



# **Identificação e Avaliação de Eventos Naturais no ano de 2011 em Portugal**

---

**Relatório Anual**

Agosto 2013

<b>Título</b>	Identificação e avaliação de eventos naturais no ano de 2011 em Portugal – Relatório Anual
<b>Data</b>	Agosto 2013
<b>APA</b>	Agência Portuguesa do Ambiente
<b>F-FCT/UNL</b>	Fundação da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa
<b>Equipa</b>	Trabalho elaborado por F-FCT/UNL para APA: Francisco Ferreira (Coordenação F-FCT/UNL) Joana Monjardino (Equipa técnica F-FCT/UNL) Dília Jardim (Coordenação APA) Cláudia Martins (Equipa técnica APA)

## Índice

<b>1. Introdução .....</b>	<b>8</b>
1.1 <i>Eventos naturais no contexto Ibérico: desenvolvimento de uma metodologia conjunta....</i>	<i>10</i>
1.2 <i>Tipologia de eventos naturais.....</i>	<i>11</i>
<b>2. Enquadramento legislativo .....</b>	<b>12</b>
<b>3. Metodologia.....</b>	<b>16</b>
<b>4. Identificação dos dias de eventos naturais com origem na intrusão de ar proveniente do Norte de África em 2011.....</b>	<b>24</b>
<b>5. Influência dos eventos naturais nas excedências aos valores-limite de PM<sub>10</sub> em 2011 .....</b>	<b>28</b>
5.1 <i>Influência dos eventos naturais nas excedências ao valor-limite diário de PM<sub>10</sub>.....</i>	<i>28</i>
5.2 <i>Influência dos eventos naturais nas excedências ao valor-limite anual de PM<sub>10</sub>.....</i>	<i>31</i>
5.3 <i>Análise da conformidade legal face às excedências aos valores-limite de PM<sub>10</sub>.....</i>	<i>33</i>
<b>6. Análise da ocorrência de eventos naturais por região, tipo de estação, mês e ano .....</b>	<b>36</b>
6.1 <i>Ocorrência de eventos naturais por região .....</i>	<i>36</i>
6.2 <i>Ocorrência de eventos naturais por mês.....</i>	<i>38</i>
6.3 <i>Ocorrência de eventos naturais por tipo de estação .....</i>	<i>41</i>
<b>7. Conclusões .....</b>	<b>46</b>
<b>8. Referências bibliográficas .....</b>	<b>48</b>

## Índice de Figuras

Figura 1. Secções de identificação da intrusão de ar na Península Ibérica e Arquipélagos .....	16
Figura 2. Regiões e estações rurais de fundo utilizadas para a quantificação da contribuição de eventos naturais no território de Portugal Continental em 2011 .....	18
Figura 3. Representação esquemática da metodologia de desconto (Caso 1) .....	21
Figura 4. Representação esquemática da metodologia de desconto (Caso 2) .....	22
Figura 5. Distribuição do número de dias de evento natural, por região, em 2011 .....	27
Figura 6. Distribuição do número de dias de evento natural, por região e mês, em 2011 .....	27
Figura 7. Conformidade legal de zonas e aglomerações face ao valor-limite diário de $PM_{10}$ , antes e após o desconto da fracção devida a evento natural, em 2011 .....	34
Figura 8. Conformidade legal de zonas e aglomerações face ao valor-limite anual de $PM_{10}$ , antes e após o desconto da fracção devida a evento natural, em 2011 .....	35
Figura 9. Distribuição do número de dias de evento natural por região, entre 2009 e 2011 .....	37
Figura 10. Número de dias em que ocorreram eventos naturais em várias regiões (Norte, Centro, LVT, Alentejo, Algarve e Madeira) em simultâneo, entre 2009 e 2011 .....	37
Figura 11. Evolução do número de dias com evento natural em Portugal por mês, entre 2009 e 2011 .....	41
Figura 12. Média anual de $PM_{10}$ antes e após o desconto da fracção devida a evento natural, por região e tipo de estação, em 2011 .....	43
Figura 13. Contribuição da fracção devida à ocorrência de eventos naturais para o número de estações em excedência ao valor-limite anual de $PM_{10}$ por região e tipo de estação, em 2011 .....	43
Figura 14. Contribuição da fracção devida à ocorrência de eventos naturais para o número de estações em excedência ao valor-limite diário de $PM_{10}$ por região e tipo de estação, em 2011 .....	44
Figura 15. Contribuição da fracção devida à ocorrência de eventos naturais para as excedência ao valor-limite anual de $PM_{10}$ por estação, em 2011 .....	44
Figura 16. Contribuição da fracção devida à ocorrência de eventos naturais para as excedência ao valor-limite diário de $PM_{10}$ por estação, em 2011 .....	45
Figura 17. Percentagem de redução da média anual de $PM_{10}$ e do número de excedências ao valor-limite diário após remoção da contribuição de origem natural por estação, em 2011 .....	45

## Índice de Tabelas

Tabela 1. Tipologias de eventos naturais (tipo, período de ocorrência, origem e condições meteorológicas).....	11
Tabela 2. Parâmetros relativos às PM <sub>10</sub> definidos no Decreto-Lei n.º 102/2010 .....	13
Tabela 3. Zonas Ibéricas seleccionadas para a identificação de ocorrência de eventos naturais..	17
Tabela 4. Identificação de episódios de intrusão de ar proveniente do Norte de África no ano de 2011 (datas de ocorrência).....	24
Tabela 5. Verificação da situação de excedência ao valor-limite diário de PM <sub>10</sub> antes e depois da aplicação da metodologia de desconto da contribuição devida a eventos naturais, em 2011 .....	29
Tabela 6. Verificação da situação de excedência ao valor-limite anual de PM <sub>10</sub> antes e depois da aplicação da metodologia de desconto da contribuição devida a eventos naturais, em 2011 .....	31
Tabela 7. Situação de conformidade legal das zonas e aglomerações face aos valores-limite diário e anual de PM <sub>10</sub> , antes e após a aplicação do desconto da contribuição de eventos naturais, para o ano de 2011 .....	36
Tabela 8. Resumo dos boletins climatológicos anuais de 2009 a 2011.....	39

## Abreviaturas

ALV	Estação de monitorização de Alverca
ANT	Estação de monitorização de Antas
ARC	Estação de monitorização de Arcos
AVE	Estação de monitorização de Aveiro
AVL	Estação de monitorização de Avenida da Liberdade
BOA	Estação de monitorização de Boavista
BSTI	Estação de monitorização de Burgães-Santo Tirso
CAL	Estação de monitorização de Calendário
CAM	Estação de monitorização de Camarinha
CAS	Estação de monitorização de Cascais-Mercado
CCDR	Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional
CHA	Estação de monitorização de Chamusca
CRCL	Estação de monitorização de Circular Sul
CUS	Estação de monitorização de Custóias
DRA	Direcção Regional do Ambiente
ENT	Estação de monitorização de Entrecampos
ERM	Estação de monitorização de Ermesinde
ERV	Estação de monitorização de Ervedeira
ESCII	Estação de monitorização de Escavadeira
ESP	Estação de monitorização de Espinho
FAL	Estação de monitorização de Faial
FORN	Estação de monitorização de Fornelo do Monte
FPO	Estação de monitorização de Fernando Pó
FUN	Estação de monitorização de Fundão
GEO	Estação de monitorização de Instituto Geofísico de Coimbra
GMR	Estação de monitorização de Guimarães-Centro
HOR	Estação de monitorização de Senhora da Hora
HORT	Estação de monitorização de Horto
ILH	Estação de monitorização de Ílhavo
LACT	Estação de monitorização de Centro de Lacticínios
LAR	Estação de monitorização de Laranjeiro
LAV	Estação de monitorização de Lavradio
LEC	Estação de monitorização de Leça do Balio
LOR	Estação de monitorização de Lourinhã
LOU	Estação de monitorização de Loures
LVT	Lisboa e Vale do Tejo
MAG	Estação de monitorização de Coimbra/ Avenida Fernão Magalhães
MARQ	Estação de monitorização de Quinta do Marquês
MAT	Estação de monitorização de Matosinhos
MEM	Estação de monitorização de Mem Martins
MNH	Estação de monitorização de Senhora do Minho
MOV	Estação de monitorização de Montemor-o-Velho
MVCO	Estação de monitorização de Mindelo-Vila do Conde
MVE	Estação de monitorização de Monte Velho
ODI	Estação de monitorização de Odivelas
OLI	Estação de monitorização de Olivais

OLO	Estação de monitorização de Lamas de Olo
PER	Estação de monitorização de Perafita
PP	Estação de monitorização de Paio Pires
PRD	Estação de monitorização de Paredes-Centro
PSA	Estação de monitorização de Porto Santo
QMA	Estação de monitorização de Quinta Magnólia
QUE	Estação de monitorização de Quebedo
REB	Estação de monitorização de Reboleira
REST	Estação de monitorização de Restelo
SCB	Estação de monitorização de Santa Cruz de Benfica
SEI	Estação de monitorização de Alto Seixalinho
SGO	Estação de monitorização de São Gonçalo
SJO	Estação de monitorização de São João
SOB	Estação de monitorização de Sobreiras
STI	Estação de monitorização de Santo Tirso
TEI	Estação de monitorização de Estarreja/Teixugueira
TER	Estação de monitorização de Terena
VCO	Estação de monitorização de Vila do Conde
VL	Valor-limite
VER	Estação de monitorização de Vermoim
VNT	Estação de monitorização de Vila Nova da Telha

## 1. Introdução

O presente relatório consiste na identificação e avaliação de eventos naturais ocorridos, em Portugal, no ano de 2011.

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 detectados com maior frequência no domínio mediterrânico, os países da Europa Central e do Norte também são esporadicamente influenciados. Os episódios naturais de elevadas concentrações de partículas em suspensão com diâmetro aerodinâmico inferior a  $10 \mu\text{m}$  ( $\text{PM}_{10}$ ) são mais frequentes no período de Primavera e Verão. (EUC, 2011)

A avaliação da contribuição de poluentes provenientes de fontes naturais, nos níveis de qualidade do ar, está prevista pelo enquadramento legal nacional e comunitário. A Directiva 2008/50/CE, bem como o Decreto-Lei n.º 102/2010 que a transpõe para o direito nacional, 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 à Comissão Europeia, através do Questionário Anual sobre Gestão e Avaliação da Qualidade do Ar (2004/461/EC), os Estados-Membros indicam as causas das excedências ao valor-limite de  $\text{PM}_{10}$ , importando por isso identificar a contribuição devida a fontes de emissão naturais.

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

Consideram-se, segundo o mesmo diploma legal, contribuições provenientes de fontes naturais as:



*“emissões de poluentes que não são causadas directa nem indirectamente por actividades humanas, onde se incluem catástrofes naturais como erupções vulcânicas, actividade sísmica, actividade 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 actividade 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 afectar 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-se vindo a aplicar 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 com a participação do Departamento de Ciências e Engenharia do Ambiente da FCT/UNL, resultando de um convénio Luso-Espanhol de colaboração entre os respectivos ministérios que tutelam a pasta do Ambiente.

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

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

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

## 1.2 Tipologia de eventos naturais

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

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

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

Fonte: Querol *et al.*, 1999

## 2. Enquadramento legislativo

A Directiva 1996/62/CE, de 27 de Setembro, relativa à avaliação e gestão do ar ambiente, também denominada Directiva Quadro da qualidade do ar, veio definir um novo quadro legislativo e estabelecer as linhas de orientação da política de gestão da qualidade do ar ambiente, no seio da União Europeia (UE). Em Portugal, este documento foi transposto para a ordem jurídica interna através do Decreto-Lei n.º 276/99, de 23 de Julho.

Um dos princípios base introduzidos pela Directiva Quadro assenta no estabelecimento de objectivos de qualidade do ar ambiente na UE, os quais visam evitar, prevenir ou limitar efeitos nocivos sobre a saúde humana e sobre o ambiente.

À publicação da Directiva Quadro seguiram-se as designadas Directivas Filhas, que estabeleceram os valores normativos para cada poluente atmosférico legislado.

A primeira Directiva Filha (Directiva 1999/30/CE de 22 de Abril), transposta para o direito interno pelo Decreto-Lei n.º 111/2002, de 16 de Abril, veio estabelecer, relativamente à protecção da saúde humana, valores-limite e respectivas margens de tolerância a ter em consideração até à sua entrada em vigor, para o NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub> e Pb. Os valores-limite da qualidade do ar para a protecção da saúde humana estabelecidos pelo Decreto-Lei n.º 111/2002, para o SO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub> e Pb, entraram em vigor em 2005.

O valor-limite corresponde ao nível de poluentes na atmosfera cujo valor não pode ser excedido, durante períodos previamente determinados, com o objectivo de evitar, prevenir ou reduzir os efeitos nocivos na saúde humana e ou no meio ambiente.

