	12	3.0	20
	F	R	Lourinhã	96	15	12	2.8	19
AML Norte (a)	T	U	Avenida da Liberdade	98	30	27	2.8	10
	T	U	Cascais-Mercado	54	24	22	2.3	9
	T	U	Entrecampos	95	23	20	3.0	13
	T	U	Odivelas-Ramada	85	21	18	3.2	15
	F	U	Alfragide/Amadora	48	17	15	2.7	16
	F	U	Alverca	98	17	14	2.9	17
	F	U	Loures-Centro	96	18	15	2.8	16
	F	U	Quinta do Marquês	92	16	13	3.0	19
	F	U	Mem Martins	59	20	16	3.5	18
	F	U	Olivais	92	20	17	3.1	15
	F	U	Reboleira	39	17	14	2.1	13
	F	U	Restelo	75	25	22	3.0	12
AML Sul (a)	I	U	Escavadeira	98	20	17	2.8	14
	I	S	Lavradio	98	19	16	2.9	16
	F	U	Laranjeiro	95	20	17	2.8	14
	F	U	Paio Pires	93	27	24	2.9	11
Setúbal (a)	T	U	Quebedo	90	21	18	2.9	14
	F	U	Arcos	66	22	19	3.3	15
Região Alentejo								
Alentejo Litoral	T	S	Sines	32	42	39	2.4	6
	F	R	Monte Velho	88	21	19	2.5	12
	I	S	Monte Chãos	80	26	24	2.6	10
	I	U	Santiago do Cacém	96	27	24	2.9	11
	I	R	Sonega	50	16	14	2.0	12
Alentejo Interior	F	R	Terena	100	18	15	3.0	17
Região Algarve								
Algarve	F	R	Cerro	78	14	10	3.3	24
Aglomeração Sul (a)	T	U	David Neto	70	22	20	2.7	12
	F	U	Malpique	94	22	19	3.0	13
	F	U	Joaquim Magalhães	90	20	16	3.1	16
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; 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%. Em 2014 a região da Madeira não teve a sua rede de monitorização operacional e na região Norte apenas uma estação (Frossos-Braga) teve eficiência.

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 2014, foi identificada, numa primeira etapa, a seguinte aglomeração e estação (Figura 9): Aveiro/ Ílhavo (estação de Aveiro). No ano anterior esta situação ocorria apenas na aglomeração de AML Norte.

Com a aplicação da metodologia de desconto da fração devida a eventos naturais, a estação de Aveiro passa a cumprir o valor-limite diário de PM₁₀. Assim, em 2014, nenhuma estação permanece em situação de inconformidade no país em relação ao valor-limite diário de PM₁₀ (Figura 9).

O valor-limite anual legislado é de 40 µg/m³. Relativamente à situação de inconformidade legal face ao valor-limite anual de PM₁₀, analisando as estações com eficiência anual não inferior a 85%, verifica-se que em 2014 não se registaram ultrapassagens a este parâmetro legal (Figura 10).

