



Identificação e Avaliação de Eventos Naturais no ano de 2012 em Portugal

Relatório Anual

Outubro 2013

Título	Identificação e avaliação de eventos naturais no ano de 2012 em Portugal – Relatório Anual
Data	Outubro 2013
APA	Agência Portuguesa do Ambiente
F-FCT/UNL	Fundação da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa
Equipa	Trabalho elaborado por F-FCT/UNL para APA: Francisco Ferreira (Coordenação F-FCT/UNL) Joana Monjardino (Equipa técnica F-FCT/UNL) Luísa Mendes (Equipa técnica F-FCT/UNL) Dília Jardim (Coordenação APA) Cláudia Martins (Equipa técnica APA)

Índice

1. Introdução	8
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>
2. Enquadramento legislativo	12
3. Metodologia.....	15
4. Identificação dos dias de eventos naturais com origem na intrusão de ar proveniente do Norte de África em 2012.....	23
5. Influência dos eventos naturais nas excedências aos valores-limite de PM₁₀ em 2012	28
5.1 <i>Influência dos eventos naturais nas excedências ao valor-limite diário de PM₁₀.....</i>	<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>32</i>
6. Análise da ocorrência de eventos naturais por região, tipo de estação, mês e ano	35
6.1 <i>Ocorrência de eventos naturais por região</i>	<i>35</i>
6.2 <i>Ocorrência de eventos naturais por mês.....</i>	<i>36</i>
6.3 <i>Ocorrência de eventos naturais por tipo de estação de monitorização.....</i>	<i>39</i>
7. Conclusões	45
8. Referências bibliográficas	47

Índice de Figuras

Figura 1. Secções de identificação da intrusão de ar na Península Ibérica e Arquipélagos	15
Figura 2. Regiões e estações rurais de fundo utilizadas para a quantificação da contribuição de eventos naturais no território de Portugal Continental em 2012	17
Figura 3. Representação esquemática da metodologia de desconto (Caso 1).....	20
Figura 4. Representação esquemática da metodologia de desconto (Caso 2).....	21
Figura 5. Exemplo dos elementos que contribuiram para a identificação de um dia de evento natural com influência sobre a região de Lisboa e Vale do Tejo (dia 12 de Maio de 2012 – em cima à esq.: modelo Dream, em cima à dir.: retrotrajectória Hysplit, em baixo: concentrações média diárias de PM ₁₀ em estações de fundo)	24
Figura 6. Distribuição do número de dias de evento natural, por região, em 2012	27
Figura 7. Distribuição do número de dias de evento natural, por região e mês, em 2012	27
Figura 8. 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 2012.....	33
Figura 9. 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 2012.....	34
Figura 10. Distribuição do número de dias de evento natural por região, entre 2009 e 2012	35
Figura 11. Evolução do número de dias com evento natural em Portugal por mês, entre 2009 e 2012.....	39
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 2012	41
Figura 13. Redução da média anual de PM ₁₀ após o desconto da fracção devida a evento natural, por região, tipo de estação e ano	41
Figura 13. 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 tipo de estação, em 2012	42
Figura 14. Contribuição da fracção devida à ocorrência de eventos naturais para as excedência ao valor-limite anual de PM ₁₀ por estação, em 2012.....	42
Figura 15. Contribuição da fracção devida à ocorrência de eventos naturais para as excedência ao valor-limite diário de PM ₁₀ por estação, em 2012.....	43
Figura 16. 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 2012	44

Índice de Tabelas

Tabela 1. Tipologias de eventos naturais (tipo, período de ocorrência, origem e condições meteorológicas).....	11
Tabela 2. Parâmetros relativos às PM ₁₀ definidos no Decreto-Lei n.º 102/2010	13
Tabela 3. Zonas Ibéricas seleccionadas para a identificação de ocorrência de eventos naturais..	16
Tabela 4. Identificação de episódios de intrusão de ar proveniente do Norte de África no ano de 2012 (datas de ocorrência).....	25
Tabela 5. Verificação da situação de excedência ao valor-limite diário de PM ₁₀ antes e após a aplicação da metodologia de desconto da contribuição devida a eventos naturais, em 2012	29
Tabela 6. Verificação da situação de excedência ao valor-limite anual de PM ₁₀ antes e depois da aplicação da metodologia de desconto da contribuição devida a eventos naturais, em 2012	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 2012.....	34
Tabela 8. Resumo dos boletins climatológicos anuais de 2009 a 2012.....	38

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 2012.

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. A Diretiva 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 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 os efeitos da referida Diretiva.

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 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

A Diretiva 1996/62/CE, de 27 de Setembro, relativa à avaliação e gestão do ar ambiente, também denominada Diretiva 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 Diretiva 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 Diretiva Quadro seguiram-se as designadas Directivas Filhas, que estabeleceram os valores normativos para cada poluente atmosférico legislado.

A primeira Diretiva Filha (Diretiva 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 NO₂, NO_x, SO₂, PM₁₀ 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 SO₂, PM₁₀ 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 objetivo 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 PM₁₀, encontram-se indicados na Tabela 2.

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

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

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

No âmbito do reporte 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 PM₁₀, importando por isso identificar a contribuição devida a fontes de emissão naturais.

Em Maio de 2008 foi publicada 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. Esta Diretiva foi transposta para o direito nacional, juntamente com a 4ª Diretiva 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 Diretiva 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_{2,5} (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 PM₁₀) ou até cinco anos (no caso do NO₂ e benzeno) para cumprimento dos valores limite, com base em determinadas condições e como resultado da avaliação efetuada pela Comissão Europeia.

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 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.

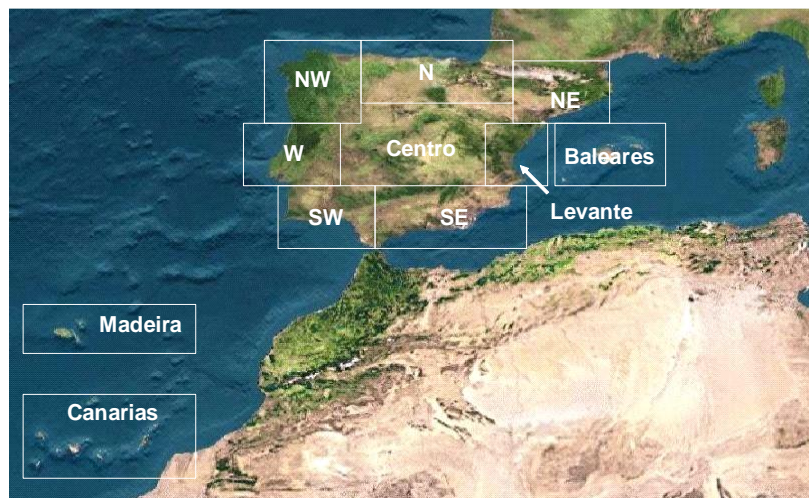


Figura 1. Secções de identificação da intrusão de ar na Península Ibérica e Arquipélagos

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) (com exceção da região da Madeira, cujas estações de monitorização da qualidade do ar, em 2012, 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 2012, as indicadas na Figura 2.

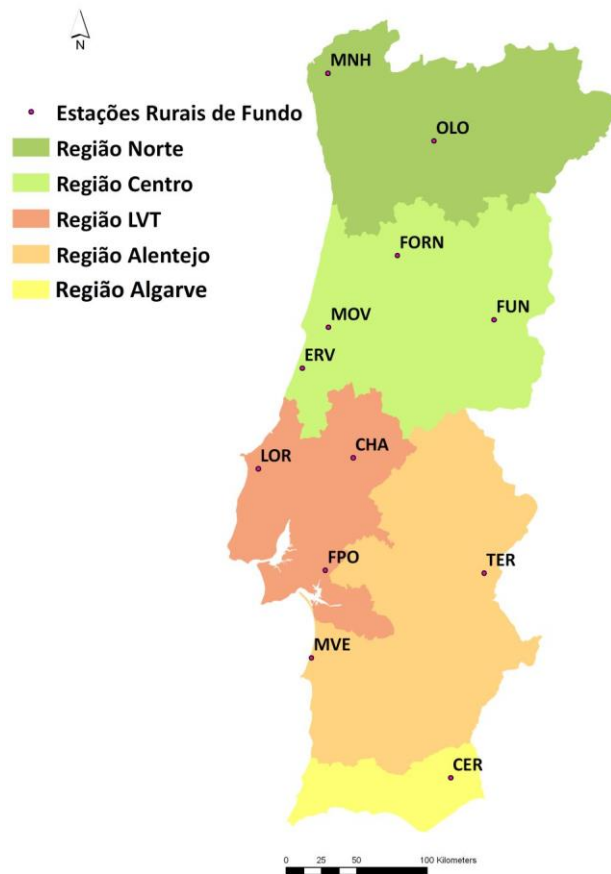


Figura 2. Regiões e estações rurais de fundo utilizadas para a quantificação da contribuição de eventos naturais no território de Portugal Continental em 2012

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 LVT), Terena (região Alentejo), Cerro (região Algarve);
 - no caso do Arquipélago dos Açores: a estação do Faial apresentou concentrações de PM₁₀ muito reduzidas e não ocorreram quaisquer excedências aos valores-limite de PM₁₀. Assim, a avaliação de eventos naturais não foi efetuada;
 - no caso do Arquipélago da Madeira: em 2012 nenhuma estação desta região efetuou medições de PM₁₀, pelo que não pôde ser incluída no estudo;
- Seguem-se os cálculos da contribuição da fração natural. Para cada dia identificado de evento natural, em cada estação regional de fundo selecionada como representativa, determina-se o percentil 40 dos 30 dias centrados nesse dia de evento (sendo o dia de evento o 15.º e não se incluindo o valor registado neste dia no cálculo do percentil) – o percentil 40¹ está correlacionado com dias associados a advecção atlântica representando a fração de ar limpo;
- A diferença entre o valor de PM₁₀ registado no dia de evento e o percentil 40 desse dia corresponde à contribuição de PM₁₀ de origem natural;
- A contribuição calculada a partir da estação de rural de fundo representativa de cada secção é posteriormente subtraída às concentrações médias diárias de todas as estações de cada região;
- Se uma dada estação estiver em excedência e, após a subtração do evento natural, a concentração se tornar inferior ao valor-limite diário, então considera-se que essa excedência foi causada pela intrusão de ar africano. Igualmente, para uma determinada estação em excedência ao valor-limite anual, a que se lhe apliquem os descontos diários devidos a eventos naturais, e esta ficar abaixo do valor-limite, também essa excedência anual se considera como devida a fontes de emissão naturais.