A ultrapassagem do valor-limite acrescido da margem de tolerância em determinado ano implica a necessidade de elaboração de Planos e Programas destinados a fazer cumprir o valor-limite à data da sua entrada em vigor.

Os parâmetros definidos pelo Decreto-Lei n.º 111/2002, ora revogado pelo Decreto-lei n.º 102/2010, de 23 de Setembro, para a protecção da saúde humana, relativamente às PM<sub>10</sub>, encontram-se indicados na Tabela 2.

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

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

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

No âmbito do reporte à Comissão Europeia, através do Questionário Anual sobre Gestão e Avaliação da Qualidade do Ar (2004/461/EC), os Estados-Membros indicam as causas das excedências ao valor-limite de PM<sub>10</sub>, importando por isso identificar a contribuição devida a fontes de emissão naturais.

Em Maio de 2008 foi publicada a Directiva 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. Esta Directiva foi transposta para o direito nacional, juntamente com a 4ª Directiva Filha (2004/107/CE), através do Decreto-Lei n.º 102/2010, de 23 de Setembro, tendo em conta critérios de eficiência e de simplificação, agregando num só diploma legal o regime jurídico relativo à avaliação e gestão da qualidade do ar ambiente, o qual se encontrava disperso por vários decretos-lei. O Decreto-Lei n.º 102/2010 inclui os seguintes elementos chave:

- agrega num só diploma legal a maioria da legislação existente sem alteração dos objectivos de qualidade do ar (expressos na Directiva Quadro, 1ª, 2ª, 3ª e 4ª Directivas Filhas) incluindo também o disposto na Decisão do Conselho 97/101/CE;
- estabelece objectivos de qualidade do ar para as PM<sub>2,5</sub> (partículas finas), incluindo um valor limite e objectivos relacionados com a exposição (obrigação em matéria de concentrações de exposição e um alvo de redução de exposição);
- incluiu a possibilidade de se efectuarem descontos, devido a fontes naturais de poluição, aquando da avaliação de conformidade em relação aos valores limite;
- permite extensões temporais de três anos (no caso das PM<sub>10</sub>) ou até cinco anos (no caso do NO<sub>2</sub> e benzeno) para cumprimento dos valores limite, com base em determinadas condições e como resultado da avaliação efectuada pela Comissão Europeia.

Segundo o Decreto-Lei n.º 102/2010, consideram-se contribuições provenientes de fontes naturais as:

*“emissões de poluentes que não são causadas directa nem indirectamente por actividades humanas, onde se incluem catástrofes naturais como erupções vulcânicas, actividade sísmica, actividade 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 directrizes para a demonstração e dedução de excedências atribuídas a fontes naturais no âmbito da Directiva 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 efectuar 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.

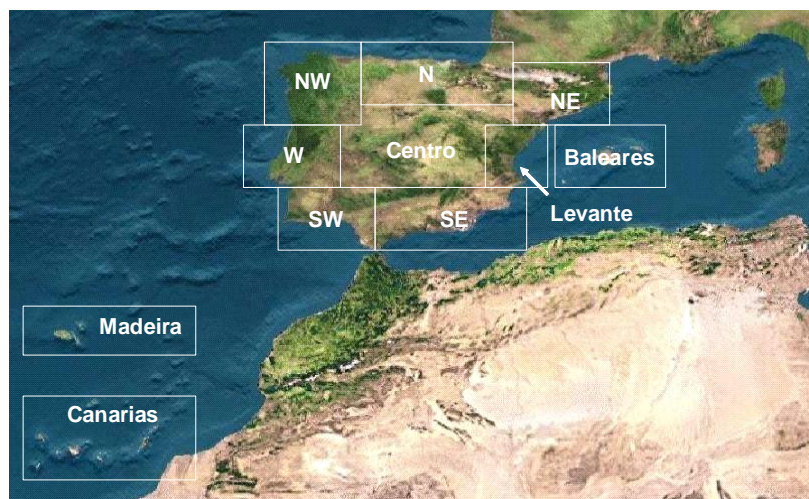


Figura 1. Secções de identificação da intrusão de ar na Península Ibérica e Arquipélagos



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

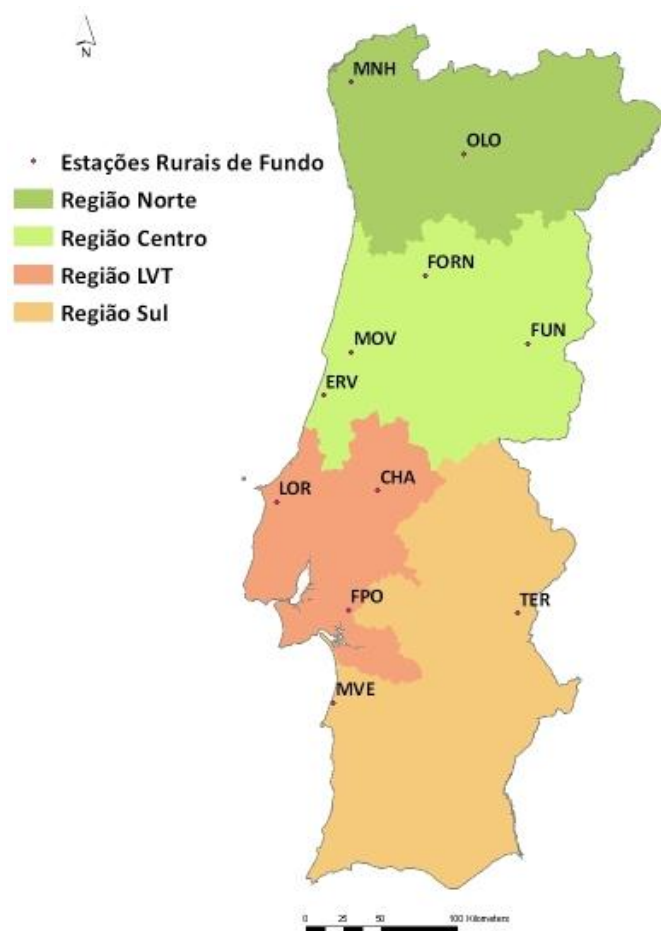
Zona	Espanha	Portugal
<b>NW</b>	Galicia, Asturias, Noroeste de Castilla y León	Região Norte
<b>N</b>	Cantabria, País Vasco, La Rioja	-
<b>NE</b>	Navarra, Aragón, Cataluña	-
<b>W</b>	-	Região Lisboa e Vale do Tejo e Região Centro
<b>Centro</b>	Resto da Extremadura, Castilla la Mancha, Comunidade de Madrid,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

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) (com excepção do Algarve, cujas estações de monitorização da qualidade do ar, em 2011, não tiveram eficiência suficiente para a aplicação da presente metodologia).

As estações rurais de fundo são fundamentais na avaliação dos fenómenos naturais, tendo-se considerado, na análise de 2011, 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 2011**

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](http://www-calipso.larc.nasa.gov/products/lidar/browse_images/show_calendar.php));

- retrotrajectórias do modelo de dispersão Hysplit (Hybrid Single-Particle Lagrangian Integrated Trajectory) que indica a proveniência da massa de ar no local das estações de monitorização, a vários níveis de altitude ([http://ready.arl.noaa.gov/HYSPLIT\\_disp.php](http://ready.arl.noaa.gov/HYSPLIT_disp.php));
  - concentrações medidas nas estações de qualidade do ar (dados validados) em cada região de gestão das CCDR (<http://www.qualar.org/>);
- Para cada uma das regiões em estudo selecciona-se uma estação rural de fundo representativa. O objectivo 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 fracção natural. Identificaram-se as seguintes:
    - em Portugal Continental: Lamas de Olo (região Norte), Fundão e Ervedeira (região Centro), Chamusca (região LVT), Terena (região Sul);
    - no Arquipélago da Madeira: uma vez que não existem estações rurais de fundo, seleccionou-se a de São Gonçalo (urbana de fundo) por ser a que apresenta níveis mais reduzidos de  $PM_{10}$  (e assim torna-se a estação com características mais próximas a uma estação de rural fundo);
    - no caso do Arquipélago dos Açores: a estação do Faial apresentou concentrações de  $PM_{10}$  muito reduzidas e não ocorreram quaisquer excedências aos valores-limite de  $PM_{10}$ . Assim, a avaliação de eventos naturais não foi efectuada.
  - Seguem-se os cálculos da contribuição da fracção natural. Para cada dia identificado de evento natural, em cada estação regional de fundo seleccionada como representativa, determina-se o percentil 40 dos 30 dias centrados nesse dia de evento (sendo o dia de evento o 15.º e não se incluindo o valor registado neste dia no cálculo do percentil) – o percentil 40<sup>1</sup> está correlacionado com dias associados a advecção atlântica representando a fracção de ar limpo;
  - A diferença entre o valor de  $PM_{10}$  registado no dia de evento e o percentil 40 desse dia corresponde à contribuição de  $PM_{10}$  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;

---

<sup>1</sup> Estudos realizados indicam que o percentil 40 reproduz adequadamente o valor das estações de fundo sob a influência de processos de advecção de ar atlântico (não contaminado) (Querol *et al.*, 2010; Escudero, 2006).

- 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.

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  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , respectivamente, durante um dia específico de intrusão, constituindo à partida excedências ao valor-limite diário de  $\text{PM}_{10}$  (de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ );
- A estação rural de fundo seleccionada 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  $\text{PM}_{10}$  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  $\text{PM}_{10}$ , 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  $\text{PM}_{10}$ , ou seja,  $[\text{PM}_{10}]>50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ );
- A Figura 3 representa esquematicamente a situação exposta no Caso 1.

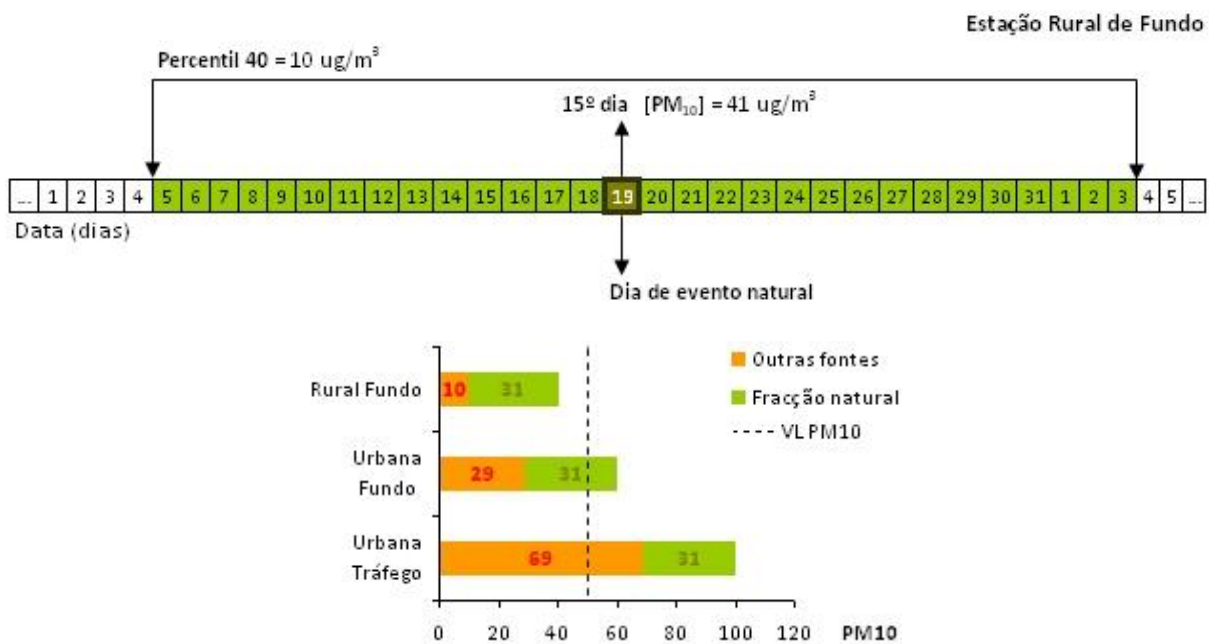


Figura 3. Representação esquemática da metodologia de desconto (Caso 1)

### 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 PM<sub>10</sub> dos dias em que ocorreu intrusão (tal como indicado na representação esquemática da Figura 4);
- A etapa seguinte envolve a determinação da contribuição de PM<sub>10</sub> 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 reflecte 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 selecciona-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 2011, 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).

#### 4. Identificação dos dias de eventos naturais com origem na intrusão de ar proveniente do Norte de África em 2011

Os dias de intrusão de ar com origem no Norte de África para o ano de 2011 estão agrupados na Tabela 4, para as várias secções da Península Ibérica correspondentes ao território de Portugal (a designação das secções indicadas provêm do trabalho conjunto entre as equipas portuguesa e espanhola). Estes dias resultam da análise efectuada 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. Em 2011 identificaram-se, no total, 130 dias de intrusões africanas sobre o território de Portugal.