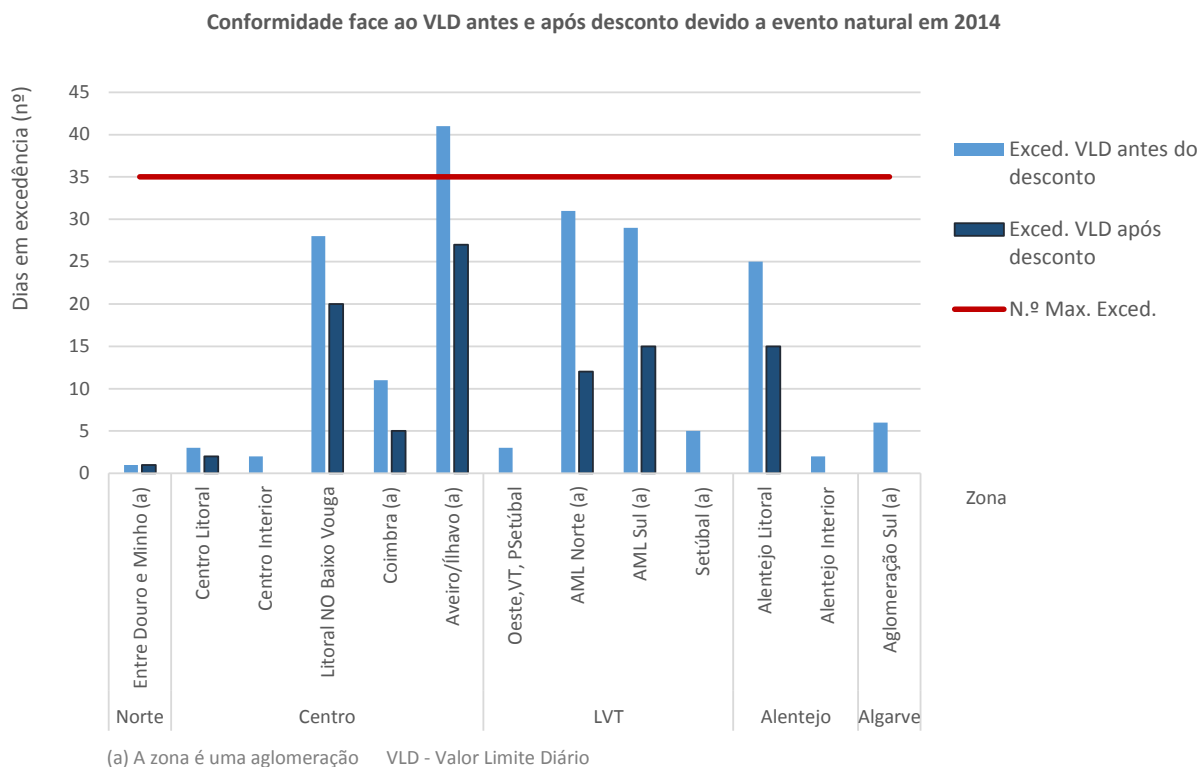


Figura 9. Conformidade legal de zonas e aglomeraoes face ao valor-limite dirio de PM₁₀, antes e aps o desconto da fraoo devida a evento natural, em 2014