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

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

Caso 1:

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

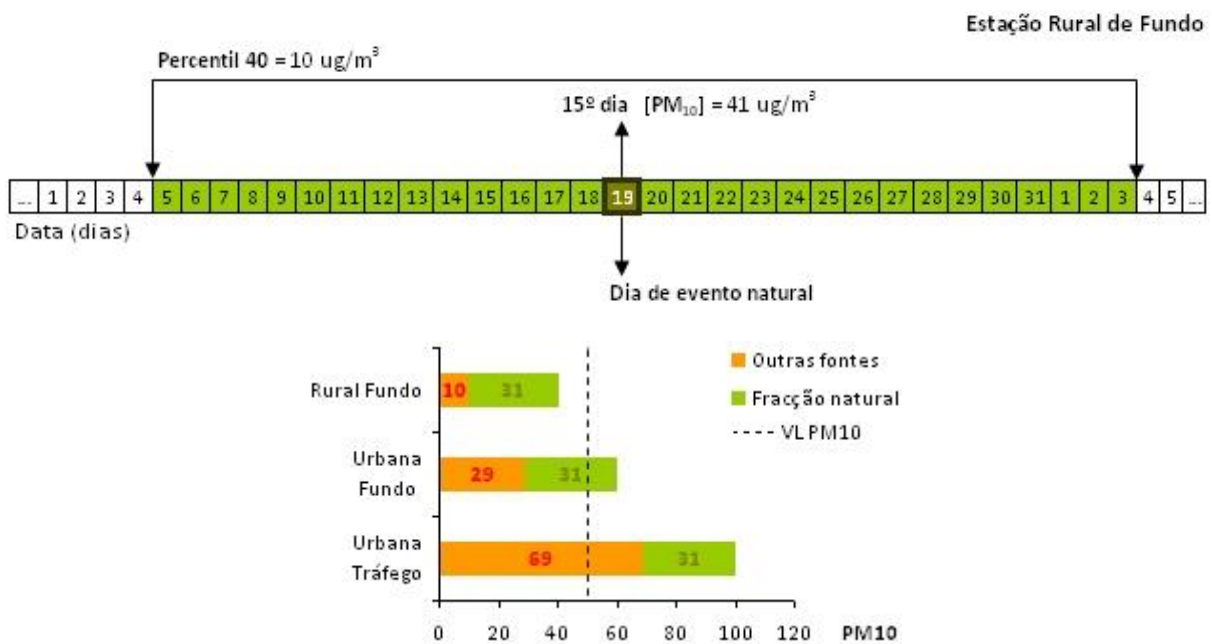


Figura 3. Representação esquemática da metodologia de desconto (Caso 1)

Caso 2:

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



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

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

Casos especiais:

- **Falta de dados:** em determinado dia de episódio a estação rural de fundo pode apresentar uma falha no fornecimento de dados. Neste caso a contribuição de partículas do episódio é dada pela estação rural de fundo (da mesma região) mais próxima.
- **Contribuição nula:** em determinados episódios, o desconto da contribuição poderá ser nulo. Esta situação reflete um episódio com um transporte de partículas muito fraco.
- **Contribuição negativa:** nas situações em que o fenómeno é mais intenso na estação rural de fundo, a contribuição estimada pode dar origem a valores negativos após a aplicação do desconto em algumas estações da mesma região. Nestes casos seleciona-se uma das seguintes opções (pela seguinte ordem):
 1. substitui-se o valor estimado do desconto pela média dos descontos entre a estação rural de referência e a estação rural de fundo mais próxima;
 2. se o valor descontado continuar negativo, substitui-se pelo desconto determinado através da estação rural de fundo mais próxima;
 3. caso o valor continue negativo, então substitui-se o valor da estação onde ocorre este caso pelo percentil 40 da própria estação (removendo os dias de evento).
- **Intensidade do evento:** em determinados eventos, a massa de ar africano carregada de partículas apresenta uma concentração mais elevada a maiores altitudes. A estação rural de fundo pode registar valores muito superiores relativamente às outras estações se estiver localizada a uma

altitude superior. Consequentemente, ao aplicar o desconto às várias estações podem obter-se valores negativos, tratando-se da situação exposta anteriormente. Da mesma forma, o episódio poderá ser mais intenso junto da superfície, e a estação rural de fundo, localizada a um nível mais elevado, registar concentrações menores. Também pode ocorrer um desfasamento entre a intensidade do evento registado numa estação rural de fundo e nas restantes estações de uma dada região. Este problema decorre da limitação da representatividade espacial das estações de referência e das restantes estações.

- **Efeito de persistência:** na identificação dos dias com ocorrência de evento natural inclui-se a possibilidade do prolongamento da intrusão por efeito de persistência do evento, caso as condições meteorológicas não favoreçam a dispersão. Pode-se considerar até dois dias o tempo de residência das partículas com origem no evento, após este ter terminado.

Relativamente aos casos especiais anteriormente mencionados, nomeadamente no que diz respeito à intensidade do evento, a região Centro configura-se como um exemplo. Com efeito, esta região com uma orografia determinante (principalmente marcada pela Cordilheira Central juntamente com os maciços das Serras de Caramulo e Montemuro), que tem influência na dispersão dos poluentes, ocorre por vezes um desfasamento entre a intensidade do evento registado nas zonas Centro Litoral e Centro Interior. Por esse motivo, em 2010 testou-se uma nova opção metodológica, que se replica em 2012, tendo sido seleccionadas duas estações rurais de fundo representativas: a do Fundão para a zona Centro Interior e a de Ervedeira para a zona Centro Litoral (em vez de se considerar apenas a do Fundão para avaliar toda a região Centro).

4. Identificação dos dias de eventos naturais com origem na intrusão de ar proveniente do Norte de África em 2012

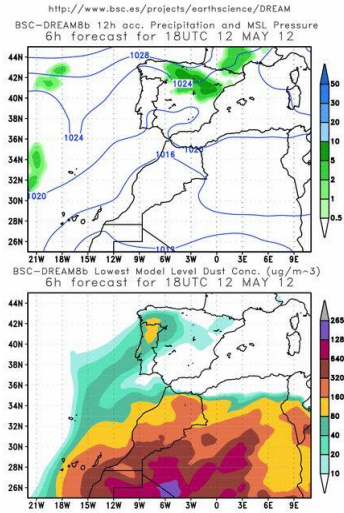
Os dias de intrusão de ar com origem no Norte de África para o ano de 2012 estão agrupados na Tabela 4, para as várias secções da Península Ibérica correspondentes ao território de Portugal (a designação das secções indicadas provêm do trabalho conjunto entre as equipas portuguesa e espanhola). Estes dias resultam da análise efetuada recorrendo à informação dada por modelos (BSC Dream e Hysplit, nas estações rurais de fundo representativas de cada região) e pelas concentrações medidas nas próprias estações de qualidade do ar, tal como descrito no capítulo relativo à Metodologia. A Figura 5 exemplifica a identificação de um dia de evento natural com influência na região de Lisboa e Vale do Tejo. Em 2012 identificaram-se, no total, 88 dias de intrusões africanas sobre o território de Portugal.