**Tabela 4. Identificação de episódios de intrusão de ar proveniente do Norte de África no ano de 2011 (datas de ocorrência)**

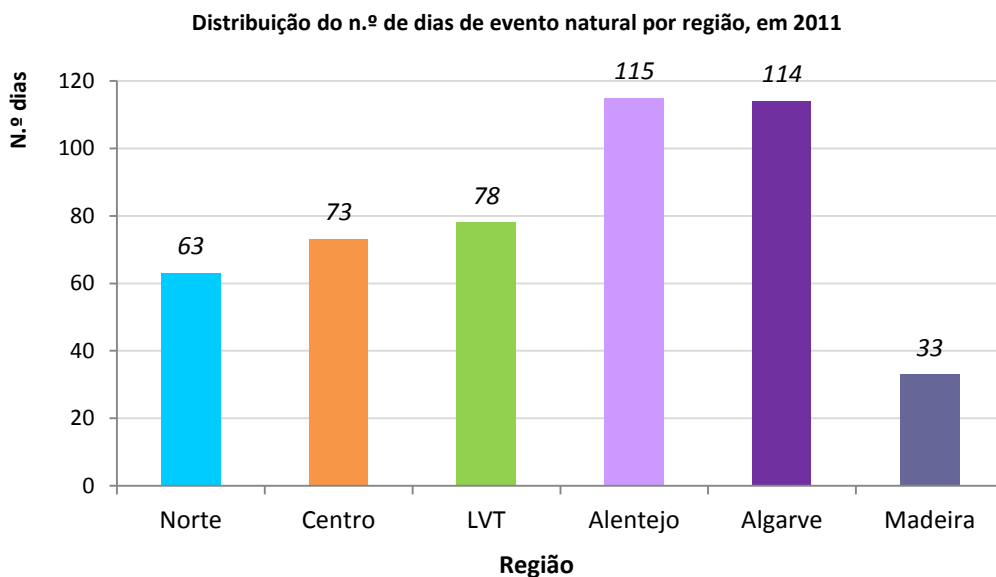
Secções da Península Ibérica		Noroeste	Oeste		Sudoeste		Arquipélago
Secções de Portugal		Região Norte	Região Centro	Região LVT	Região Alentejo	Região Algarve	Região Madeira
Mês	Data						
Janeiro	07-01-2011				x	x	
	16-01-2011				x	x	x
	17-01-2011				x	x	x
	18-01-2011	x	x	x	x	x	x
	19-01-2011	x			x	x	
	20-01-2011				x		
Fevereiro	07-02-2011						x
	08-02-2011		x		x	x	x
	09-02-2011		x	x	x	x	x
	10-02-2011	x	x	x	x	x	x
	11-02-2011	x	x	x	x	x	x
	12-02-2011		x		x	x	x
	13-02-2011				x		
Março	06-03-2011		x		x	x	
	07-03-2011	x	x	x	x	x	
	08-03-2011	x	x		x		
	09-03-2011	x	x				
	10-03-2011	x	x	x	x	x	
	11-03-2011	x	x	x			
	20-03-2011						x
	21-03-2011					x	x
	22-03-2011					x	x
	23-03-2011			x		x	x
	24-03-2011	x	x	x	x	x	x
	25-03-2011	x	x	x	x	x	x
	26-03-2011		x		x	x	
Abril	01-04-2011		x	x	x	x	
	02-04-2011		x	x	x	x	
	03-04-2011				x	x	
	05-04-2011	x	x	x	x	x	
	06-04-2011	x	x	x	x	x	
	07-04-2011	x	x	x	x	x	x
	08-04-2011	x	x	x	x	x	



Secções da Península Ibérica		Noroeste	Oeste		Sudoeste		Arquipélago
Secções de Portugal		Região Norte	Região Centro	Região LVT	Região Alentejo	Região Algarve	Região Madeira
Mês	Data						
Abril	09-04-2011	x	x	x	x	x	
	10-04-2011	x	x		x	x	
	11-04-2011						x
	12-04-2011						x
	13-04-2011			x	x	x	x
	14-04-2011			x	x	x	x
	15-04-2011			x	x	x	x
	16-04-2011			x	x	x	
	17-04-2011	x	x	x	x	x	
	18-04-2011	x	x	x	x	x	
	19-04-2011			x		x	
	28-04-2011			x			x
Maio	09-05-2011				x	x	
	10-05-2011	x	x	x	x	x	
	11-05-2011	x	x	x	x	x	x
	12-05-2011	x	x	x	x	x	x
	13-05-2011	x	x	x	x	x	x
	14-05-2011	x	x	x	x	x	x
	15-05-2011	x	x	x	x	x	x
	16-05-2011	x	x	x	x	x	x
	17-05-2011	x	x	x	x	x	x
	18-05-2011			x	x		
	24-05-2011	x			x	x	x
	25-05-2011	x	x	x	x	x	x
	26-05-2011	x	x	x	x	x	x
	27-05-2011	x	x	x	x	x	
	28-05-2011	x	x	x	x	x	
29-05-2011	x	x	x	x	x		
30-05-2011	x	x					
Junho	24-06-2011				x	x	
	25-06-2011	x	x	x	x	x	
	26-06-2011	x	x	x	x	x	
	27-06-2011	x	x	x	x	x	
	28-06-2011	x	x	x	x	x	
	29-06-2011	x	x	x	x	x	
	30-06-2011			x	x	x	
Julho	01-07-2011	x	x	x	x	x	
	02-07-2011	x	x	x	x	x	
	03-07-2011	x		x	x	x	
	04-07-2011				x	x	
	21-07-2011				x	x	
	22-07-2011				x	x	
	23-07-2011				x	x	
	29-07-2011				x	x	
	30-07-2011				x	x	
31-07-2011				x	x		
Agosto	01-08-2011				x	x	
	09-08-2011				x	x	
	10-08-2011		x	x	x	x	
	11-08-2011	x	x	x	x	x	
	12-08-2011	x	x	x	x	x	
	13-08-2011	x	x		x	x	
	14-08-2011		x		x	x	
	15-08-2011				x	x	
	16-08-2011				x	x	
	17-08-2011				x	x	
	18-08-2011					x	
	19-08-2011			x	x	x	
20-08-2011	x	x	x	x	x		
21-08-2011	x	x	x	x	x		
22-08-2011	x		x	x	x		

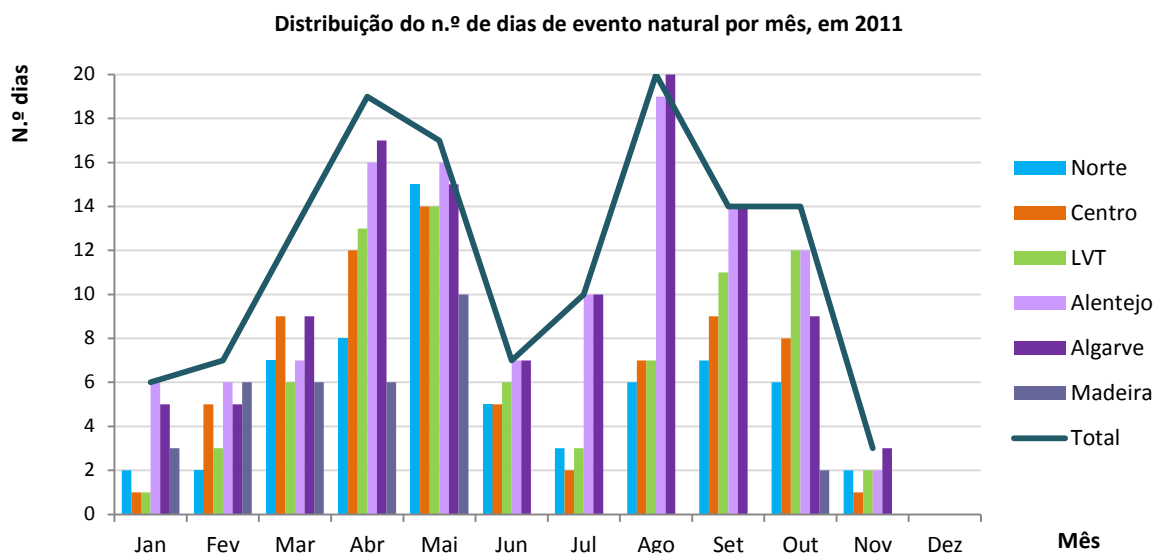
Secções da Península Ibérica		Noroeste	Oeste		Sudoeste		Arquipélago
Secções de Portugal		Região Norte	Região Centro	Região LVT	Região Alentejo	Região Algarve	Região Madeira
Mês	Data						
	23-08-2011				x	x	
	24-08-2011				x	x	
	28-08-2011				x	x	
	29-08-2011				x	x	
	30-08-2011				x	x	
Setembro	09-09-2011				x	x	
	14-09-2011			x	x	x	
	15-09-2011	x	x	x	x	x	
	16-09-2011	x	x	x	x	x	
	17-09-2011	x	x	x	x	x	
	20-09-2011			x	x	x	
	21-09-2011		x	x	x	x	
	22-09-2011	x	x	x	x	x	
	23-09-2011	x			x	x	
	26-09-2011				x	x	
	27-09-2011			x	x	x	
	28-09-2011			x	x	x	
	29-09-2011	x	x	x	x	x	
	30-09-2011	x	x	x	x	x	
	Outubro	01-10-2011	x	x	x	x	x
02-10-2011		x	x	x	x	x	
03-10-2011		x		x	x		
04-10-2011		x	x	x	x		x
05-10-2011				x	x		
10-10-2011					x		
11-10-2011			x	x	x	x	x
12-10-2011			x	x	x	x	
13-10-2011				x	x	x	
14-10-2011				x	x	x	
15-10-2011				x		x	
21-10-2011			x	x	x	x	
22-10-2011		x	x	x	x	x	
23-10-2011	x	x					
Novembro	12-11-2011	x		x	x	x	
	13-11-2011	x	x	x	x	x	
	14-11-2011					x	
<b>N.º total de dias de evento natural</b>		<b>63</b>	<b>73</b>	<b>78</b>	<b>115</b>	<b>114</b>	<b>33</b>

Relativamente aos eventos naturais identificados em 2011 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 5), tal como ocorreu em anos anteriores. O Arquipélago da Madeira é a região com menor número de dias com evento natural devido aos padrões de circulação atmosférica (Figura 5).



**Figura 5. Distribuição do número de dias de evento natural, por região, em 2011**

No que diz respeito à distribuição da ocorrência de eventos naturais por mês do ano apresenta-se a Figura 6. Verifica-se que os meses com maior número de dias com evento natural foram os de Abril, Maio e Agosto.



**Figura 6. Distribuição do número de dias de evento natural, por região e mês, em 2011**

## 5. Influência dos eventos naturais nas excedências aos valores-limite de PM<sub>10</sub> em 2011

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

Os resultados da aplicação da metodologia de desconto da contribuição devida a eventos naturais (de intrusão de ar proveniente de regiões áridas) para a concentração média diária de PM<sub>10</sub>, em 2011, 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, na Tabela 5, 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 uma eficiência inferior a 85%, na estação rural de fundo de Minho – Lima. Obtiveram-se ainda eficiências abaixo dos 85% noutras 20 estações (que não do tipo rural de fundo). Todas as estações das regiões do Algarve e da Madeira tiveram eficiências abaixo dos 85%. Relativamente à região da Madeira, efectuou-se a análise possível com os dados da rede de monitorização, ainda que todas as estações tenham tido eficiências abaixo dos 55%. Na região do Algarve as estações de Cerro e David Neto tiveram eficiências muito reduzidas (14% e 5% respectivamente) não podendo por isso ser analisadas.

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

Os resultados obtidos indicam que, das 64 estações analisadas na Tabela 5, 16 registam uma situação de excedência ao valor-limite de PM<sub>10</sub> (com ultrapassagens em mais de 35 dias em 2011). Após a aplicação da metodologia de desconto da contribuição de eventos naturais, permanecem 13 estações em excedência (durante mais de 35 dias no ano). Há assim três estações para as quais é possível justificar que a excedência ao valor-limite diário tem uma causa natural: Mindelo – Vila do Conde, Ílhavo e Coimbra/ Avenida Fernão Magalhães.