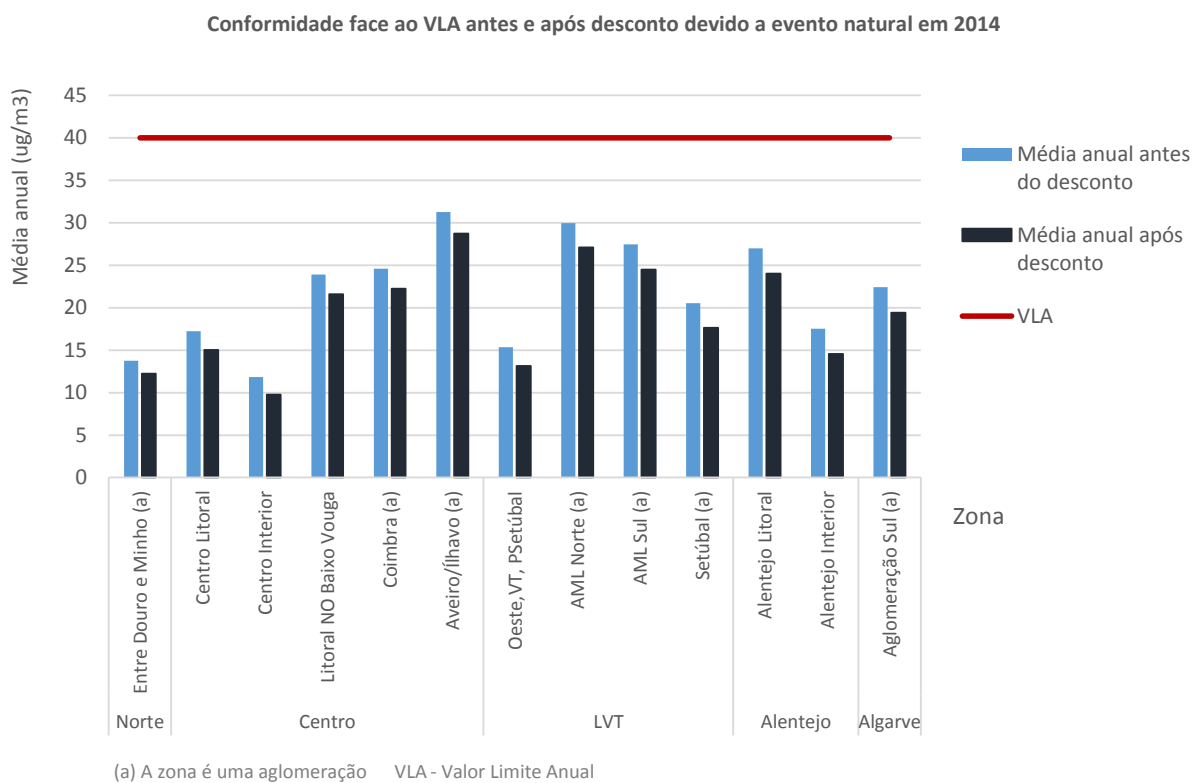


Figura 10. Conformidade legal de zonas e aglomeraoes face ao valor-limite anual de PM₁₀, antes e aps o desconto da fraoo devida a evento natural, em 2014

Numa avaliação global, em 2014, após a aplicação da metodologia de desconto de eventos naturais verificou-se que nenhuma zona permaneceu em situação de ultrapassagem efetiva aos valores-limite de PM₁₀ legislados (diário e anual) (Tabela 7), o que representa uma melhoria significativa 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 PM₁₀, antes e após a aplicação do desconto da contribuição de eventos naturais, para o ano de 2014

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
Centro	Aveiro/Ílhavo: Aveiro (Tráfego)	>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 2014, 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 2014 validaram-se 80 dias com intrusões africanas, número inferior ao ocorrido nos anos anteriores (Figura 11), tendência que também ocorreu nas restantes regiões da Península Ibérica. O número de dias com ocorrência de evento natural por região foi, nas regiões Norte, Centro, LVT e Algarve, em 2013, mais reduzido do que a média, tendo em 2014 sido novamente mais próximo ao de 2012.

Relativamente aos eventos naturais identificados em 2014 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), embora no ano de 2014 a diferença de ocorrência nos dias de evento natural por região não tenha sido das mais acentuadas.

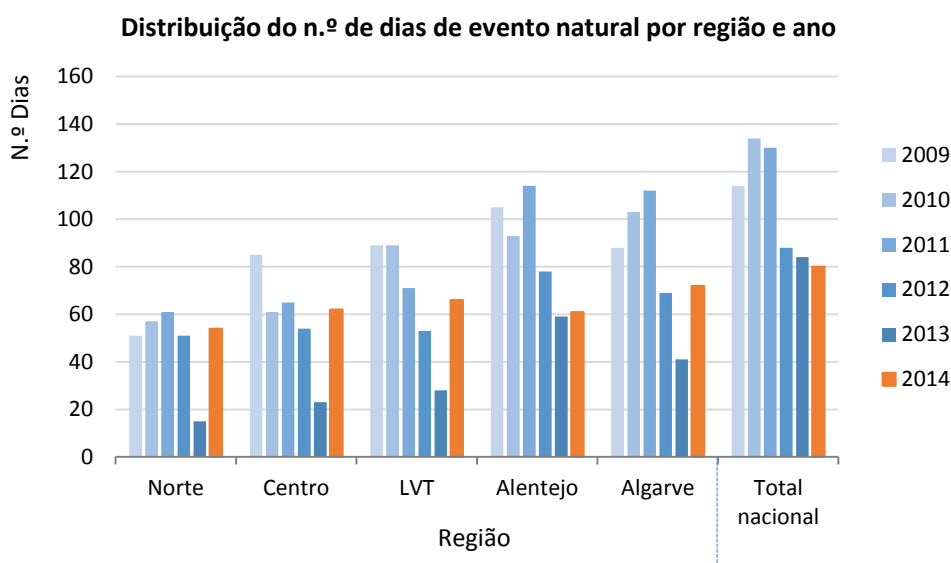


Figura 11. Distribuição do número de dias de evento natural por região, entre 2009 e 2014

6.2 Ocorrência de eventos naturais por mês

Em 2014 os meses com maior ocorrência de episódios naturais foram os de Abril, Junho e Outubro (Figura 12). Avaliando o período acumulado entre 2009 e 2014 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 e 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 da 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.