IBERIAN PENINSULA, BALEARIC ISLANDS AND CANARY ISLANDS

[Dust load & cloudiness](#) |
 [Optical Depth & cloudiness](#) |
 [Deposition](#) |
 [Surface concentration](#)

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

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



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

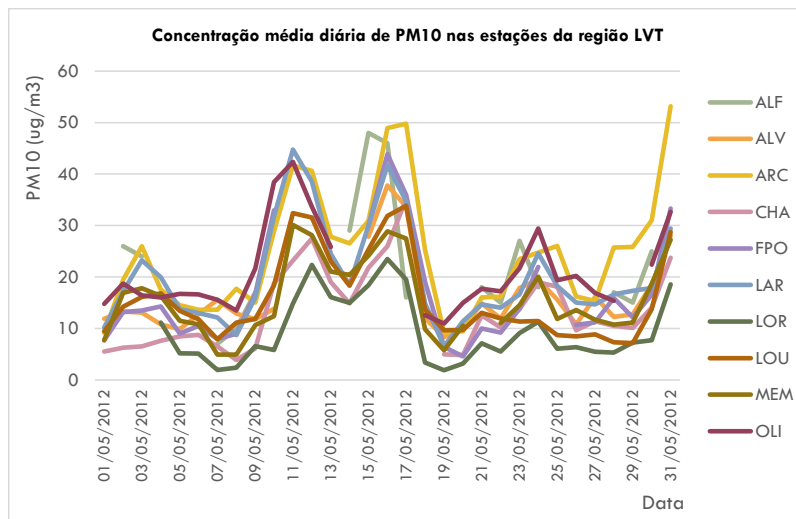
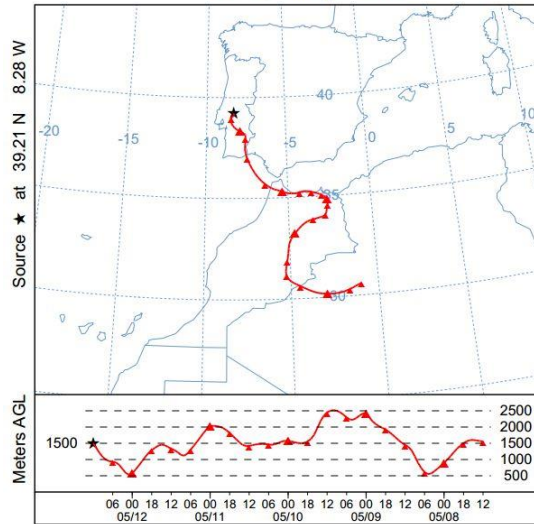


Figura 5. Exemplo dos elementos que contribuíram para a identificação de um dia de evento natural com influência sobre a região de Lisboa e Vale do Tejo (dia 12 de Maio de 2012 – em cima à esq.: modelo Dream, em cima à dir.: retrotrajetória Hysplit, em baixo: concentrações média diárias de PM₁₀ em estações de fundo)

Tabela 4. Identificação de episódios de intrusão de ar proveniente do Norte de África no ano de 2012 (datas de ocorrência)

Secções da Península Ibérica		Noroeste	Oeste		Sudoeste	
Secções de Portugal		Região Norte	Região Centro	Região LVT	Região Alentejo	Região Algarve
Mês	Data					
Janeiro	10/01/2012		x	x	x	x
	11/01/2012	x	x	x	x	x
	12/01/2012	x	x	x	x	x
	13/01/2012	x	x	x	x	
	14/01/2012	x	x	x		
Fevereiro	18/02/2012				x	x
	24/02/2012				x	x
	25/02/2012				x	x
	26/02/2012				x	x
	27/02/2012				x	x
	28/02/2012				x	x
	29/02/2012	x	x	x	x	x
Março	01/03/2012	x	x	x	x	x
	12/03/2012					x
	13/03/2012				x	x
	14/03/2012		x	x	x	x
	15/03/2012	x	x	x	x	x
	16/03/2012	x	x	x	x	
	17/03/2012		x	x	x	
	23/03/2012		x	x	x	x
	24/03/2012	x	x	x	x	x
	25/03/2012	x	x	x	x	x
	26/03/2012	x	x	x	x	x
	27/03/2012		x	x	x	x
	28/03/2012		x	x	x	x
29/03/2012			x	x	x	
Abril	09/04/2012				x	
Maio	10/05/2012	x	x	x	x	x
	11/05/2012	x	x	x	x	x
	12/05/2012	x	x	x	x	x
	13/05/2012	x	x	x	x	x
	14/05/2012	x	x	x	x	x
	15/05/2012	x	x	x	x	x
	16/05/2012	x	x	x	x	x
	17/05/2012	x	x	x	x	x
	31/05/2012	x	x	x	x	x
Junho	01/06/2012	x	x	x	x	x
	02/06/2012	x	x			x
	24/06/2012					x
	25/06/2012				x	x
	26/06/2012	x	x	x	x	x
	27/06/2012	x	x	x	x	x
	28/06/2012	x	x	x	x	x
Julho	16/07/2012				x	x
	17/07/2012			x	x	x
	18/07/2012			x	x	
	19/07/2012				x	
	24/07/2012				x	
	25/07/2012	x	x		x	x
	26/07/2012	x	x		x	x
	27/07/2012	x	x		x	
	28/07/2012	x	x		x	
Agosto	07/08/2012	x			x	x
	08/08/2012	x	x	x	x	x
	09/08/2012	x	x	x	x	x
	10/08/2012	x	x	x	x	x

Secções da Península Ibérica		Noroeste	Oeste		Sudoeste	
Secções de Portugal		Região Norte	Região Centro	Região LVT	Região Alentejo	Região Algarve
Mês	Data					
	11/08/2012	x	x	x	x	x
	17/08/2012	x			x	x
	18/08/2012				x	x
	19/08/2012				x	x
	20/08/2012				x	x
	21/08/2012				x	x
	22/08/2012				x	x
Setembro	03/09/2012			x		
	04/09/2012		x	x	x	
	05/09/2012	x	x	x	x	x
	06/09/2012	x	x	x	x	x
	07/09/2012	x	x	x	x	x
	08/09/2012	x	x	x	x	x
	09/09/2012	x	x	x	x	x
	10/09/2012	x	x	x	x	x
20/09/2012	x	x		x	x	
21/09/2012	x	x		x	x	
Outubro	04/10/2012		x			
	05/10/2012	x	x	x	x	x
	06/10/2012	x	x	x	x	
	07/10/2012	x	x	x	x	
	08/10/2012	x	x	x	x	x
09/10/2012	x			x	x	
Novembro	14/11/2012	x				
	15/11/2012	x	x	x		x
	16/11/2012				x	x
	24/11/2012				x	x
	25/11/2012				x	x
26/11/2012				x		
Dezembro	24/12/2012	x		x	x	x
	25/12/2012			x		
	26/12/2012			x		
N.º total de dias de evento natural		51	54	53	78	69

Relativamente aos eventos naturais identificados em 2012 o número de dias com intrusões africanas foi mais elevado nas regiões a Sul decrescendo para as regiões mais a Norte de Portugal Continental (Figura 6). Em anos anteriores essa diferença foi bastante mais acentuada e identificou-se um maior número de dias de ocorrência de evento natural (em 2011 obtiveram-se 130 dias de evento, face aos 88 do ano de 2012).

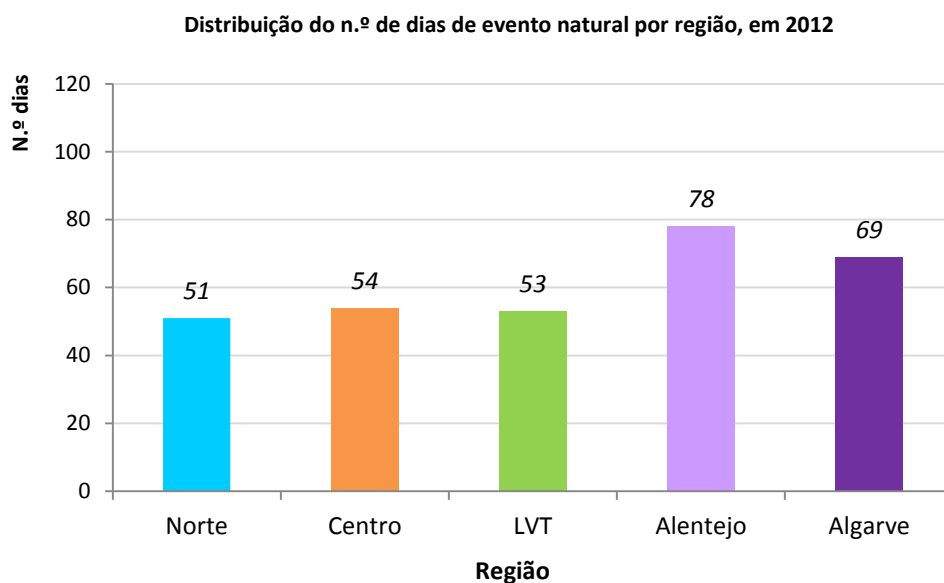


Figura 6. Distribuição do número de dias de evento natural, por região, em 2012

No que diz respeito à distribuição da ocorrência de eventos naturais por mês do ano apresenta-se a Figura 7. Verifica-se que os meses com maior número de dias com evento natural foram os de Março, Maio, Agosto e Setembro.