**Tabela 5. Verificação da situação de excedência ao valor-limite diário de PM<sub>10</sub> antes e depois da aplicação da metodologia de desconto da contribuição devida a eventos naturais, em 2011**

Zona	Infl.	Amb.	Estação	Efic. (%)	36º Máx. Diário (µg/m <sup>3</sup> )	Dias>VL (n.º)	Dias>VL após desconto EN	Redução nos Dias>VL (n.º)	Redução nos Dias>VL (%)
<b>Norte</b>									
Norte Interior	F	R	Douro Norte	89	21	0	0	0	0
Norte Litoral	F	R	Minho - Lima	50	11	0	0	0	0
Porto Litoral (a)	T	U	D. Manuel II - Vermoim	98	68	59	55	4	7
	T	U	Francisco Sá Carneiro - Campanha	76	55	42	37	5	12
	T	U	João Gomes Laranjo - S.Hora	98	61	59	48	11	19
	I	S	Meco - Perafita	91	56	51	42	9	18
	F	U	Ermesinde-Valongo	100	56	56	50	6	11
	F	U	Sobreiras - Lordelo do Ouro	97	57	48	41	7	15
	F	U	Avintes	94	47	26	21	5	19
	F	S	Custóias - Matosinhos	99	56	43	38	5	12
	F	S	VN Telha-Maia	98	76	115	102	13	11
	F	S	Leça do Balio - Matosinhos	50	35	8	5	3	38
	F	S	Mindelo - Vila do Conde	91	53	39	34	5	13
F	S	Anta-Espinho	84	45	27	22	5	19	
Braga (a)	T	U	Fr Bartolomeu Mártires - S Victor	28	39	17	14	3	18
	F	S	Frossos-Braga	96	37	13	12	1	8
Vale do Ave (a)	T	U	Cónego Dr. Manuel Faria - Azurém	85	41	12	11	1	8
	F	U	Burgães-Santo Tirso	88	24	7	7	0	0
	F	S	Calendário-VN Famalicão	22	21	4	4	0	0
Vale do Sousa (a)	T	U	Pe Moreira Neves - Castelões de Cepeda	39	38	19	17	2	11
	F	U	Paços de Ferreira	54	30	10	8	2	20
<b>Centro</b>									
Centro Interior	F	R	Fundão	98	19	0	0	0	0
	F	R	Fornelo do Monte	93	29	4	1	3	75
Centro Litoral	F	R	Ervedeira	98	44	17	7	10	59
	F	R	Montemor-o-Velho	99	46	23	16	7	30
Zona de Infl. Estarreja	I	S	Estarreja/Teixugueira	98	66	60	51	9	15
Aveiro/ Ílhavo (a)	T	U	Aveiro	95	69	94	72	22	23
	F	S	Ílhavo	92	53	39	34	5	13
Coimbra (a)	T	U	Coimbra/ Avenida Fernão Magalhães	99	52	40	29	11	28
	F	U	Instituto Geofísico de Coimbra	99	37	12	10	2	17
<b>LVT</b>									
VTO	F	R	Chamusca	90	30	3	0	3	100
	F	R	Lourinhã	87	27	1	0	1	100
P. Set/ A. Sal	F	R	Fernando Pó	88	34	6	1	5	83
AML Norte (a)	T	U	Entrecampos	97	48	28	13	15	54
	T	U	Avenida da Liberdade	96	66	113	86	27	24
	T	U	Cascais - Mercado	88	48	24	5	19	79
	T	U	Odivelas - Ramada	97	42	23	11	12	52

Zona	Infl.	Amb.	Estação	Efic. (%)	36.º Máx. Diário ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	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	95	62	86	59	27	31
	F	U	Olivais	98	49	29	15	14	48
	F	U	Alfragide/ Amadora	47	40	14	12	2	14
	F	U	Reboleira	94	36	9	4	5	56
	F	U	Loures - Centro	92	38	8	4	4	50
	F	U	Restelo	92	43	20	9	11	55
	F	U	Mem Martins	95	37	4	0	4	100
AML Sul (a)	F	U	Alverca	95	32	6	3	3	50
	T	U	Alto Seixalinho	53	41	14	12	2	14
	I	U	Lavradio	95	46	20	9	11	55
	I	U	Escavadeira	96	45	28	17	11	39
	F	U	Laranjeiro	98	46	28	15	13	46
	F	U	Fidalguinhos	83	41	16	6	10	63
Setúbal (a)	F	S	Paio Pires	99	64	74	47	27	36
	T	U	Quebedo	98	47	27	14	13	48
	F	U	Camarinha	14	15	0	0	0	0
	F	U	Arcos	99	44	20	5	15	75
<b>Alentejo</b>									
Alentejo Interior	F	R	Terena	99	44	22	5	17	77
Alentejo Litoral	T	S	Sines	32	37	11	7	4	36
	I	U	Santiago do Cacém	77	35	8	2	6	75
	F	R	Monte Velho	98	33	2	0	2	100
<b>Algarve</b>									
Albufeira/ Loulé (a)	F	U	Malpique	41	28	1	0	1	100
Faro/ Olhão (a)	F	U	Joaquim Magalhães	78	35	2	0	2	100
<b>Madeira</b>									
Funchal (a)	T	U	São João	51	39	16	4	12	75
	F	U	São Gonçalo	53	23	0	0	0	0
	F	U	Quinta Magnólia	54	47	28	19	9	32
Madeira/ Porto Santo	T	S	Porto Santo	53	27	1	1	0	0
<b>Legenda:</b>									
<b>Zona (a)</b> – A zona é uma aglomeração; <b>Zona de Infl. Estarreja</b> - Zona de Influência de Estarreja; <b>Infl.</b> – Tipo de Influência (T-Tráfego, I-Industrial, F-Fundo); <b>Amb.</b> – Tipo de Ambiente Envolvente (U-Urbana, S-Suburbana, R-Rural); <b>Efic.</b> – Eficiência anual; <b>36.º Máx. diário</b> – 36.º máximo diário de PM <sub>10</sub> ; <b>Dias&gt;VL</b> – N.º de dias em excedência ao valor-limite diário de PM <sub>10</sub> ; <b>Dias&gt;VL após desconto EN</b> – N.º de dias em excedência ao valor-limite diário de PM <sub>10</sub> após a aplicação do desconto devido a Evento Natural; <b>Redução nos Dias&gt;VL</b> – N.º e % de redução de dias em excedência ao valor-limite de PM <sub>10</sub> após o desconto devido a Eventos Naturais.									

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

A Tabela 6 apresenta os resultados da aplicação da metodologia de desconto da contribuição devida a eventos naturais (de intrusão de ar proveniente de regiões áridas) à concentração média anual de PM<sub>10</sub>, em 2011.

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). Todas as estações das regiões do Algarve e da Madeira tiveram eficiências abaixo dos 85%. Relativamente à região da Madeira, efectuou-se a análise possível com os dados da rede de monitorização. Na região do Algarve as estações de Cerro e David Neto tiveram eficiências muito reduzidas (14% e 5% respectivamente) não podendo por isso ser analisadas.

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

Verifica-se que, em 2011, se registaram excedências ao valor-limite anual de PM<sub>10</sub> nas estações de Vila Nova da Telha (na aglomeração de Porto Litoral), Aveiro (na aglomeração de Aveiro/ Ílhavo), Avenida da Liberdade e Santa Cruz de Benfica (ambas na aglomeração da AML Norte). Após a aplicação da metodologia de desconto da contribuição de eventos naturais, permaneceram em excedência as estações de Vila Nova da Telha e Avenida da Liberdade (com uma média anual de 43,26 µg/m<sup>3</sup> e 41,29 µg/m<sup>3</sup>, respectivamente, após o desconto da contribuição da fracção natural).

**Tabela 6. Verificação da situação de excedência ao valor-limite anual de PM<sub>10</sub> antes e depois da aplicação da metodologia de desconto da contribuição devida a eventos naturais, em 2011**

Zona	Infl.	Amb.	Código local	Estação	Efic. (%)	Média anual (µg/m <sup>3</sup> )	Média anual após desconto EN (µg/m <sup>3</sup> )	Redução na média anual (µg/m <sup>3</sup> )	Redução na média anual (%)
<b>Norte</b>									
Norte Interior	F	R	1048	Douro Norte	89	12	11	1	12
Norte Litoral	F	R	1047	Minho - Lima	<b>50</b>	9	7	1	15
Porto Litoral (a)	T	S	1024	D. Manuel II - Vermoim	98	32	30	2	5
	T	S	1028	Francisco Sá Carneiro - Campanha	<b>76</b>	34	32	1	4
	T	S	1030	João Gomes Laranjo - S.Hora	98	35	34	2	4
	I	S	1025	Meco - Perafita	91	34	32	1	4
	F	S	1023	Ermesinde - Valongo	100	33	31	2	5

Zona	Infl.	Amb.	Código local	Estação	Efic. (%)	Média anual ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Média anual após desconto EN ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Redução na média anual ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Redução na média anual (%)
	F	S	1050	Sobreiras - Lordelo do Ouro	97	31	30	1	5
	F	S	1053	Avintes	94	26	24	2	6
	F	S	1021	Custóias - Matosinhos	99	30	29	2	5
	F	S	1031	VN Telha - Maia	98	45	43	2	4
	F	S	1034	Leça do Balio - Matosinhos	50	24	22	2	9
	F	S	1051	Mindelo - Vila do Conde	91	29	28	1	5
	F	S	1054	Anta-Espinho	84	26	24	2	6
Braga (a)	T	S	1041	Fr Bartolomeu Mártires - S Victor	28	38	37	1	2
	F	S	1042	Frossos - Braga	96	20	19	1	7
Vale do Ave (a)	T	S	1046	Cónego Dr. Manuel Faria - Azurém	85	26	24	1	6
	F	S	1052	Burgães - Santo Tirso	88	12	11	1	10
	F	S	1045	Calendário - VN Famalicão	22	23	22	1	2
Vale do Sousa (a)	T	S	1043	Pe Moreira Neves - Castelões de Cepeda	39	31	30	1	3
	F	S	1044	Paços de Ferreira	54	20	19	1	5
<b>Centro</b>									
Centro Interior	F	R	2020	Fundão	98	11	9	2	16
	F	R	2021	Fornelo do Monte	93	15	13	2	12
Centro Litoral	F	R	2019	Ervedeira	98	26	23	3	12
	F	R	2022	Montemor - o - Velho	99	25	23	3	11
Zona de Influência de Estarreja	I	S	2004	Estarreja/ Teixugueira	98	34	31	3	8
Aveiro/Ílhavo (a)	T	S	2017	Aveiro	95	41	38	3	7
	F	S	2018	Ílhavo	92	28	26	3	9
Coimbra (a)	T	S	2006	Coimbra/ Avenida Fernão Magalhães	99	32	29	3	9
	F	S	2016	Instituto Geofísico de Coimbra	99	22	20	3	12
<b>Lisboa e Vale do Tejo</b>									
VTO	F	R	3096	Chamusca	90	17	14	3	18
	F	R	3102	Lourinhã	87	17	14	3	19
P. Set/ A. Sal	F	R	3099	Fernando Pó	88	20	17	3	16
AML Norte (a)	T	S	3072	Entrecampos	97	30	27	3	10
	T	S	3075	Avenida da Liberdade	96	44	41	3	7
	T	S	3090	Cascais - Mercado	88	32	29	3	10
	T	S	3097	Odivelas - Ramada	97	26	23	3	12
	T	S	3100	Santa Cruz de Benfica	95	41	38	3	7
	F	S	3071	Olivais	98	30	27	3	10
	F	S	3082	Alfragide/ Amadora	47	29	26	3	9
	F	S	3084	Reboleira	94	21	18	3	14
	F	S	3085	Loures - Centro	92	25	22	3	12
	F	S	3087	Restelo	92	26	23	3	12
	F	S	3089	Mem Martins	95	22	19	3	14
	F	S	3101	Alverca	95	20	17	3	15
AML Sul (a)	T	S	3098	Alto Seixalinho	53	31	29	2	6
	I	S	3055	Lavradio	95	25	22	3	13
	I	S	3095	Escavadeira	96	26	23	3	11
	F	S	3083	Laranjeiro	98	26	24	3	11
	F	S	3103	Fidalguinhos	83	25	23	3	11
F	S	3063	Paio Pires	99	39	36	3	7	



Zona	Infl.	Amb.	Código local	Estação	Efic. (%)	Média anual ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Média anual após desconto EN ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Redução na média anual ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Redução na média anual (%)
Setúbal (a)	T	S	3094	Quebedo	98	29	26	3	11
	F	S	3092	Camarinha	14	23	23	0	1
	F	S	3093	Arcos	99	26	23	3	12
<b>Alentejo</b>									
Alentejo Interior	F	R	4006	Terena	99	22	16	6	26
Alentejo Litoral	T	S	4005	Sines	32	33	28	5	16
	I	S	4004	Santiago do Cacém	77	22	16	6	28
	F	R	4002	Monte Velho	98	22	17	5	22
<b>Algarve</b>									
Albufeira/ Loulé (a)	F	S	5008	Malpique	41	21	16	6	27
Faro/ Olhão (a)	F	S	5007	Joaquim Magalhães	78	22	17	6	25
<b>Madeira</b>									
Funchal (a)	T	S	6004	São João	51	30	28	2	7
	F	S	6005	São Gonçalo	53	17	15	2	13
	F	S	6006	Quinta Magnólia	54	31	29	2	7
Madeira / Porto Santo	T	S	6007	Porto Santo	53	19	17	2	11
<b>Legenda:</b> <b>Zona (a)</b> – A zona é uma aglomeração; <b>Infl.</b> – Tipo de Influência (T-Tráfego, I-Industrial, F-Fundo); <b>Amb.</b> – Tipo de Ambiente Envolvente (U-Urbana, S-Suburbana, R-Rural); <b>Efic.</b> – Eficiência anual; <b>Média Anual após desconto EN</b> – média anual após aplicação dos descontos diários devido a Evento Natural para avaliação da situação de excedência ao valor-limite anual de $\text{PM}_{10}$ ; <b>Redução na média anual</b> – redução da média anual após o desconto devido a Eventos Naturais.									