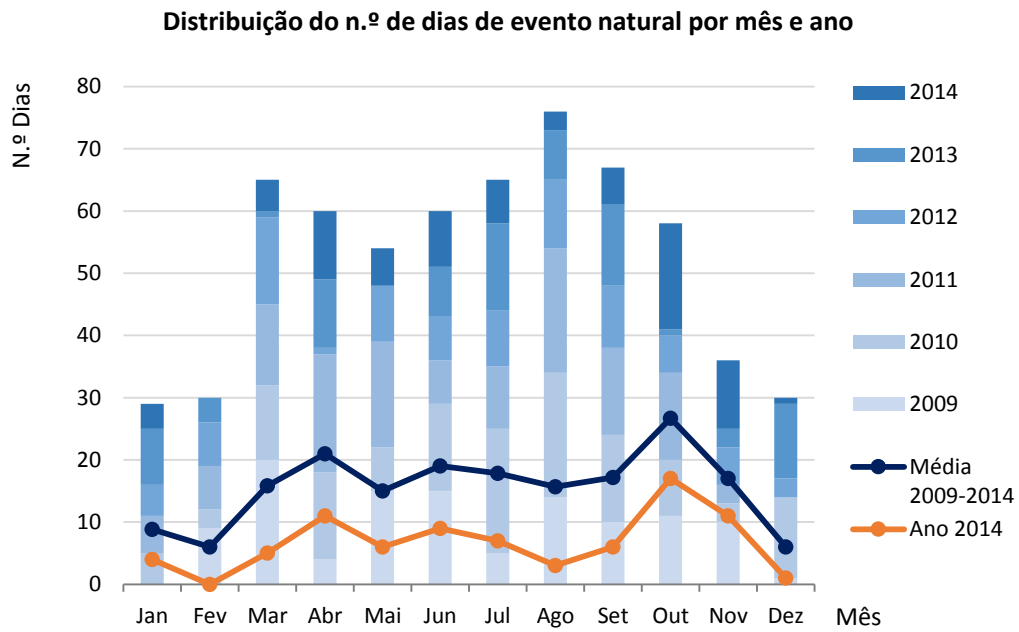


Figura 12. Evolução do número de dias com evento natural em Portugal por mês, entre 2009 e 2014

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 2014, 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 2014. Verifica-se que:

- a percentagem de redução da média anual após ser retirada a contribuição natural foi mais elevada em 2014 do que no ano anterior, para um número aproximadamente equivalente de dias de ocorrência de eventos naturais em ambos os anos;
- a média anual de PM₁₀ foi semelhante entre as várias regiões, tendo oscilado entre os 20 µg/m³ e os 22 µg/m³, à exceção da região Norte (referindo-se o facto de esta média corresponder à informação de apenas uma estação localizada fora da aglomeração do Porto Litoral). Face ao ano anterior a região Algarve destacou-se com uma média anual mais elevada;
- a contribuição da fração natural para a média anual destacou-se na RLVT, já que foi das mais elevadas (face às restantes regiões do país) apesar de não ser esta a região com o maior número de dias de ocorrência de eventos naturais, o que significa que a contribuição natural teve uma influência mais significativa nas concentrações de PM₁₀ da RLVT;
- no que diz respeito à contribuição da fração natural por tipologia de estação verifica-se, à semelhança de anos anteriores, que esse valor é maior para as estações do tipo rural de fundo.

As percentagens de contribuição da fração natural para a média anual das estações têm oscilado de forma significativa ao longo dos anos. Em 2014 esta foi, em média, de 14%, em 2013 foi de 3% e em 2012, com o desconto devido à contribuição de origem natural, obteve-se uma redução de 9% na média anual de PM₁₀. Esta situação deve-se ao facto de os episódios com origem natural terem variado quer em termos de duração quer em termos de intensidade: em 2014, apesar de ter ocorrido o mesmo número de dias de evento natural que em 2013, estes foram de maior intensidade.