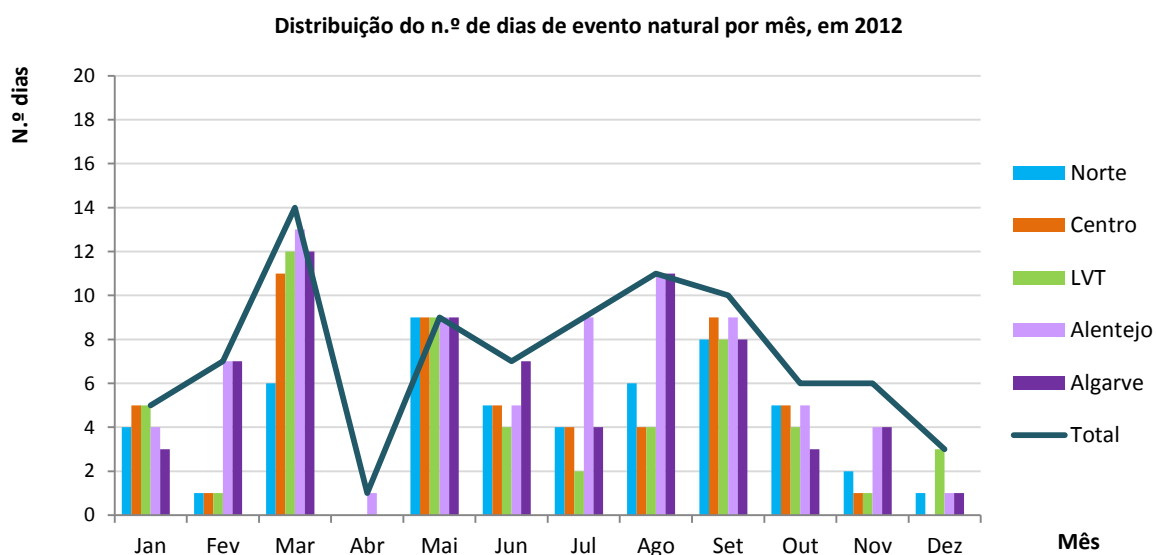


Figura 7. Distribuição do número de dias de evento natural, por região e mês, em 2012

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

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

Os resultados da aplicação da metodologia de desconto da contribuição devida a eventos naturais (de intrusão de ar proveniente de regiões áridas) para a concentração média diária de PM₁₀, em 2012, 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%, nas estações rurais de fundo de Minho–Lima (Norte), Lourinhã (LVT) e Cerro (Algarve). Obtiveram-se ainda eficiências abaixo dos 85% noutras 17 estações (que não do tipo rural de fundo). Em 2012 nenhuma estação da região da Madeira efetuou medições de PM₁₀. Na região do Algarve a estação rural de fundo representativa da região apresentou uma eficiência de 62%, sendo que para muitos dos dias de evento natural não se dispunham de dados de PM₁₀ desta estação. Nesses casos (de ausência de dados do Cerro em dias de evento natural) utilizou-se a estação rural de fundo de Terena (região do Alentejo), por ser a mais próxima e com melhor correlação com os dados das restantes estações algarvias.

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 na Tabela 5, nove registam uma situação de excedência ao valor-limite de PM₁₀ (com ultrapassagens em mais de 35 dias em 2012). Após a aplicação da metodologia de desconto da contribuição de eventos naturais, permanecem sete estações em excedência (durante mais de 35 dias no ano). Há assim duas estações para as quais é possível justificar que a inconformidade face ao valor-limite diário tem uma contribuição natural: João Gomes Laranjo–Senhora da Hora e Sobreiras–Lordelo do Ouro, ambas situadas na aglomeração do Porto Litoral.

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

Zona	Infl.	Amb.	Estação	Efic. (%)	Dias>VL (n.º)	Dias>VL após desconto EN	Redução nos Dias>VL (n.º)	Redução nos Dias>VL (%)
Norte								
Norte Litoral	F	R	Minho-Lima	78	0	0	0	0
Norte Interior	F	R	Douro Norte	91	0	0	0	0
Porto Litoral (a)	T	U	D. Manuel II-Vermoim	99	54	49	5	9
	T	U	Fran. Sá Carneiro-Campanhã	95	30	28	2	7
	T	U	João Gomes Laranjo-S.Hora	100	39	34	5	13
	I	S	Meco-Perafita	99	47	41	6	13
	F	S	Anta-Espinho	99	19	14	5	26
	F	S	Custóias-Matosinhos	93	16	12	4	25
	F	S	Leça do Balio-Matosinhos	81	24	20	4	17
	F	S	Mindelo-Vila do Conde	99	31	29	2	6
	F	S	VN Telha-Maia	91	46	39	7	15
	F	U	Avintes	94	26	21	5	19
	F	U	Ermesinde-Valongo	85	20	13	7	35
Braga (a)	T	U	Fr Bartolomeu Mártires-S.V.	92	17	14	3	18
	F	S	Frossos-Braga	95	13	13	0	0
Vale do Ave (a)	T	U	C. Dr. Manuel Faria-Azurém	78	10	7	3	30
	F	U	Burgães-Santo Tirso	97	2	1	1	50
Vale do Sousa (a)	T	U	Pe Moreira Neves-C. C.	84	7	7	0	0
	F	U	Paços de Ferreira	90	10	6	4	40
Centro								
Centro Litoral	F	R	Ervedeira	98	15	8	7	47
	F	R	Montemor-o-Velho	95	9	7	2	22
Centro Interior	F	R	Fornelo do Monte	96	3	1	2	67
	F	R	Fundão	99	6	2	4	67
Coimbra (a)	T	U	Coimbra/ Av. F. Magalhães	100	18	10	8	44
	F	U	Inst. Geofísico de Coimbra	99	7	2	5	71
Aveiro/Ílhavo (a)	T	U	Aveiro	100	63	52	11	17
	F	U	Ílhavo	99	50	41	9	18
Zona de Influência de Estarreja	I	S	Estarreja/Teixugueira	96	46	39	7	15
Lisboa e Vale do Tejo								
VTO	F	R	Chamusca	96	1	0	1	100
	F	R	Lourinhã	52	0	0	0	0
PSet/ASal	F	R	Fernando Pó	87	10	1	9	90
AML Norte (a)	T	U	Avenida da Liberdade	99	76	56	20	26
	T	U	Cascais-Mercado	94	10	3	7	70
	T	U	Entrecampos	93	14	5	9	64
	T	U	Odivelas-Ramada	12	3	1	2	67
	T	U	Santa Cruz de Benfica	15	21	21	0	0
	F	U	Alfragide/Amadora	45	11	6	5	45
	F	U	Alverca	96	0	0	0	0
	F	U	Loures-Centro	80	1	1	0	0
	F	U	Mem Martins	90	0	0	0	0
	F	U	Olivais	89	7	1	6	86
	F	U	Reboleira	12	1	0	1	100
AML Sul (a)	F	U	Restelo	28	9	4	5	56
	T	U	Alto Seixalinho	57	20	11	9	45
	I	S	Lavradio	9	0	0	0	0
	I	U	Escavadeira	89	11	6	5	45
	F	U	Fidalguinhos	15	5	4	1	20
Setúbal (a)	F	U	Laranjeiro	90	6	3	3	50
	T	U	Quebedo	30	11	7	4	36
	F	U	Arcos	89	5	1	4	80
Alentejo								
Alentejo Litoral	T	S	Sines	33	6	2	4	67
	I	U	Santiago do Cacém	95	4	1	3	75

Zona	Infl.	Amb.	Estação	Efic. (%)	Dias>VL (n.º)	Dias>VL após desconto EN	Redução nos Dias>VL (n.º)	Redução nos Dias>VL (%)
	F	R	Monte Velho	98	2	0	2	100
Alentejo Interior	F	R	Terena	100	10	0	10	100
Algarve								
Algarve	F	R	Cerro	62	3	0	3	100
Faro/Olhão (a)	F	U	Joaquim Magalhães	67	2	0	2	100
Albufeira/Loulé (a)	F	U	Malpique	97	2	0	2	100
Portimão/Lagoa (a)	T	U	David Neto	52	9	5	4	44
Legenda:								
Zona (a) – A zona é uma aglomeração; Infl. – Tipo de Influência (T-Tráfego, I-Industrial, F-Fundo); Amb. – Tipo de Ambiente Envoltante (U-Urbana, S-Suburbana, R-Rural); Efic. – Eficiência anual; Dias>VL – N.º de dias em excedência ao valor-limite diário de PM ₁₀ ; Dias>VL após desconto EN – N.º de dias em excedência ao valor-limite diário de PM ₁₀ após a aplicação do desconto devido a Evento Natural; Redução nos Dias>VL – N.º e % de redução de dias em excedência ao valor-limite de PM ₁₀ após o desconto devido a Eventos Naturais.								

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

A Tabela 6 apresenta os resultados da aplicação da metodologia de desconto da contribuição devida a eventos naturais (de intrusão de ar proveniente de regiões áridas) à concentração média anual de PM₁₀, em 2012.

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 2012 nenhuma estação da região da Madeira efetuou medições de PM₁₀. Na região do Algarve a estação rural de fundo representativa da região apresentou uma eficiência de 62%, sendo que para muitos dos dias de evento natural não se dispunham de dados de PM₁₀ desta estação. Nesses casos utilizou-se a estação rural de fundo de Terena (região do Alentejo), por ser a mais próxima e com melhor correlação com os dados das restantes estações algarvias.

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 2012, se registou uma única excedência ao valor-limite anual de PM₁₀ na estação de Santa Cruz de Benfica (situada na aglomeração da AML Norte), que se manteve acima do valor-limite após a aplicação da metodologia de desconto da contribuição de eventos naturais. No entanto esta situação não deve ser considerada uma vez que esta estação não foi representativa das concentrações médias anuais, pois teve uma eficiência anual de 15% (obtiveram-se dados válidos em apenas 55 dias no ano), considerando-se uma medição indicativa.