### 5.3 Análise da conformidade legal face às excedências aos valores-limite de $\text{PM}_{10}$

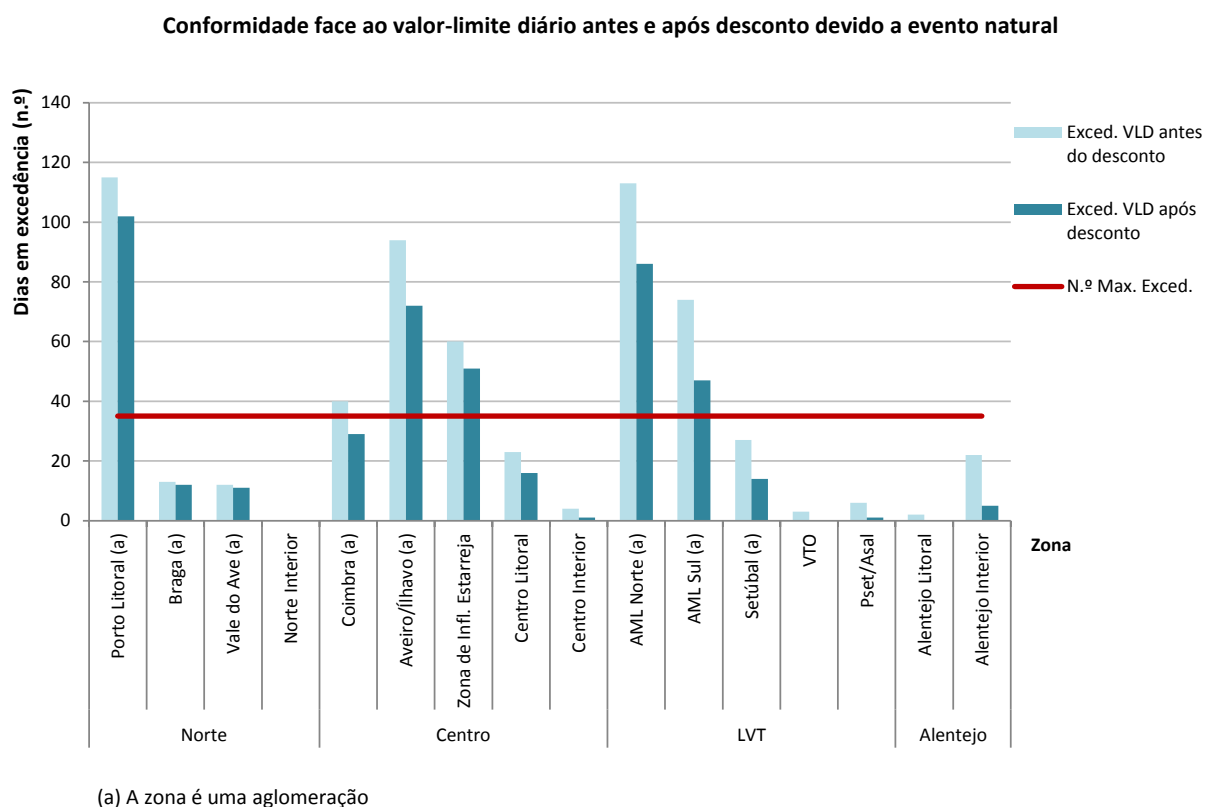
A eficiência mínima a considerar para a análise de conformidade legal é de 85% (CE, 2008). Todas as estações das regiões do Algarve e da Madeira tiveram eficiências abaixo dos 85%, não permitindo por isso que sejam consideradas no âmbito da avaliação da conformidade legal. No entanto, face aos dados disponíveis, não é expectável que tenham ocorrido excedências aos valores-limite anual e diário em ambas as regiões mencionadas.

O número de ultrapassagens ao valor-limite diário de  $\text{PM}_{10}$  ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) permitido, por ano, é de 35. Relativamente à situação de inconformidade legal face ao valor-limite diário de  $\text{PM}_{10}$ , foram identificadas numa primeira etapa as seguintes zonas e estações (Figura 7):

- Porto Litoral (estações de Custóias, Ermesinde, Senhora da Hora, Mindelo-Vila do Conde, Perafita, Sobreiras, Vermoim e Vila Nova da Telha),
- Coimbra (estação de Coimbra/ Av. Fernão Magalhães),
- Aveiro/ Ílhavo (estações de Aveiro, Ílhavo),
- Zona de Influência de Estarreja (estação de Estarreja/ Teixugueira),

- AML Norte (estações de Santa Cruz de Benfica e Av. da Liberdade),
- AML Sul (Paio Pires).

Com a aplicação da metodologia de desconto da fracção devida a eventos naturais, passa a cumprir o valor-limite diário de PM<sub>10</sub> a aglomeração de Coimbra representada pela estação de Coimbra/ Av. Fernão Magalhães (Figura 7). Para esta estação é possível justificar que a excedência ao valor-limite diário em 2011 teve uma causa natural.



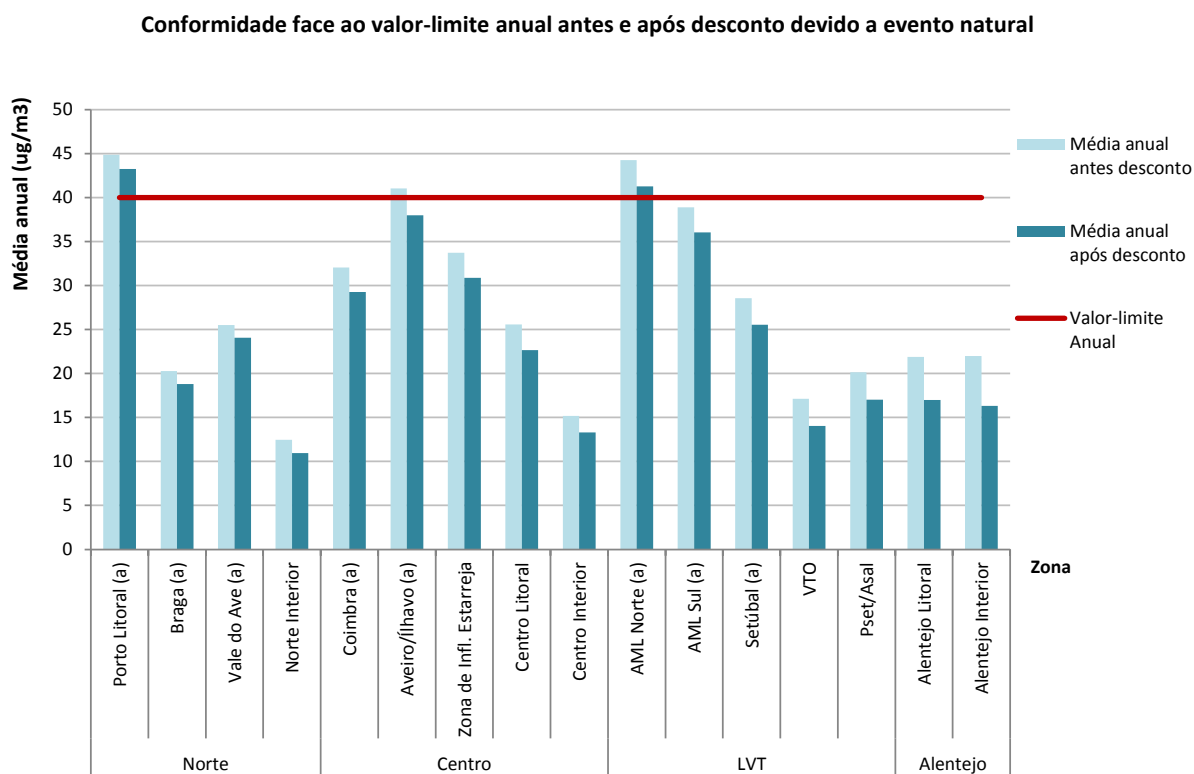
**Figura 7. Conformidade legal de zonas e aglomerações face ao valor-limite diário de PM<sub>10</sub>, antes e após o desconto da fracção devida a evento natural, em 2011**

O valor-limite anual legislado é de 40 µg/m<sup>3</sup>. Relativamente à situação de inconformidade legal face ao valor-limite anual de PM<sub>10</sub>, foram identificadas numa primeira etapa as seguintes zonas e estações (Figura 8):

- Porto Litoral (estação de Vila Nova da Telha),
- Aveiro/ Ílhavo (estação de Aveiro),

- AML Norte (estações de Santa Cruz de Benfica e Av. da Liberdade).

Com a aplicação da metodologia de desconto da fracção devida a eventos naturais, passa a cumprir o valor-limite anual de PM<sub>10</sub> a aglomeração de Aveiro/ Ílhavo representada pela estação de Aveiro (Figura 8). Para esta estação é possível justificar que a excedência ao valor-limite anual em 2011 teve uma causa natural.



(a) A zona é uma aglomeração

**Figura 8. Conformidade legal de zonas e aglomerações face ao valor-limite anual de PM<sub>10</sub>, antes e após o desconto da fracção devida a evento natural, em 2011**

Numa avaliação global, em termos de zonas que permaneceram em incumprimento em 2011 a algum dos valores-limite estabelecidos para as PM<sub>10</sub>, após a aplicação da metodologia de desconto de eventos naturais, foram identificadas as zonas de Porto Litoral, Aveiro/ Ílhavo, Zona de Influência de Estarreja, AML Norte e AML Sul, representando um maior número de zonas em situação de inconformidade do que no ano anterior. Os resultados obtidos, acima descritos, estão agregados na Tabela 7, destacando-se apenas as zonas e aglomerações para as quais se identificaram situações de ultrapassagem efectiva aos valores-limite de PM<sub>10</sub> legislados.

**Tabela 7. Situação de conformidade legal das zonas e aglomerações face aos valores-limite diário e anual de PM<sub>10</sub>, antes e após a aplicação do desconto da contribuição de eventos naturais, para o ano de 2011**

Região	Zona	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
Norte	Porto Litoral (a)	>VL	>VL	>VL	>VL
Centro	Aveiro/ Ílhavo (a)	>VL	>VL	>VL	<VL
	Zona de Influência de Estarreja	>VL	<VL	>VL	<VL
	Coimbra (a)	>VL	<VL	<VL	<VL
LVT	AML Norte (a)	>VL	>VL	>VL	>VL
	AML Sul (a)	>VL	<VL	>VL	<VL

(a) A zona é uma aglomeração

## 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 2011, 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 9). O Arquipélago da Madeira, apesar da proximidade ao Norte de África, é consistentemente a região com menor número de dias com evento natural.

Em termos dos dias de ocorrência de eventos naturais, em 2011 validaram-se 130 dias com intrusões africanas. Em 2011 verificaram-se, no total, menos dias de eventos naturais do que no ano de 2010. Apesar disso, em 2011 o número de dias em que os eventos afectaram as regiões Norte, Centro, Alentejo e Algarve, foram superiores ao ano anterior (Figura 9). Em 2010 os eventos ocorreram de forma mais distribuída no tempo e espacialmente independente do que em 2009, ano em os eventos ocorreram mais frequentemente em dias comuns atingindo as várias regiões em simultâneo, tal como se pode observar na Figura 10.