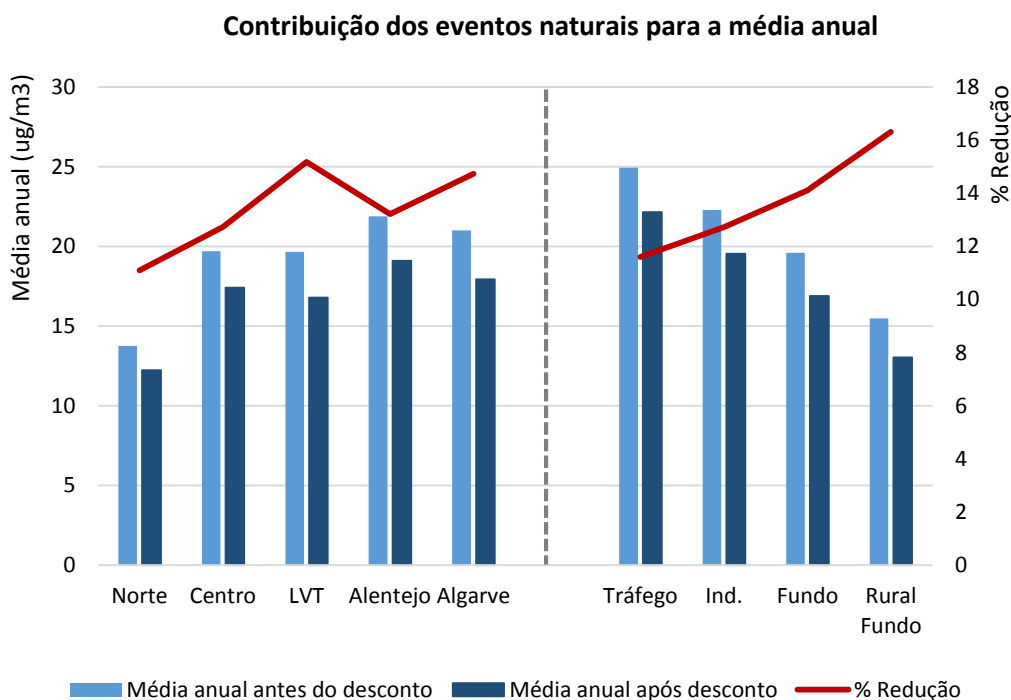


Figura 13. Média anual de PM₁₀ antes e após o desconto da fração devida a evento natural em 2014 (dados agregados por região e por tipo de estação)

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 (nas regiões Centro e LVT) e Industriais (nas regiões Centro e Alentejo) são as que apresentam concentrações médias anuais mais elevadas (Figura 14);
- em termos médios o maior número de dias em ultrapassagem ao valor-limite diário ocorreu nas regiões Centro e Alentejo (Figura 16).

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

- a região com uma maior percentagem de redução da média anual e das excedências ao valor-limite diário foi a de LVT, na qual a fração natural teve um peso semelhante nos vários tipos de estações (contrariamente ao verificado no ano anterior);
- as maiores reduções na média anual ocorrem nas estações de Fundo Rural (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 PM_{10} . Por oposição, em estações do tipo Tráfego, localizadas em grandes centros urbanos, onde se registam habitualmente níveis muito elevados de PM_{10} , um pequeno acréscimo nas concentrações deste poluente devido a causas naturais tem um menor peso relativo.

A análise quanto à percentagem de redução nas excedências ao valor-limite diário deve ser feita com reserva já que, o número de ultrapassagens ao VLD tem sido mais reduzido e de forma menos generalizada (afetando mais as tipologias de Tráfego e Industrial) e assim os resultados obtidos resultam muito da influência de cada caso particular (Figura 16 e Figura 17).