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 2012

Zona	Infl.	Amb.	Estação	Efic. (%)	Média anual (µg/m ³)	Média anual após desconto EN (µg/m ³)	Redução na média anual (µg/m ³)	Redução na média anual (%)
Norte								
Norte Litoral	F	R	Minho-Lima	78	9	8	1	10
Norte Interior	F	R	Douro Norte	91	13	11	1	8
Porto Litoral (a)	T	U	D. Manuel II-Vermoim	99	29	27	1	4
	T	U	Fran. Sá Carneiro-Campanhã	95	27	25	1	5
	T	U	João Gomes Laranjo-S.Hora	100	27	26	1	4
	I	S	Meco-Perafita	99	31	30	1	4
	F	S	Anta-Espinho	99	23	22	1	5
	F	S	Custóias-Matosinhos	93	20	19	1	6
	F	S	Leça do Balio-Matosinhos	81	26	24	1	5
	F	S	Mindelo-Vila do Conde	99	24	23	1	5
	F	S	VN Telha-Maia	91	33	32	1	3
	F	U	Avintes	94	23	22	1	5
Braga (a)	F	U	Ermesinde-Valongo	85	25	24	1	5
	F	U	Sobreiras-Lordelo do Ouro	81	27	26	1	4
Vale do Ave (a)	T	U	Fr Bartolomeu Mártires-S V.	92	22	21	1	5
	F	S	Frossos-Braga	95	20	18	1	7
Vale do Sousa (a)	T	U	C. Dr. Manuel Faria-Azurém	78	19	18	1	6
	F	U	Burgães-Santo Tirso	97	13	12	1	9
Zona de Influência de Estarreja	T	U	Pe Moreira Neves-C. C.	84	20	18	1	7
	F	U	Paços de Ferreira	90	23	21	1	5
Centro								
Centro Litoral	F	R	Ervedeira	98	22	19	3	12
	F	R	Montemor-o-Velho	95	20	18	2	12
Centro Interior	F	R	Fornelo do Monte	96	13	11	2	15
	F	R	Fundão	99	13	10	2	18
Coimbra (a)	T	U	Coimbra/ Av. F. Magalhães	100	27	24	2	9
	F	U	Inst. Geofísico de Coimbra	99	20	17	2	12
Aveiro/Ílhavo (a)	T	U	Aveiro	100	35	33	2	7
	F	U	Ílhavo	99	29	27	2	9
Lisboa e Vale do Tejo								
VTO	F	R	Chamusca	96	15	13	2	13
	F	R	Lourinhã	52	13	11	2	15
PSet/ASal	F	R	Fernando Pó	87	19	17	2	11
AML Norte (a)	T	U	Avenida da Liberdade	99	38	36	2	5
	T	U	Cascais-Mercado	94	28	25	2	8
	T	U	Entrecampos	93	25	23	2	8
	T	U	Odivelas-Ramada	12	26	25	1	6
	T	U	Santa Cruz de Benfica	15	48	47	1	2
	F	U	Alfragide/Amadora	45	24	22	2	10
	F	U	Alverca	96	19	17	2	10
	F	U	Loures-Centro	80	20	17	2	12
	F	U	Mem Martins	90	17	15	2	12
	F	U	Olivais	89	24	22	2	8
AML Sul (a)	F	U	Reboleira	12	26	25	1	6
	F	U	Restelo	28	30	28	2	6
	T	U	Alto Seixalinho	57	30	27	3	9
	I	S	Lavradio	9	23	23	0	0
	I	U	Escavadeira	89	21	19	2	11
Setúbal (a)	F	U	Fidalguinhos	15	31	29	2	5
	F	U	Laranjeiro	90	22	20	2	10
Setúbal (a)	T	U	Quebedo	30	32	30	2	7
	F	U	Arcos	89	23	21	2	9
Alentejo								
Alentejo Litoral	T	S	Sines	33	29	25	3	12
	I	U	Santiago do Cacém	95	21	17	4	17
	F	R	Monte Velho	98	20	17	3	16
Alentejo Interior	F	R	Terena	100	20	16	4	21
Algarve								

Zona	Infl.	Amb.	Estação	Efic. (%)	Média anual ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Média anual após desconto EN ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Redução na média anual ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Redução na média anual (%)
Algarve	F	R	Cerro	62	14	11	3	22
Faro/Olhão (a)	F	U	Joaquim Magalhães	67	19	16	3	18
Albufeira/Loulé (a)	F	U	Malpique	97	15	13	3	18
Portimão/Lagoa (a)	T	U	David Neto	52	29	26	3	10

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 PM₁₀; **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

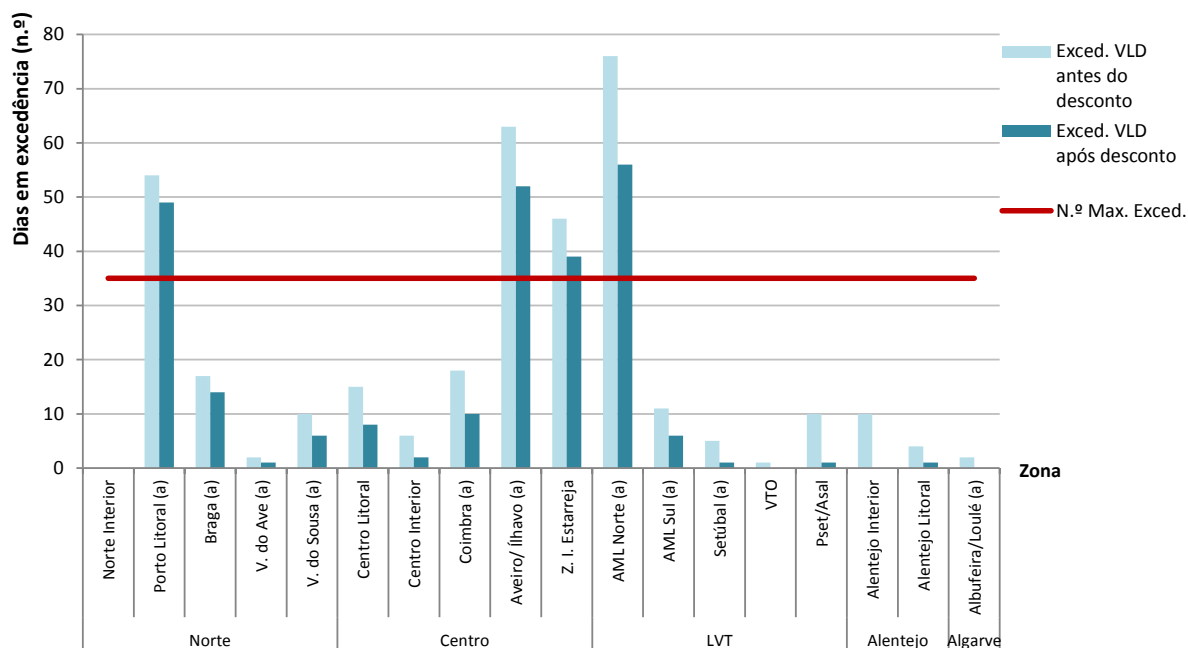
Para efetuar a análise de conformidade legal segundo as regras estabelecidas na Diretiva 2008/50/CE e Decreto-Lei nº 102/2010, só são consideradas as estações com uma eficiência anual mínima de 85%.

O número de ultrapassagens ao valor-limite diário de PM₁₀ (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) permitido, por ano, é de 35. Relativamente à situação de inconformidade legal face ao valor-limite diário de PM₁₀, foram identificadas numa primeira etapa as seguintes zonas e estações (Figura 8):

- Porto Litoral (estações de D. Manuel II-Vermoim, João Gomes Laranjo-Sra. da Hora, Meco-Perafita, Vila Nova da Telha-Maia);
- Aveiro/ Ílhavo (estações de Aveiro e Ílhavo);
- Zona de Influência de Estarreja (estação de Estarreja/ Teixugueira);
- AML Norte (estação de Avenida da Liberdade).

Com a aplicação da metodologia de desconto da fração devida a eventos naturais, apenas passam a cumprir o valor-limite diário de PM₁₀ duas estações da aglomeração do Porto Litoral, não representando nenhuma alteração à situação de conformidade das aglomerações do país anteriormente identificadas (Figura 8).

Conformidade face ao valor-limite diário antes e após desconto devido a evento natural



(a) A zona é uma aglomeração

Figura 8. Conformidade legal de zonas e aglomerações face ao valor-limite diário de PM₁₀, antes e após o desconto da fração devida a evento natural, em 2012

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 2012 não se registaram ultrapassagens a este parâmetro legal (Figura 9).