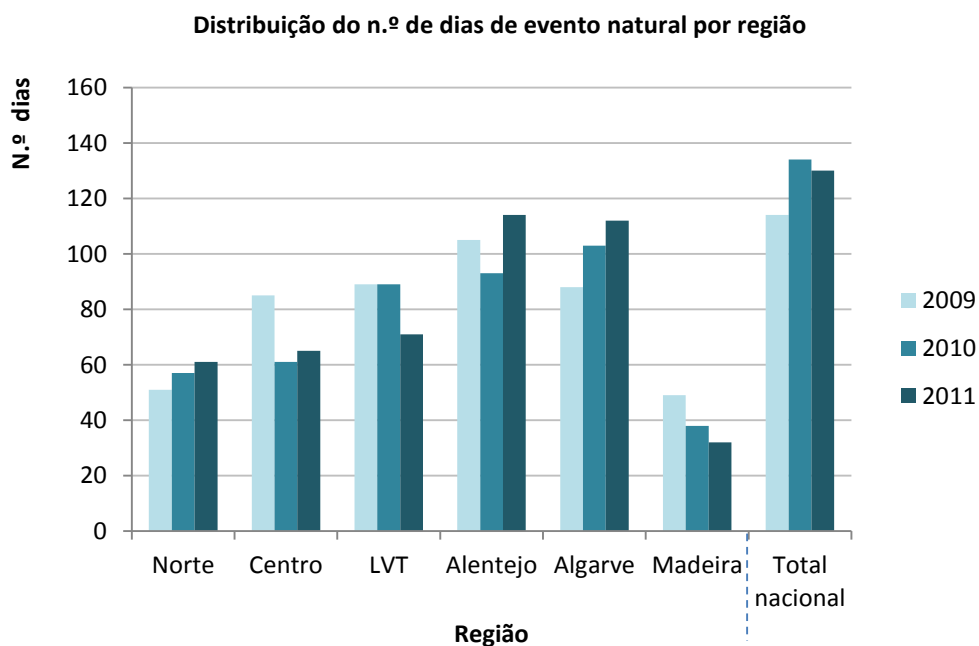


Figura 9. Distribuição do número de dias de evento natural por região, entre 2009 e 2011

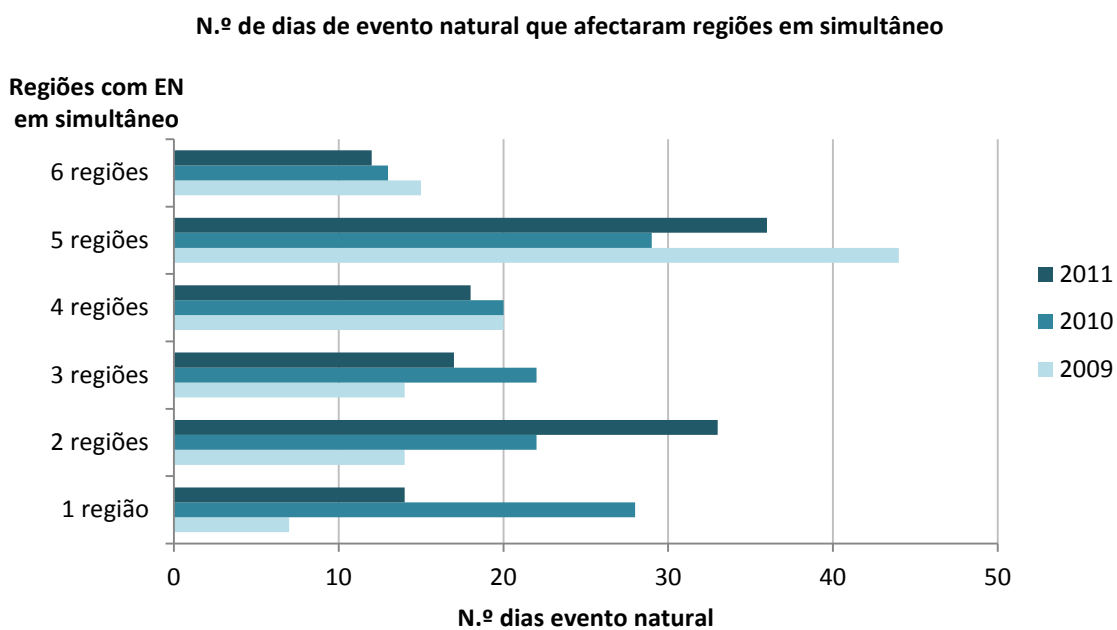


Figura 10. Número de dias em que ocorreram eventos naturais em várias regiões (Norte, Centro, LVT, Alentejo, Algarve e Madeira) em simultâneo, entre 2009 e 2011

## 6.2 Ocorrência de eventos naturais por mês

Verifica-se frequentemente que uma corrente que transporta uma massa de ar quente e seco, traduzindo-se em temperaturas elevadas, baixa humidade relativa e fracas condições de dispersão em Portugal, pode contribuir para que os incêndios florestais sejam mais frequentes ou de maiores dimensões, bem como, pode transportar partículas em suspensão provenientes de regiões áridas, como os desertos do Norte de África, conduzindo a excedências diárias ao valor-limite estabelecido para as PM<sub>10</sub>. Nos dias em que ocorrem eventos naturais em Portugal as condições meteorológicas prevalentes são a ausência de vento, ou vento fraco do quadrante Leste, uma situação de anticiclone promovendo a subsidência do ar, reflectindo-se em fracas condições de dispersão.

A Tabela 8 apresenta o resumo da caracterização climática em relação à temperatura e precipitação, em Portugal, entre 2009 e 2011. Em termos gerais, os anos de 2009 a 2011, em Portugal Continental, foram caracterizados pelos seguintes aspectos:

- 2009: valores médios da temperatura máxima e média do ar superiores ao valor médio (1971-2000), salientando-se que nos últimos 16 anos a temperatura média anual foi quase sempre superior ao valor médio excepto em 2008 (IM, 2010);
- 2010: valores médios da temperatura máxima, mínima e média do ar superiores ao valor médio (1971-2000) e por valores da quantidade de precipitação no Continente, superiores ao valor normal (1971-2000), sendo mesmo o ano mais chuvoso da década 2001-2010 (superando em quase 20% o valor da normal 1971-2000) (IM, 2011);
- 2011: valores de temperatura média anual elevados (sendo este ano um dos sete mais quentes dos últimos 80 anos) e em relação à temperatura máxima anual está entre os três mais quentes desde 1931. Em relação ao total de precipitação anual, verifica-se que foi inferior ao valor normal 1971-2000 (IPMA, 2012).

No que diz respeito à distribuição da ocorrência de eventos naturais por mês do ano apresenta-se a Figura 11 e a Tabela 8 com os respectivos comentários climatológicos que auxiliam a interpretação dos resultados obtidos.

O ano de 2009 caracterizou-se, entre outros aspectos, por uma Primavera quente e seca, todo o país esteve numa situação de seca entre Março e Outubro, o Verão foi o 2º desde 1931 com temperaturas média e máxima mais elevadas. Neste ano os meses com maior número de dias com evento natural em 2009 foram os de Março, Maio e Junho.

Já em 2010 a Primavera e Inverno foram chuvosos, o Verão foi quente e seco. Os meses com maior número de ocorrência de eventos naturais, neste ano, foram mais tardios, sendo os de Junho, Julho, Agosto e Setembro.

Em 2011 o mês com maior número de dias de evento natural foi o de Agosto, com 20 dias sob a influência deste fenómeno. Neste mês, os valores médios de temperatura do ar (máxima, média e mínima) para o Continente estiveram próximos dos valores normais e o valor médio da quantidade de precipitação no Continente foi superior ao normal. Os meses de Abril, Maio, Junho, Setembro e Outubro, que foram os que mais contribuíram para o ano de 2011 ser um dos mais quentes em relação à temperatura máxima, foram também os que se diferenciaram com elevados dias de ocorrência de evento natural (excepto o caso do mês de Junho). Os meses de Abril e Maio destacaram-se na medida em que tiveram anomalias positivas de temperatura média, máxima e mínima, e neles ocorreram três ondas de calor, sendo também meses com muitos dias de evento natural (destacando-se, não só, em relação a outros meses deste ano, mas também em relação a anos anteriores).

**Tabela 8. Resumo dos boletins climatológicos anuais de 2009 a 2011**

Ano	Temperatura	Precipitação
2009	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Neve em <b>Janeiro</b> em cotas baixas</li> <li>• <b>Março</b> e <b>Maio</b> muito quentes e secos</li> <li>• 2 Ondas de calor na <b>Primavera</b></li> <li>• 3 Ondas de calor no <b>Verão</b></li> <li>• <b>Verão</b> quente afectando mais as zonas do Norte e Centro Interior</li> <li>• <b>Outono</b> quente com 2 ondas de calor</li> <li>• 6º <b>Outono</b> mais quente em relação à normal 1971-2000</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quantidade de precipitação: valores ligeiramente inferiores ao da normal 1971-2000</li> <li>• Ano normal a seco em quase todo o território, sendo o 3º ano consecutivo com valores inferiores ao valor médio</li> <li>• Entre <b>Março</b> e <b>Maio</b>: valor inferior à média</li> <li>• <b>Primavera</b> mais seca desde 1931</li> <li>• Seca entre <b>Março</b> e <b>Outubro</b> em todo o país</li> <li>• Apenas em <b>Janeiro</b>, <b>Junho</b>, <b>Novembro</b> e <b>Dezembro</b> os valores de precipitação foram superiores aos médios</li> <li>• <b>Dezembro</b> com tempo severo, com 60% de precipitação acima do valor médio</li> </ul>

Ano	Temperatura	Precipitação
2010	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Março</b> mais frio dos últimos 24 anos</li> <li>• <b>Abril</b> mais quente dos últimos 13 anos (para a temperatura máxima)</li> <li>• 1 Onda de calor em <b>Maio</b></li> <li>• 17ª <b>Primavera</b> consecutiva com valor da temperatura média do ar acima da normal</li> <li>• 3 Ondas de calor: 2 em <b>Julho</b>, 1 em <b>Agosto</b></li> <li>• <b>Julho</b>: valor mais alto da temperatura máxima mensal desde 1931</li> <li>• <b>Agosto</b>: 2º valor mais alto da temperatura máxima mensal desde 1931</li> <li>• 2º <b>Verão</b> com a temperatura máxima e média do ar mais elevada desde 1931</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Precipitação intensa em <b>Fevereiro</b> no Continente: Fevereiro mais chuvoso dos últimos 24 anos</li> <li>• 3º <b>Março</b> mais chuvoso dos últimos 30 anos</li> <li>• <b>Primavera</b> mais chuvosa dos últimos 51 anos em Lisboa</li> <li>• <b>Verão</b>: Influência de massas de ar quente associadas a circulações do quadrante Leste, meses mais secos dos últimos 20 anos</li> <li>• Precipitação diária muito elevada em <b>Fevereiro</b> no Funchal</li> <li>• <b>Julho</b> mais seco dos últimos 24 anos</li> <li>• <b>Agosto</b> mais seco dos últimos 23 anos</li> <li>• <b>Outubro</b>: precipitação acima da média</li> </ul>
2011	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Meses que mais contribuíram para o ano de 2011 ser um dos mais quentes em relação à temperatura máxima: <b>Abril, Maio, Junho, Setembro e Outubro</b></li> <li>• Temperaturas mínimas muito acima do valor normal: em <b>Abril</b> e em <b>Maio</b></li> <li>• 5 Ondas de calor nos meses com maiores anomalias positivas da temperatura máxima: 1 em <b>Abril</b>, 2 em <b>Maio</b> e 2 em <b>Outubro</b></li> <li>• Nos Arquipélagos da Madeira e dos Açores os valores médios da temperatura do ar foram superiores aos do período 1971-2000</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Novembro</b>: total mensal de precipitação superior ao normal</li> <li>• <b>Dezembro</b>: total mensal de precipitação muito inferior ao normal</li> <li>• Nos <b>restantes meses</b> do ano, os valores de precipitação estiveram próximos dos valores normais, com desvios de precipitação inferiores ou próximos de 20 mm</li> <li>• Total de precipitação anual no Arquipélago da Madeira: no Funchal os valores foram inferiores ao normal e em Porto Santo foram muito superiores (Primavera mais chuvosa desde 1941 em Porto Santo)</li> </ul>
Fonte: IM, 2010; IM, 2011; IPMA, 2012; FCT/UNL, 2010		



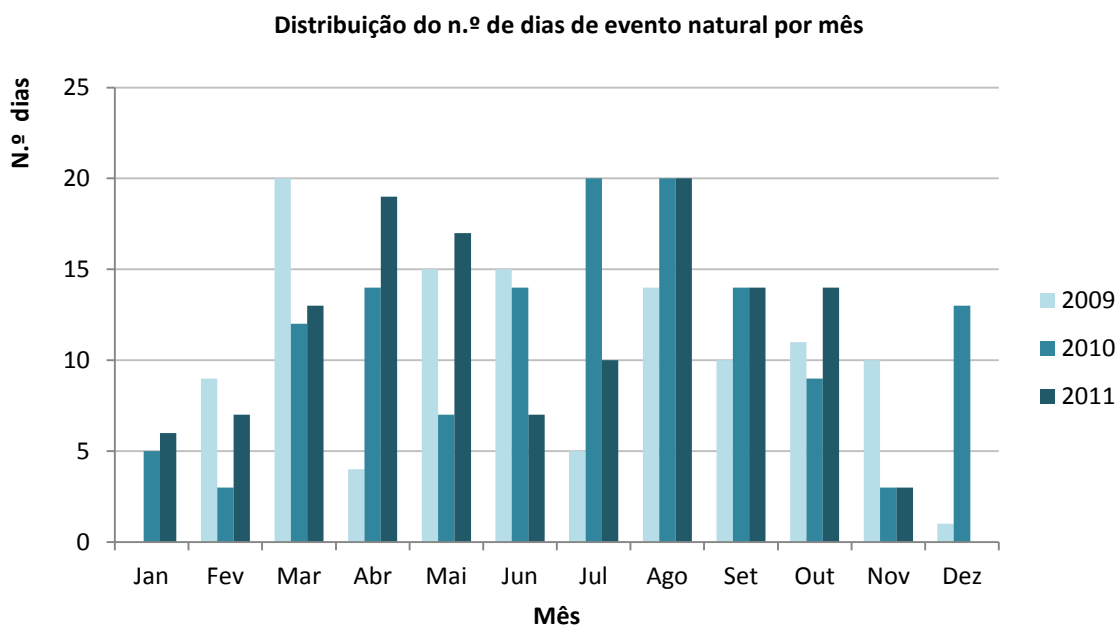


Figura 11. Evolução do número de dias com evento natural em Portugal por mês, entre 2009 e 2011

### 6.3 Ocorrência de eventos naturais por tipo de estação

Apresenta-se de seguida a caracterização da contribuição da fracção natural que foi identificada através da aplicação da metodologia descrita no presente relatório, para o ano 2011, por região e por tipo de estação quanto à fonte de influência dominante, nomeadamente, do tipo Tráfego, Industrial, Fundo Rural e restantes estações de Fundo (Urbano e Suburbano).