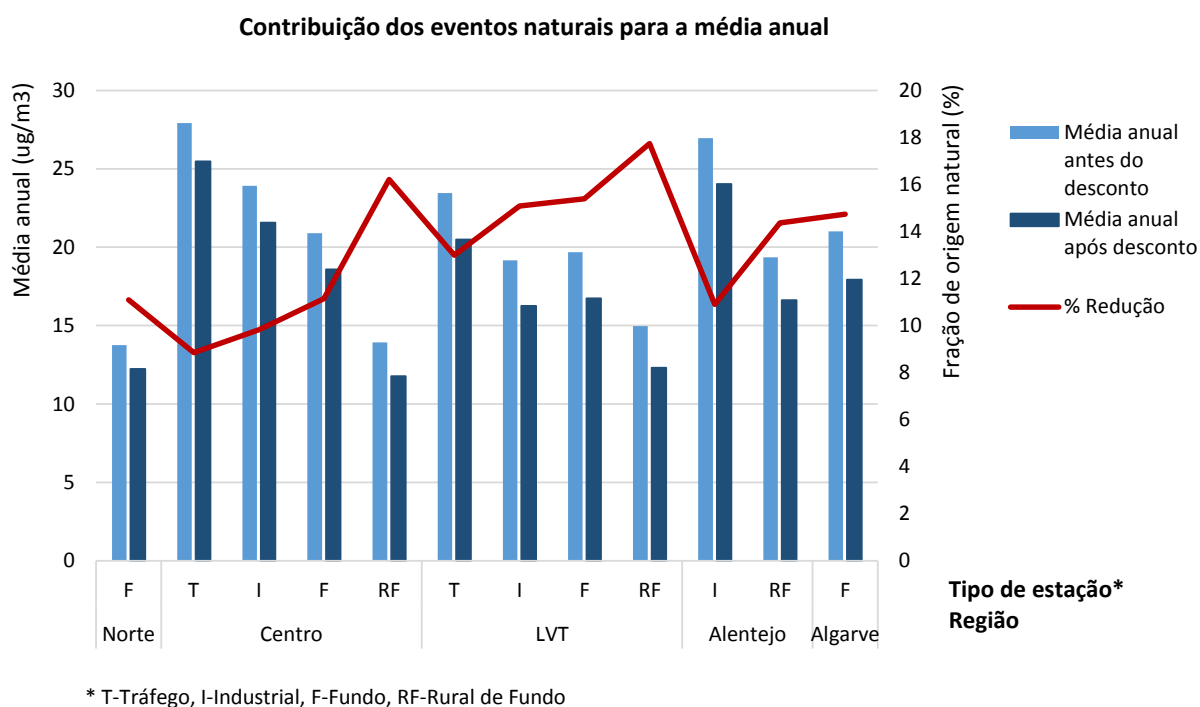


Figura 14. Média anual de PM₁₀ antes e após o desconto da fração devida a evento natural, por região e tipo de estação, em 2014

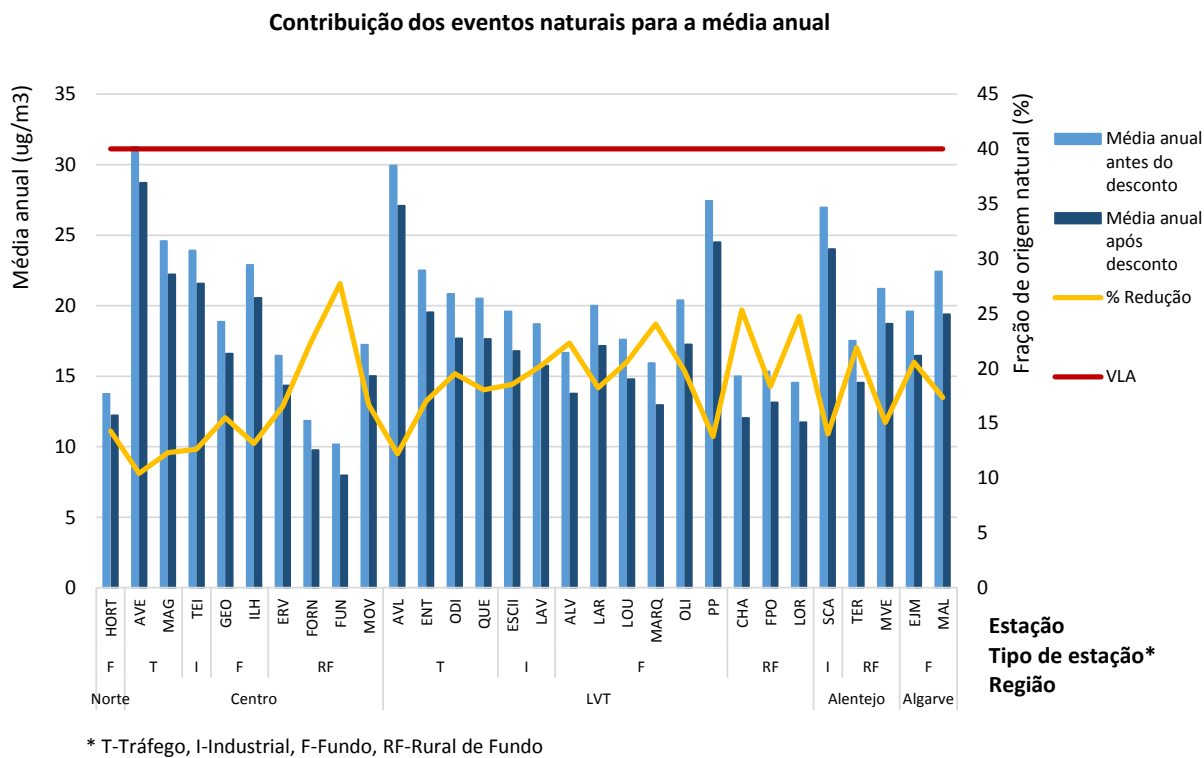


Figura 15. Média anual de PM₁₀ antes e após o desconto da fração devida a evento natural, por região e estação, em 2014