Conformidade face ao valor-limite anual antes e após desconto devido a evento natural

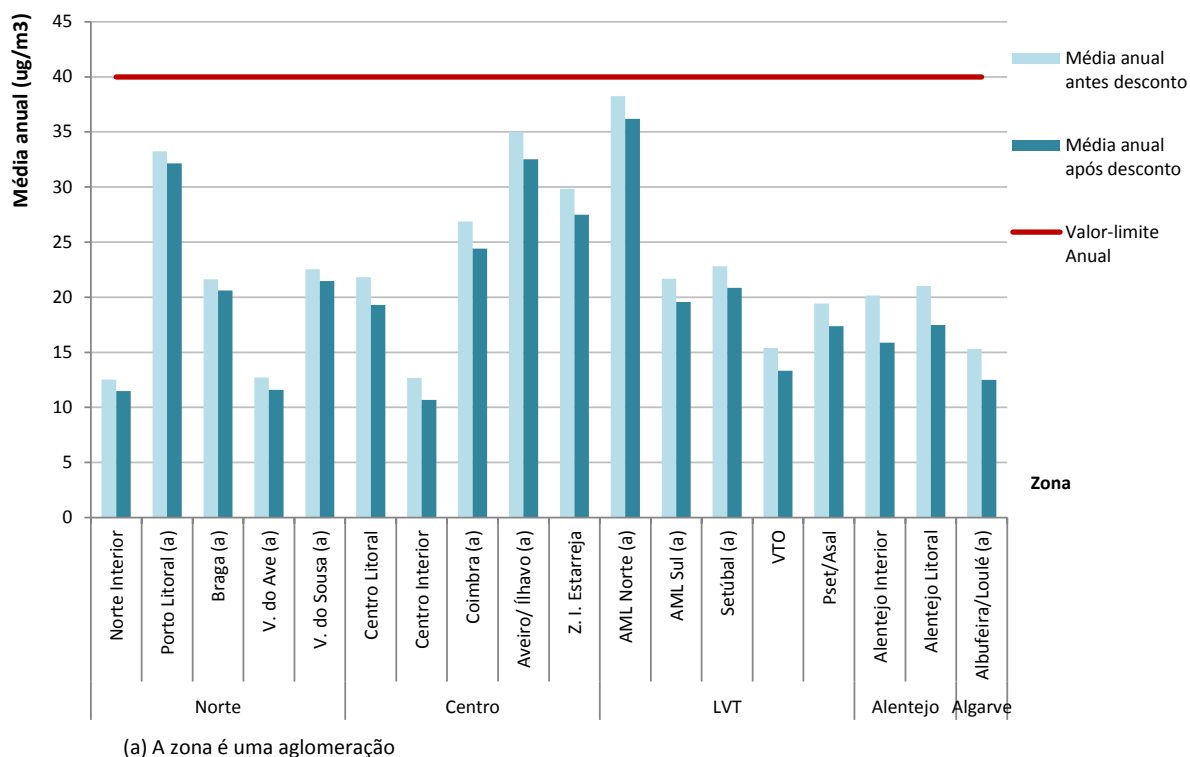


Figura 9. Conformidade legal de zonas e aglomerações face ao valor-limite anual de PM₁₀, antes e após o desconto da fração devida a evento natural, em 2012

Numa avaliação global, em termos de zonas para as quais se identificaram situações de ultrapassagem efetiva aos valores-limite de PM₁₀ legislados, em 2012, após a aplicação da metodologia de desconto de eventos naturais, foram identificadas as de Porto Litoral, Aveiro/ Ílhavo, Zona de Influência de Estarreja e AML Norte (Tabela 7), representando um menor número de zonas em situação de inconformidade do que no ano anterior.

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 2012

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
LVT	AML Norte (a)	>VL	>VL	>VL	>VL

(a) A zona é uma aglomeração

Em 2011, quer o número de dias em excedência ao valor-limite, quer o número de aglomerações em inconformidade ao valor-limite diário e anual, foi superior ao de 2012 mas neste último ano a aplicação dos descontos da fração devida a eventos naturais nas concentrações de PM₁₀ não alterou as situações de inconformidade, enquanto que em 2011 registaram-se diferenças mais significativas (aglomerações que passaram a estar em conformidade).

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 2012, 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 10). Em termos dos dias de ocorrência de eventos naturais, em 2012 validaram-se 88 dias com intrusões africanas, sendo bastante inferior ao ocorrido nos últimos anos (Figura 10).

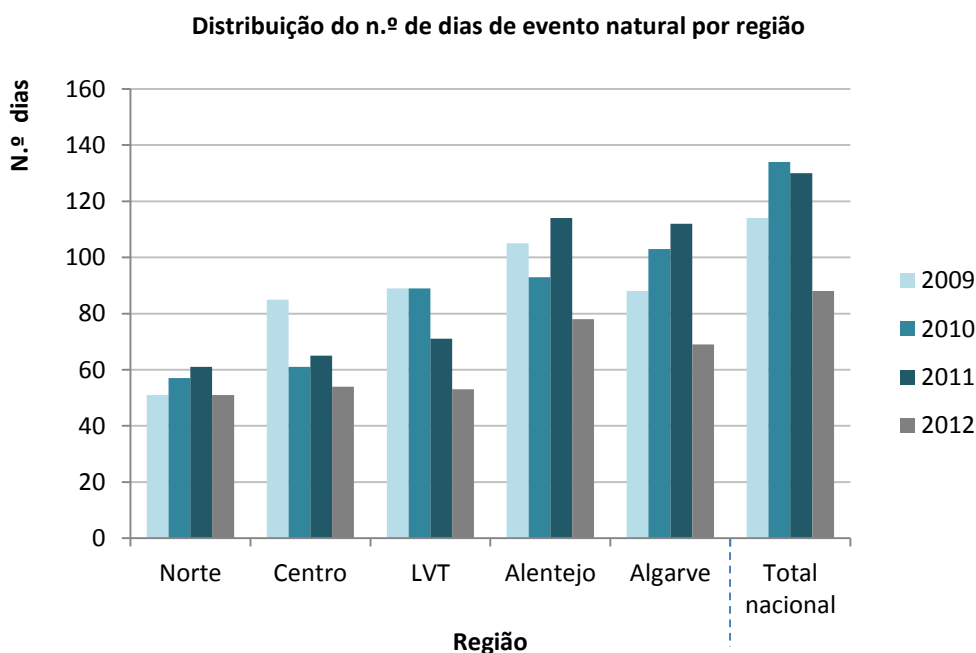


Figura 10. Distribuição do número de dias de evento natural por região, entre 2009 e 2012

6.2 Ocorrência de eventos naturais por mês

Verifica-se frequentemente que a passagem de uma massa de ar quente e seco, traduzindo-se em temperaturas elevadas, baixa humidade relativa e fracas condições de dispersão em Portugal, pode ter origem sobre as regiões áridas do Norte de África e contribuir para o transporte de partículas em suspensão, conduzindo a excedências diárias ao valor-limite estabelecido para as PM₁₀. Nos dias em que ocorrem eventos naturais em Portugal as condições meteorológicas prevaletentes 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.

A Tabela 8 apresenta o resumo da caracterização climática em relação à temperatura e precipitação, em Portugal, entre 2009 e 2012. Em termos gerais, os anos de 2009 a 2012, em Portugal Continental, foram caracterizados pelos seguintes aspetos:

- 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 exceto 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);
- 2012: situação de seca meteorológica que se iniciou no final de 2011 e que se manteve durante quase todo o ano de 2012 (com grande intensidade no final do Inverno e início da Primavera, com quase todo o território nas classes de seca mais graves do índice PDSI, severa e extrema, nos meses de Fevereiro e Março). A temperatura média anual esteve muito próxima do valor médio 1971-2000, com o valor médio anual da temperatura máxima superior ao valor normal em +0.67°C e o valor médio anual da temperatura mínima inferior em -0.63°C (IPMA, 2013).

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 aspetos, 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 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 (exceto 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).

O ano de 2012 foi dos que teve menor número de dias de evento natural, destacando-se por isso em relação aos anos anteriores. Este ano foi muito seco e a temperatura média anual esteve próxima do valor normal. Ocorreram ondas de calor em Março, Maio e Setembro, o que coincide com os meses de maior número de ocorrência de eventos naturais.

Tabela 8. Resumo dos boletins climatológicos anuais de 2009 a 2012

Ano	Temperatura	Precipitação
2009	<ul style="list-style-type: none"> • Neve em Janeiro em cotas baixas • Março e Maio muito quentes e secos • 2 Ondas de calor na Primavera • 3 Ondas de calor no Verão • Verão quente afetando mais as zonas do Norte e Centro Interior • Outono quente com 2 ondas de calor • 6º Outono mais quente em relação à normal 1971-2000 	<ul style="list-style-type: none"> • Quantidade de precipitação: valores ligeiramente inferiores ao da normal 1971-2000 • Ano normal a seco em quase todo o território, sendo o 3º ano consecutivo com valores inferiores ao valor médio • Entre Março e Maio: valor inferior à média • Primavera mais seca desde 1931 • Seca entre Março e Outubro em todo o país • Apenas em Janeiro, Junho, Novembro e Dezembro os valores de precipitação foram superiores aos médios • Dezembro com tempo severo, com 60% de precipitação acima do valor médio
2010	<ul style="list-style-type: none"> • Março mais frio dos últimos 24 anos • Abril mais quente dos últimos 13 anos (para a temperatura máxima) • 1 Onda de calor em Maio • 17ª Primavera consecutiva com valor da temperatura média do ar acima da normal • 3 Ondas de calor: 2 em Julho, 1 em Agosto • Julho: valor mais alto da temperatura máxima mensal desde 1931 • Agosto: 2º valor mais alto da temperatura máxima mensal desde 1931 • 2º Verão com a temperatura máxima e média do ar mais elevada desde 1931 	<ul style="list-style-type: none"> • Precipitação intensa em Fevereiro no Continente: Fevereiro mais chuvoso dos últimos 24 anos • 3º Março mais chuvoso dos últimos 30 anos • Primavera mais chuvosa dos últimos 51 anos em Lisboa • Verão: Influência de massas de ar quente associadas a circulações do quadrante Leste, meses mais secos dos últimos 20 anos • Precipitação diária muito elevada em Fevereiro no Funchal • Julho mais seco dos últimos 24 anos • Agosto mais seco dos últimos 23 anos • Outubro: precipitação acima da média
2011	<ul style="list-style-type: none"> • Meses que mais contribuíram para o ano de 2011 ser um dos mais quentes em relação à temperatura máxima: Abril, Maio, Junho, Setembro e Outubro • Temperaturas mínimas muito acima do valor normal: em Abril e em Maio • 5 Ondas de calor nos meses com maiores anomalias positivas da temperatura máxima: 1 em Abril, 2 em Maio e 2 em Outubro • Nos Arquipélagos da Madeira e dos Açores os valores médios da temperatura do ar foram superiores aos do período 1971-2000 	<ul style="list-style-type: none"> • Novembro: total mensal de precipitação superior ao normal • Dezembro: total mensal de precipitação muito inferior ao normal • Nos restantes meses do ano, os valores de precipitação estiveram próximos dos valores normais, com desvios de precipitação inferiores ou próximos de 20 mm • 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)