A Figura 12 representa o peso que a fracção natural tem, em média, por região e tipo de estação. 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.

Da Figura 13 à Figura 17 representa-se a contribuição devida a eventos naturais nas excedências ao valor-limite anual e diário de PM<sub>10</sub> por estação.

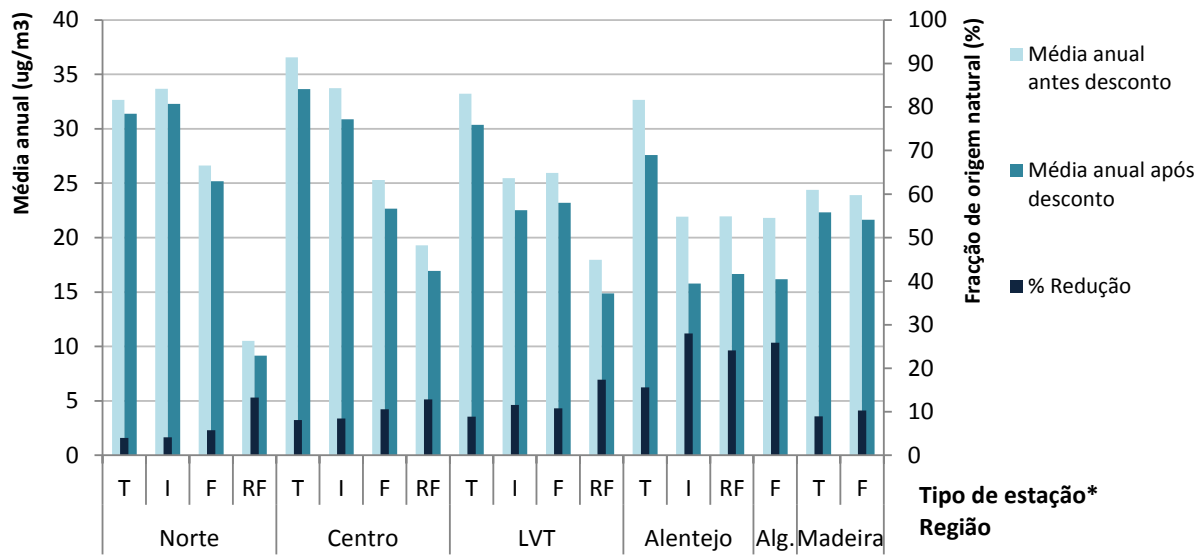
Verifica-se que em 2011 houve apenas quatro estações em excedência ao valor-limite anual. Dessas, a estação de Tráfego de Santa Cruz de Benfica passa a estar em cumprimento a este parâmetro legal, após ser descontada a contribuição devida ao transporte de poeiras com origem nos desertos Norte Africanos (Figura 13 e Figura 15).

Em relação ao número de estações em excedência ao valor-limite diário, houve uma estação de fundo da região Norte e uma de tráfego da região Centro que passaram a estar em cumprimento

após o desconto da contribuição de origem natural (Figura 14 e Figura 16). Verifica-se que em 2011 houve bastante menos excedências ao valor-limite diário do que no ano anterior (ano em que se destacou, em termos de excedências, a grande contribuição das aglomerações muito urbanizadas e as estações de tráfego). Ao contrário do ano anterior, em 2011 não ocorreram quaisquer excedências em estações rurais de fundo.

No que diz respeito à aplicação da metodologia de desconto da fracção devida a evento natural nas concentrações de  $PM_{10}$ , verifica-se que as maiores reduções nas excedências (seja VL diário seja anual) obtidas ocorrem, de um modo geral, nas estações de fundo rural seguidas das de fundo urbano/ suburbano e por fim pelas de tráfego (Figura 17). Verifica-se que as maiores reduções percentuais ocorrem nas regiões mais afectadas pelos fenómenos de eventos naturais, ou seja, das regiões mais a Sul de Portugal Continental para as regiões a Norte (Figura 17).

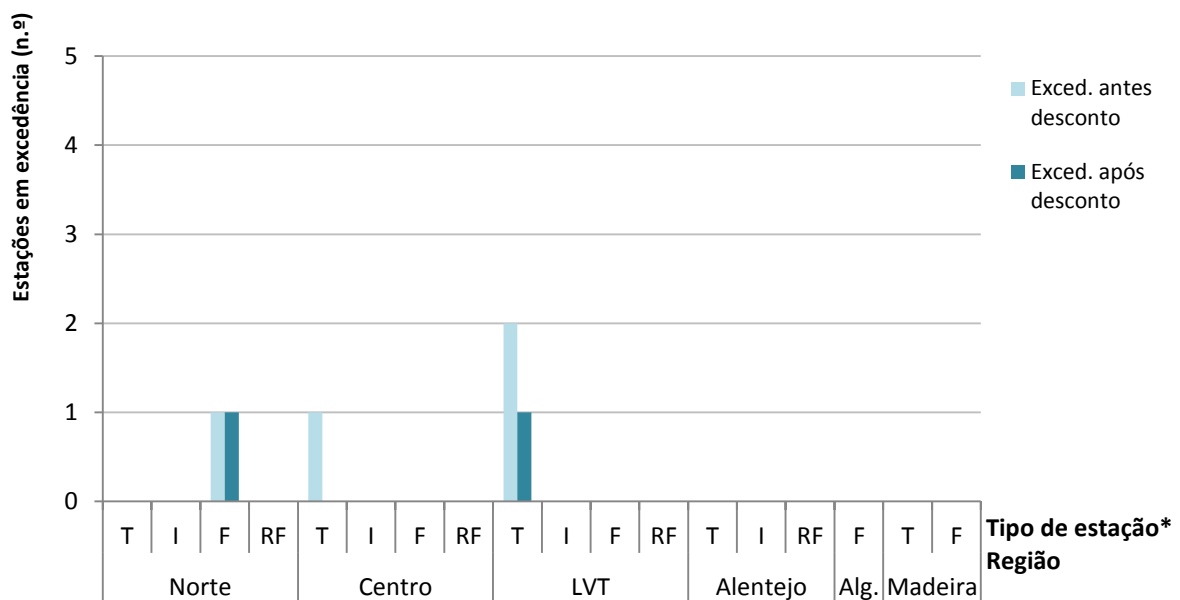
Média anual antes e após desconto devido a evento natural



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

Figura 12. Média anual de PM<sub>10</sub> antes e após o desconto da fracção devida a evento natural, por região e tipo de estação, em 2011

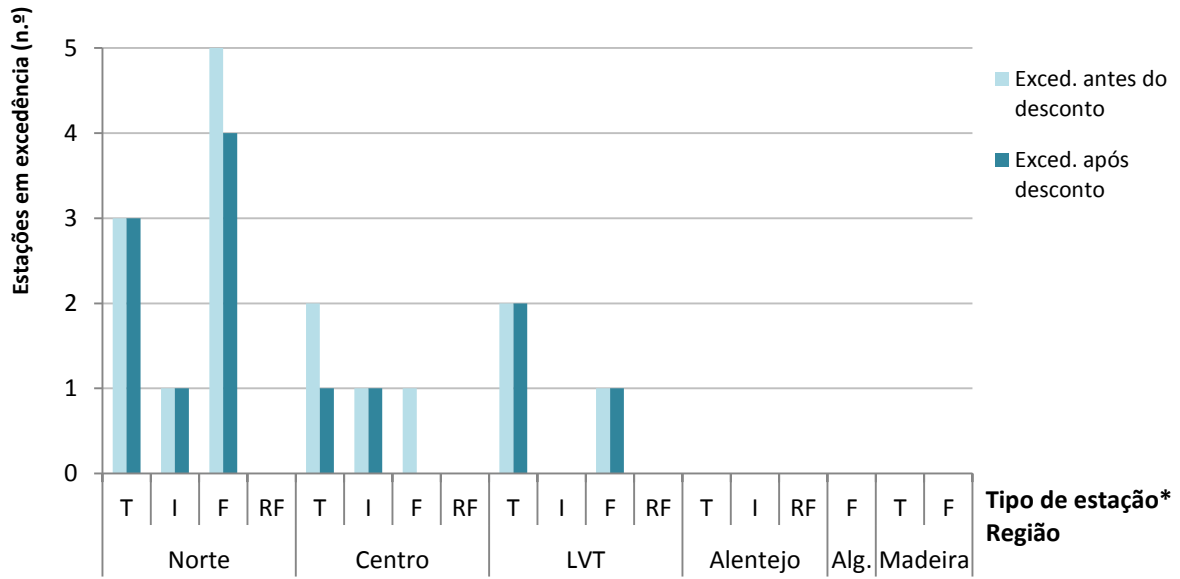
Excedências ao Valor-limite Anual antes e após desconto devido a evento natural



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

Figura 13. Contribuição da fracção devida à ocorrência de eventos naturais para o número de estações em excedência ao valor-limite anual de PM<sub>10</sub> por região e tipo de estação, em 2011

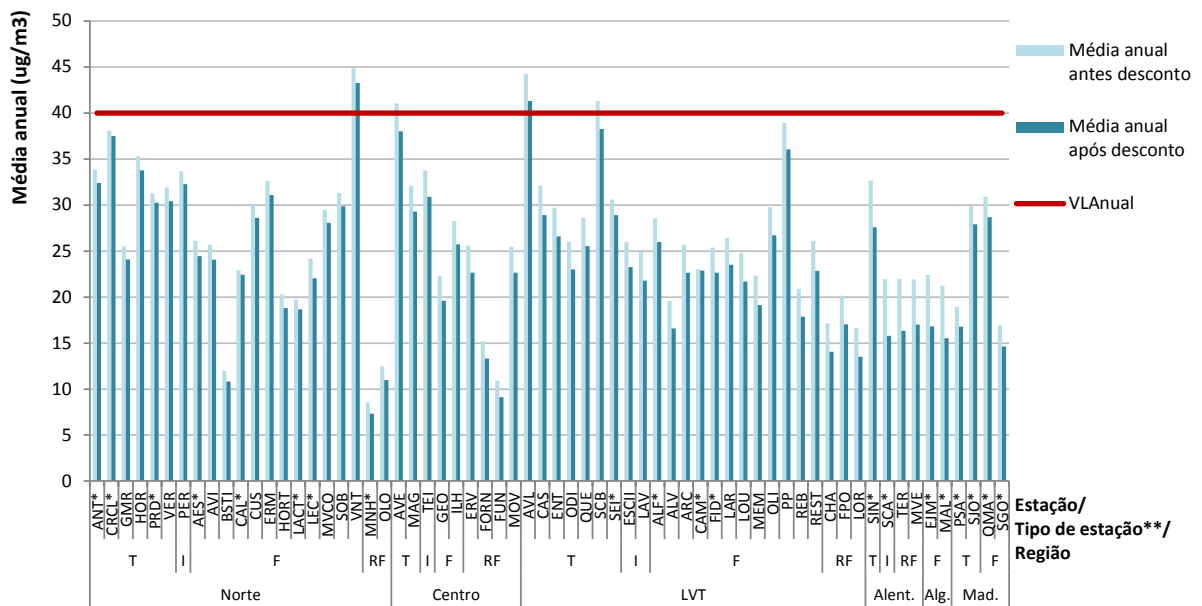
**Excedências ao Valor-limite Diário antes e após desconto devido a evento natural**