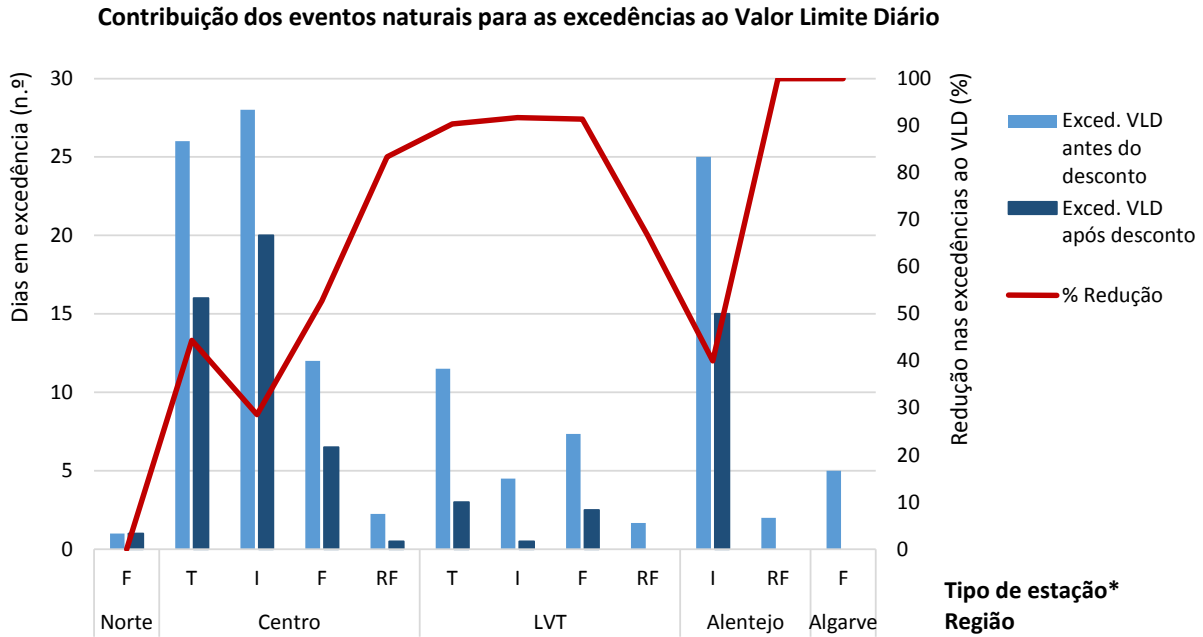


Figura 16. Contribuição da fração devida à ocorrência de eventos naturais para as excedências ao valor-limite diário de PM₁₀, por região e tipo de estação, em 2014