Ano	Temperatura	Precipitação
2012	<ul style="list-style-type: none"> 1 onda de frio em Fevereiro (em algumas estações meteorológicas nas regiões de Trás-os-Montes, Vale do Tejo e Litoral Sul) 3 ondas de calor na Primavera nos meses de Março e Maio Em algumas estações meteorológicas do Algarve foram igualados ou ultrapassados os maiores valores da temperatura diária (máxima e mínima) para o mês de Maio 1 onda de calor em Setembro (em algumas estações meteorológicas da região Centro, em Mirandela e em Sines) 	<ul style="list-style-type: none"> Situação de seca meteorológica entre Janeiro e Outubro Período com maior intensidade de seca: final do Inverno, início da Primavera, em particular nos meses de Fevereiro e Março com quase todo o território nas classes de seca mais graves do índice PDSI, severa e extrema Fevereiro mais seco desde 1931 Em Novembro ocorreram inundações no Baixo Alentejo e Algarve Queda de neve: em Abril nas terras altas do Norte e Centro (cotas de 800/1000 metros); e em Novembro nas serras da Estrela, Gerês e Aire

Fonte: FCT/UNL, 2010; IM, 2010; IM, 2011; IPMA, 2012; IPMA, 2013

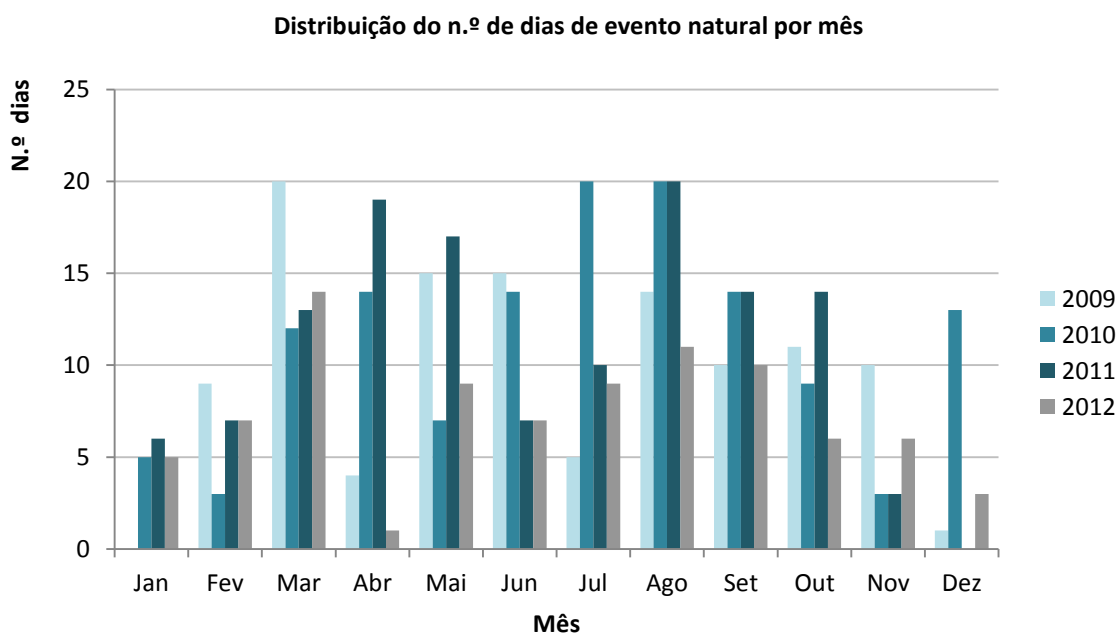


Figura 11. Evolução do número de dias com evento natural em Portugal por mês, entre 2009 e 2012

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 2012, 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 fração 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. Em 2012 as percentagens de contribuição da fração natural para a média anual foram mais reduzidas do que nos anos anteriores (Figura 13).

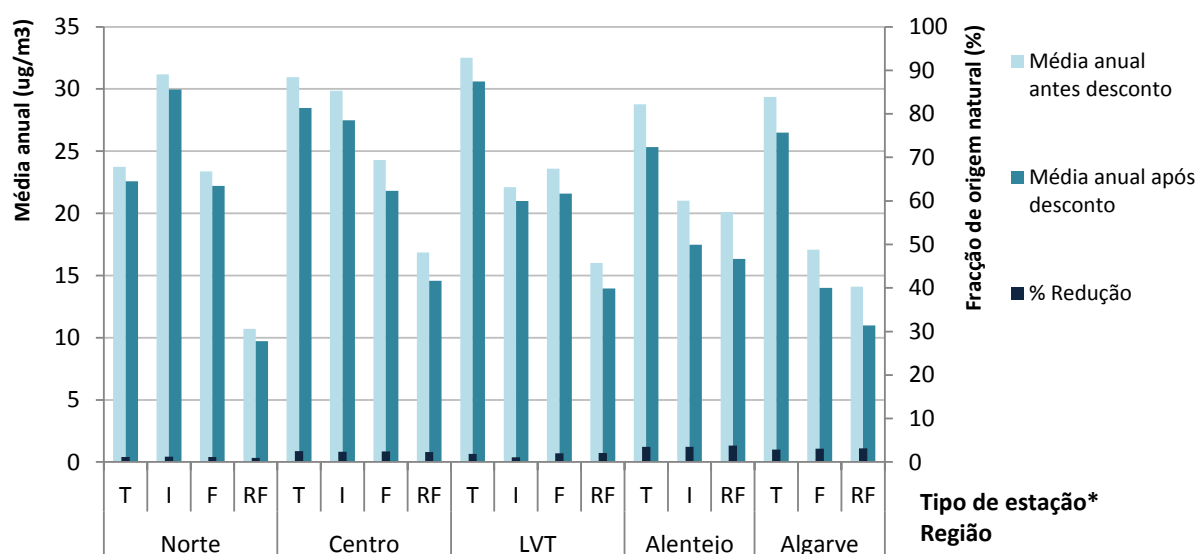
Da Figura 15 à Figura 17 representa-se a contribuição devida a eventos naturais nas excedências ao valor-limite anual e diário de PM_{10} por região e tipo de estação.

Em termos de média anual e número de ultrapassagens ao valor-limite diário as estações de Tráfego são as que apresentam níveis mais elevados nas regiões de Lisboa e Vale do Tejo, Alentejo e Algarve. Contrariamente a esta situação, nas regiões do Norte e Centro as estações que se destacam com os piores níveis de poluição são as do tipo Industrial, seguidas das de Tráfego e das de Fundo (em meio Urbano e Suburbano) (Figura 15 e Figura 16).

No que diz respeito à aplicação da metodologia de desconto da fração devida a evento natural nas concentrações de PM_{10} , verifica-se que as maiores reduções 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 14 e Figura 17). 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 diária/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 pouco peso relativo.

Verifica-se que as maiores reduções percentuais ocorrem nas regiões mais afetadas pelos fenómenos de eventos naturais, ou seja, das regiões mais a Sul de Portugal Continental para as regiões a Norte, apesar de que em anos anteriores essa diferença foi bastante mais acentuada (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 PM₁₀ antes e após o desconto da fração devida a evento natural, por região e tipo de estação, em 2012