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

**Figura 14. Contribuição da fracção devida à ocorrência de eventos naturais para o número de estações em excedência ao valor-limite diário de PM<sub>10</sub> por região e tipo de estação, em 2011**

**Excedências ao Valor-limite Anual antes e após desconto devido a evento natural**



\* Eficiência <85% \*\* T-Tráfego, I-Industrial, F-Fundo, RF-Rural de Fundo

**Figura 15. Contribuição da fracção devida à ocorrência de eventos naturais para as excedência ao valor-limite anual de PM<sub>10</sub> por estação, em 2011**

Excedências ao Valor-limite Diário antes e após desconto devido a evento natural

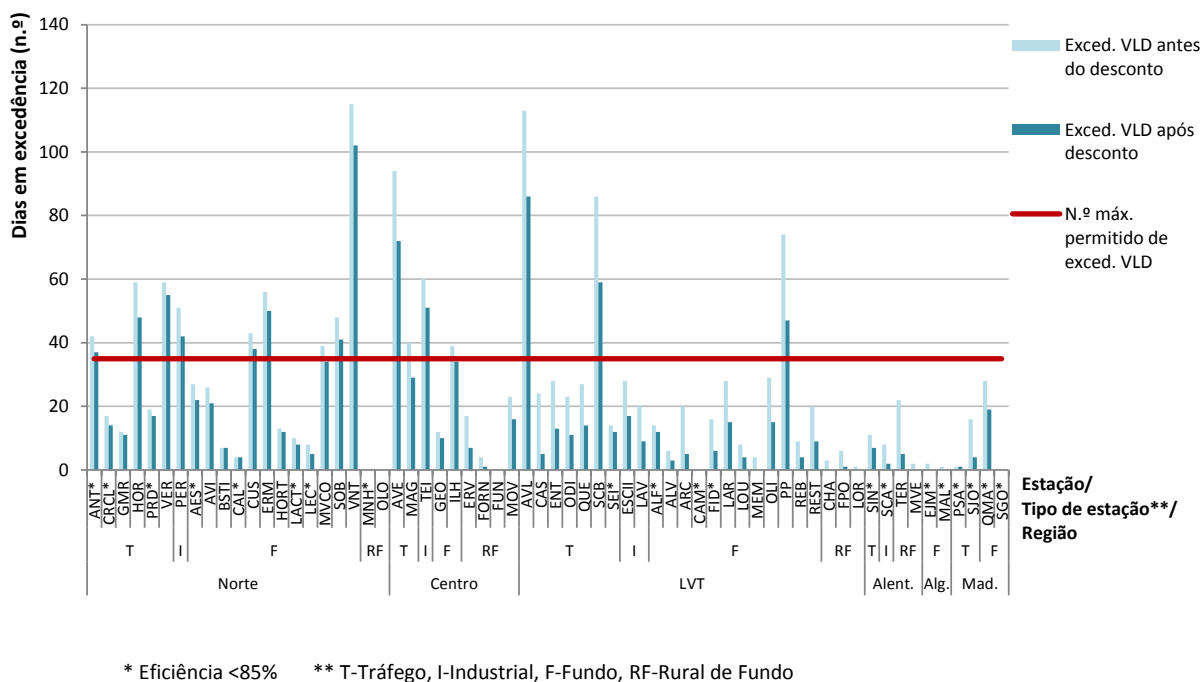


Figura 16. Contribuição da fracção devida à ocorrência de eventos naturais para as excedências ao valor-limite diário de PM<sub>10</sub> por estação, em 2011

Redução das excedências ao Valor-limite Anual (VLA) e Valor-limite Diário (VLD) após o desconto devido a evento natural

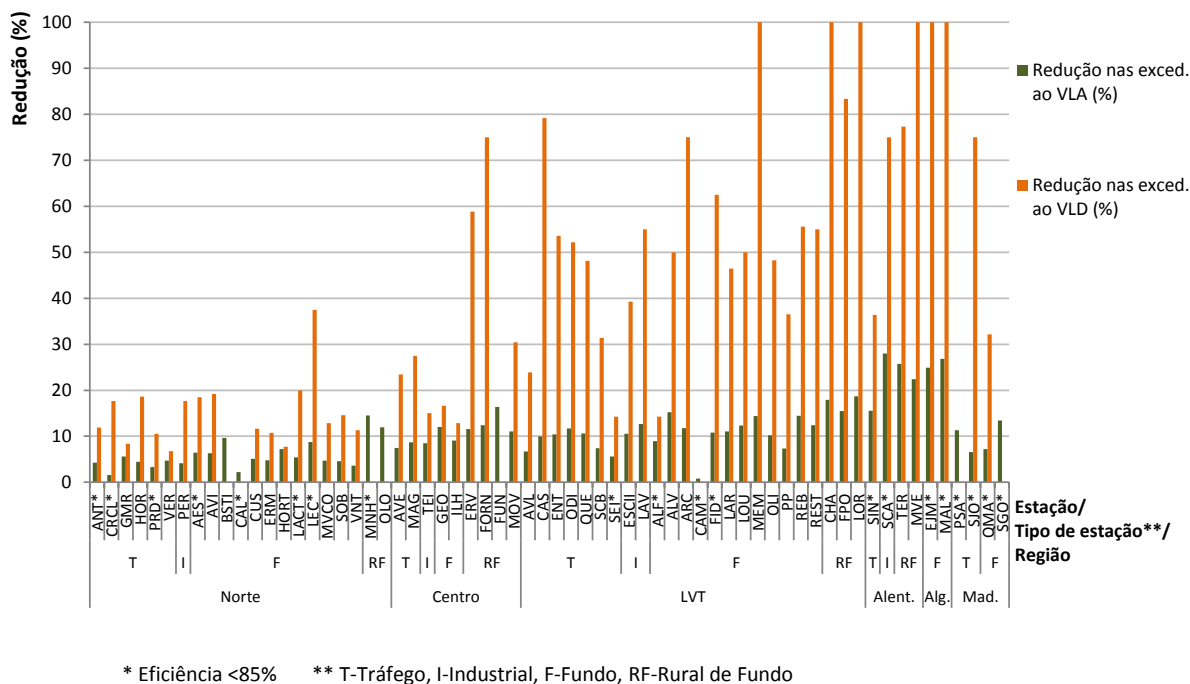


Figura 17. Percentagem de redução da média anual de PM<sub>10</sub> e do número de excedências ao valor-limite diário após remoção da contribuição de origem natural por estação, em 2011

## 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 efectuar a identificação e a avaliação da contribuição destes fenómenos, designados por eventos naturais, nas concentrações de  $PM_{10}$ , em 2011, em Portugal.

Em termos dos dias de ocorrência de eventos naturais, em 2011, validaram-se 130 dias com intrusões africanas (36% do ano). No que diz respeito aos resultados obtidos entre os anos de 2009 e 2011, o número de dias com intrusões africanas tem sido mais elevado nas regiões a Sul de Portugal Continental, decrescendo para as regiões mais a Norte. O Arquipélago da Madeira, apesar da proximidade ao Norte de África, é consistentemente a região com menor número de dias com evento natural devido aos padrões de circulação atmosférica.

Os meses com maior número de dias com evento natural, no ano de 2011, foram os de Abril, Maio e Agosto, estando de acordo com a maior prevalência de ocorrência de eventos naturais nos períodos de Primavera e Verão.

Na avaliação de eventos naturais, nomeadamente aquando do cálculo da contribuição da fracção natural, as concentrações de  $PM_{10}$  medidas nas estações rurais de fundo são essenciais (para determinar os descontos a aplicar às restantes estações), sendo desejável obter a série de dados anual o mais completa possível, o que nem sempre ocorre. Todas as estações das regiões do Algarve e do Arquipélago da Madeira tiveram em 2011 eficiências abaixo dos 85% (valor mínimo exigido na legislação para efectuar a análise de dados anuais).

Comparando os resultados das 64 estações de monitorização da qualidade do ar analisadas, com os parâmetros legislados referentes a  $PM_{10}$ , verificou-se que:

- 16 estações registaram uma situação de excedência ao valor-limite diário (ou seja, ultrapassaram-no mais de 35 dias no ano) e
- quatro estações superaram o valor-limite anual (ou seja, ultrapassaram a média anual de  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Após a aplicação da metodologia de desconto da contribuição de eventos naturais, verificou-se que:

- permaneceram 13 estações em excedência ao valor-limite diário; sendo que para outras três estações é possível justificar que a excedência ao valor-limite diário tem uma causa natural: Mindelo – Vila do Conde, Ílhavo e Coimbra/ Avenida Fernão Magalhães;
- permaneceram em excedência ao valor-limite anual duas estações, nomeadamente, Vila Nova da Telha e Avenida da Liberdade, sendo que para as outras duas é possível justificar que a excedência ao valor-limite diário tem uma causa natural.

A análise da conformidade legal, face às situações de ultrapassagem aos valores-limite diário e anual de PM<sub>10</sub>, por zona e aglomeração, assume particular relevância, uma vez que, se estabeleceu na legislação nacional e europeia que, caso uma determinada zona de um dado Estado-Membro esteja em excedência, e esta seja unicamente imputável a fontes naturais, esta não é considerada para efeitos de cumprimento dos valores-limite fixados.

Relativamente à situação de inconformidade legal em 2011 face ao valor-limite diário ou anual de PM<sub>10</sub>, foram identificadas numa primeira etapa as seguintes zonas e estações (representando um maior número de zonas em situação de inconformidade do que no ano anterior):

- Porto Litoral (estações de Custóias, Ermesinde, Senhora da Hora, Mindelo-Vila do Conde, Perafita, Sobreiras, Vermoim e Vila Nova da Telha),
- Coimbra (estação de Coimbra/ Av. Fernão Magalhães),
- Aveiro/ Ílhavo (estações de Aveiro e Ílhavo),
- Zona de Influência de Estarreja (estação de Estarreja/ Teixugueira),
- AML Norte (estações de Santa Cruz de Benfica e Av. da Liberdade),
- AML Sul (Paio Pires).

Com a aplicação da metodologia de desconto da fracção devida a eventos naturais, passa a cumprir ambos os valores-limite a aglomeração de Coimbra, representada pela estação de Coimbra/ Av. Fernão Magalhães, podendo-se justificar que a causa de ultrapassagem dos limites legislados teve, em 2011, uma origem natural.

No que diz respeito à aplicação da metodologia de desconto da fracção devida a evento natural nas concentrações de PM<sub>10</sub>, verifica-se que as maiores reduções nas excedências (quer ao valor-limite diário quer ao anual) obtidas ocorrem, nas estações de fundo rural seguidas das de fundo urbano/ suburbano e por fim pelas de tráfego. Verifica-se que as maiores reduções percentuais ocorrem nas regiões mais afectadas pelos fenómenos de eventos naturais, ou seja, das regiões mais a Sul de Portugal Continental para as regiões a Norte.

## 8. Referências bibliográficas

CE – Comissão Europeia, (2008). *Directiva 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., (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>.

Hodzic, A., Madronich, S., Bohn, B., Massie, S., Menut, L., Wiedinmyer, C., (2007). *Wildfire particulate matter in Europe during summer 2003: mesoscale modeling of smoke emissions, transport and radiative effects*. Atmos. Chem. Phys. Discuss. 7: 4705-4760.

IM - Instituto de Meteorologia, I.P., (2010). *Boletim Climatológico Anual - Ano 2009*.

IM - Instituto de Meteorologia, I.P., (2011). *Boletim Climatológico Anual - Ano 2010*.

IPMA - Instituto Português do Mar e da Atmosfera, (2012). *Boletim Climatológico Anual - Ano 2011*.

FCT/UNL – Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, (2010). Boletins de previsão da qualidade do ar. [online]: [www.prevqualar.org](http://www.prevqualar.org).

QUALAR, (2013). [online]: <http://www.qualar.org/>.



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

Querol, X., Alastuey, A., Pey, J., Escudero, M., Castillo, S., Gonzalez Ortiz, A., Pallarés, M., Jiménez, S., Cristóbal, A., Ferreira, F., Marques, F., Monjardino, J., Cuevas, E., Alonso, S., Artíñano, B., Salvador, P., de la Rosa, J., (2009). *Methodology for the identification of natural episodes in PM<sub>10</sub> and PM<sub>2.5</sub>, and justification with regards to the exceedances of the PM<sub>10</sub> daily limit value*. Instituto de Diagnóstico Ambiental Y Estudios del Agua – CSIC - Ministerio de Ciencia e Innovación, Universidad Nova de Lisboa, AEMet-Izaña, CIEMAT, Universidad de Huelva. IDEA/CSIC, Barcelona, Spain.

Rodriguez, S., Quérol, X., Alastuey, A., Kallos, G., Kakaliagou, O., (2000). *Saharan dust contributions to PM<sub>10</sub> and TSP levels in Southern and Eastern Spain*. Atmospheric Environment, 35. 2433-2447.

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