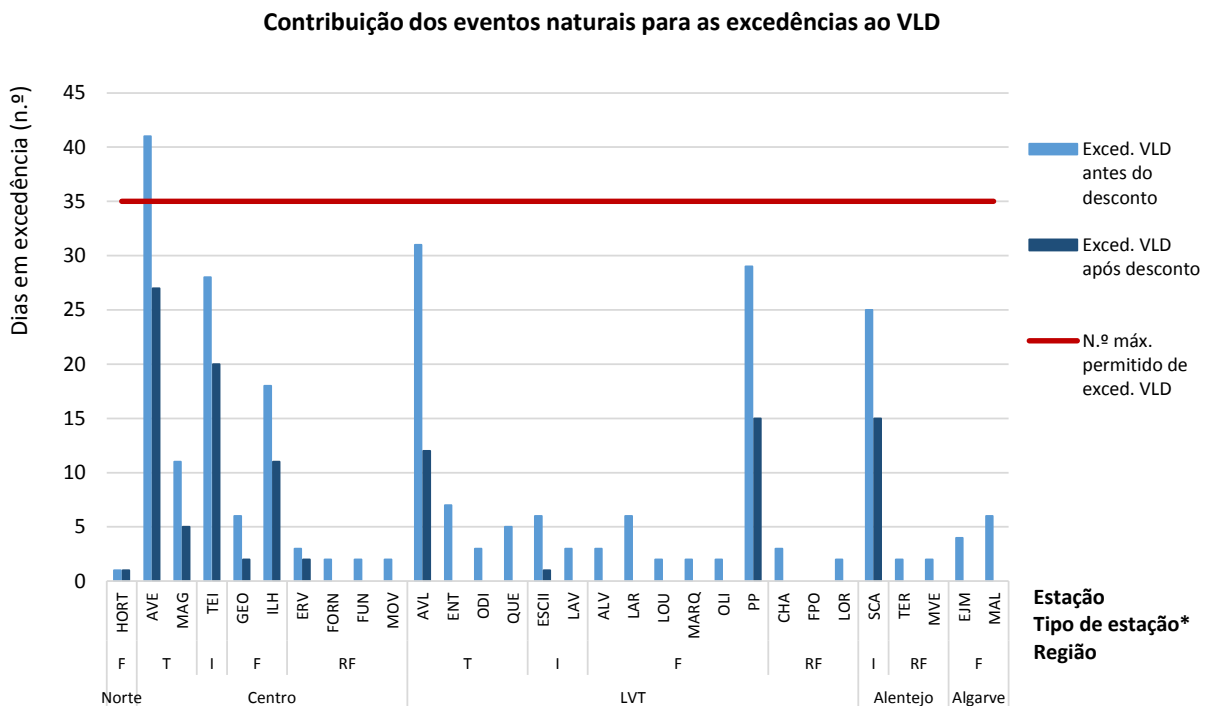


Figura 17. Contribuição da fração devida à ocorrência de eventos naturais para as excedências ao valor-limite diário de PM₁₀, por região e estação, em 2014

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 (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 2014, em Portugal Continental.

Em termos dos dias de ocorrência de eventos naturais, em 2014, validaram-se 80 dias com intrusões africanas (22% do ano), o que é significativamente inferior em relação aos anos anteriores, situação que também tem ocorrido na avaliação destes fenómenos naturais para o território de Espanha.

Relativamente aos eventos naturais identificados em 2014 o número de dias com intrusões africanas foi mais elevado nas regiões a Sul decrescendo para as regiões mais a Norte de Portugal Continental, embora neste ano a diferença de ocorrência nos dias de evento natural por região não tenha sido das mais acentuadas.

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 2014 foram os de Abril, Junho e Outubro.

Na avaliação de eventos naturais, nomeadamente aquando do cálculo da contribuição da fração natural, as concentrações de PM_{10} medidas nas estações de monitorização são essenciais, sendo desejável obter a série de dados anual mais completa possível, o que nem sempre ocorre. Em 2014 nenhuma estação do Arquipélago da Madeira efetuou medições de PM_{10} pelo que esta região não pôde ser incluída no estudo. Na região Norte apenas uma das dezanove estações teve uma eficiência anual igual ou superior a 85%.

Em termos da conformidade legal face aos valores-limite aplicáveis às PM_{10} , foi identificada, numa primeira etapa, uma aglomeração/estação em ultrapassagem ao valor-limite diário, nomeadamente, a de Aveiro/ Ílhavo (estação de Aveiro). Com a aplicação da metodologia de desconto da fração devida a eventos naturais, a estação de Aveiro passa a cumprir o valor-limite diário de PM_{10} . Assim, em 2014, não se registaram quaisquer situações de inconformidade legal face às PM_{10} (quanto ao valor-limite diário e anual).

No que diz respeito à aplicação da metodologia de desconto da fração devida a evento natural nas concentrações de PM_{10} , verifica-se que a percentagem de redução foi mais elevada em 2014 do que

no ano anterior (refletindo episódios mais intensos), para um número aproximadamente equivalente de dias de ocorrência de eventos naturais em ambos os anos. A contribuição média da fração natural para a média anual das estações foi de 14% (percentagem esta que tem oscilado de forma significativa ao longo dos anos).

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 PM_{10} and TSP levels in Southern and Eastern Spain*. Atmospheric Environment, 35. 2433-2447.

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