Redução da média anual após o desconto devido a evento natural, por ano

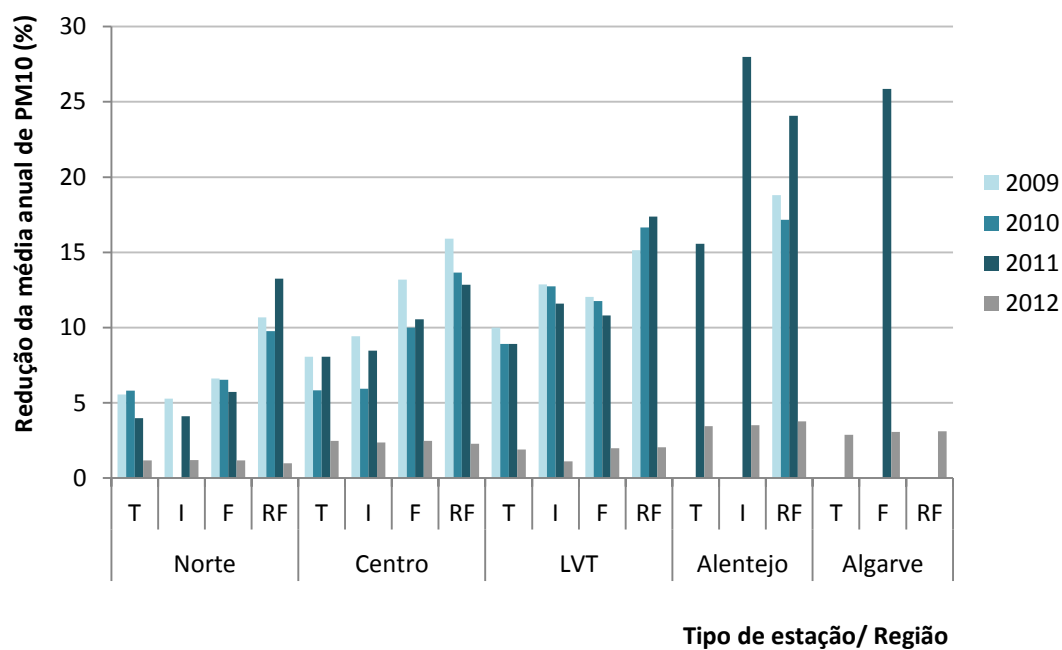


Figura 13. Redução da média anual de PM₁₀ após o desconto da fração devida a evento natural, por região, tipo de estação e ano

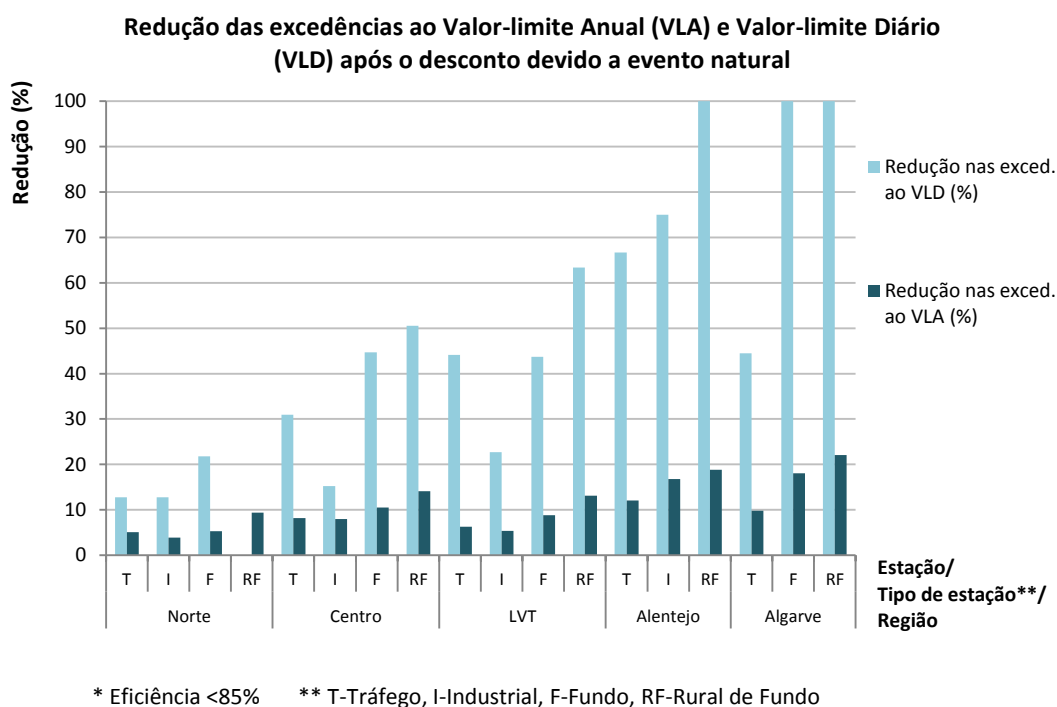


Figura 14. Percentagem de redução da média anual de PM₁₀ e do número de excedências ao valor-limite diário após remoção da contribuição de origem natural por tipo de estação, em 2012

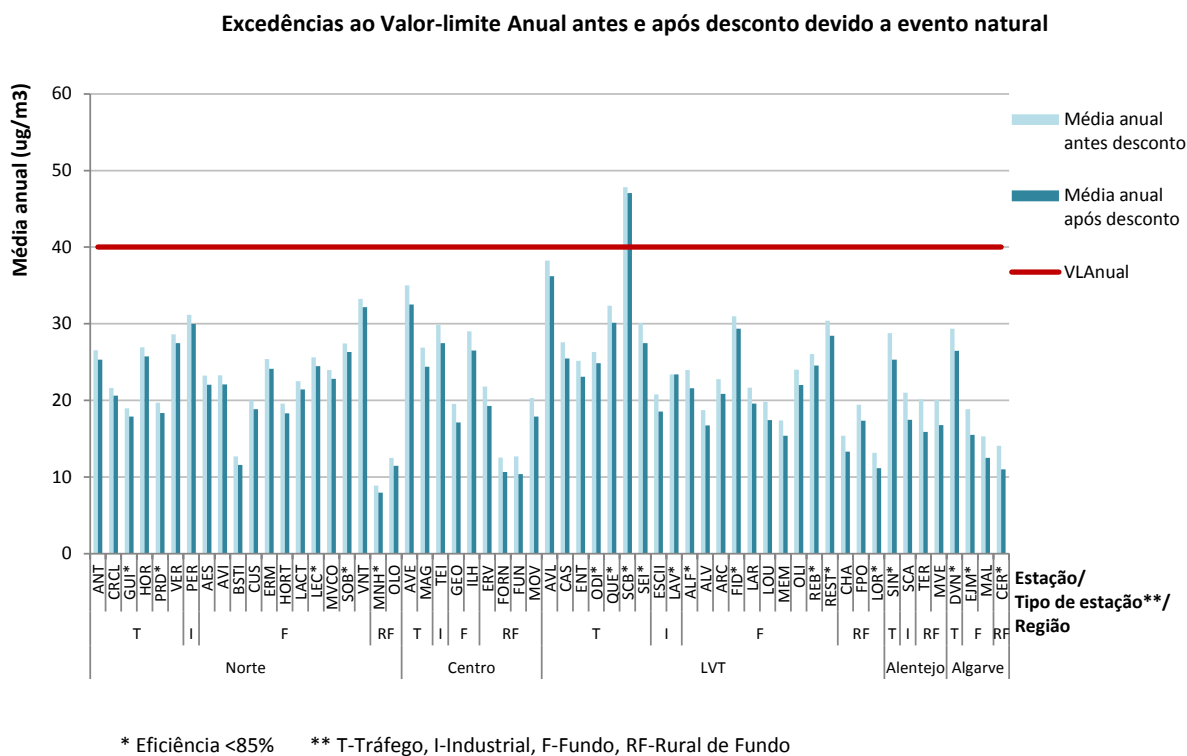
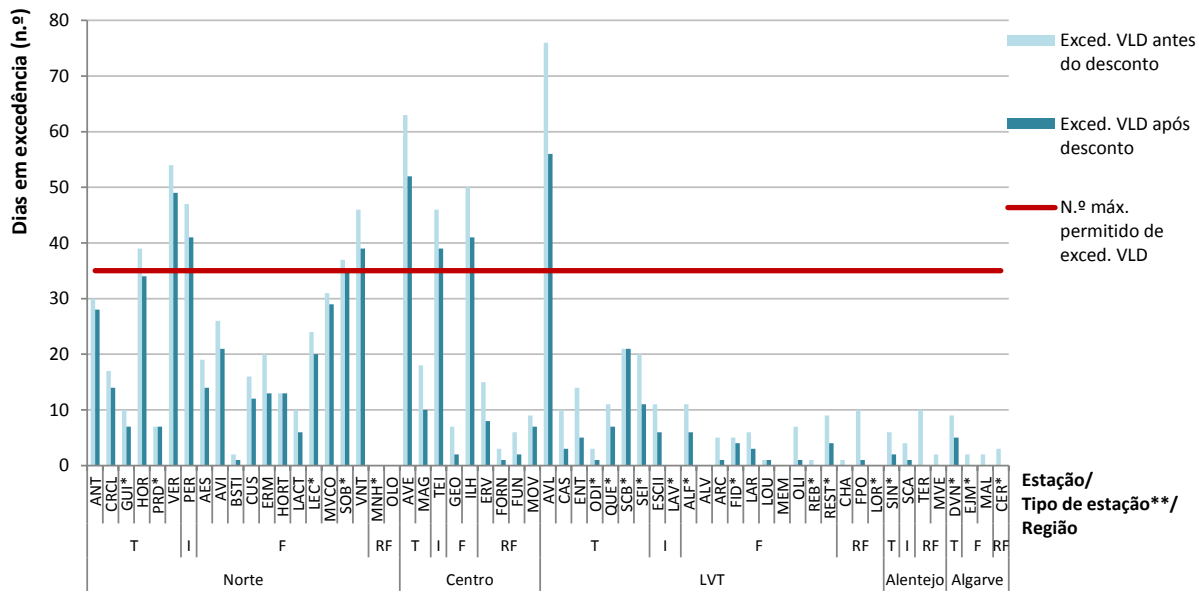


Figura 15. Contribuição da fração devida à ocorrência de eventos naturais para as excedências ao valor-limite anual de PM₁₀ por estação, em 2012

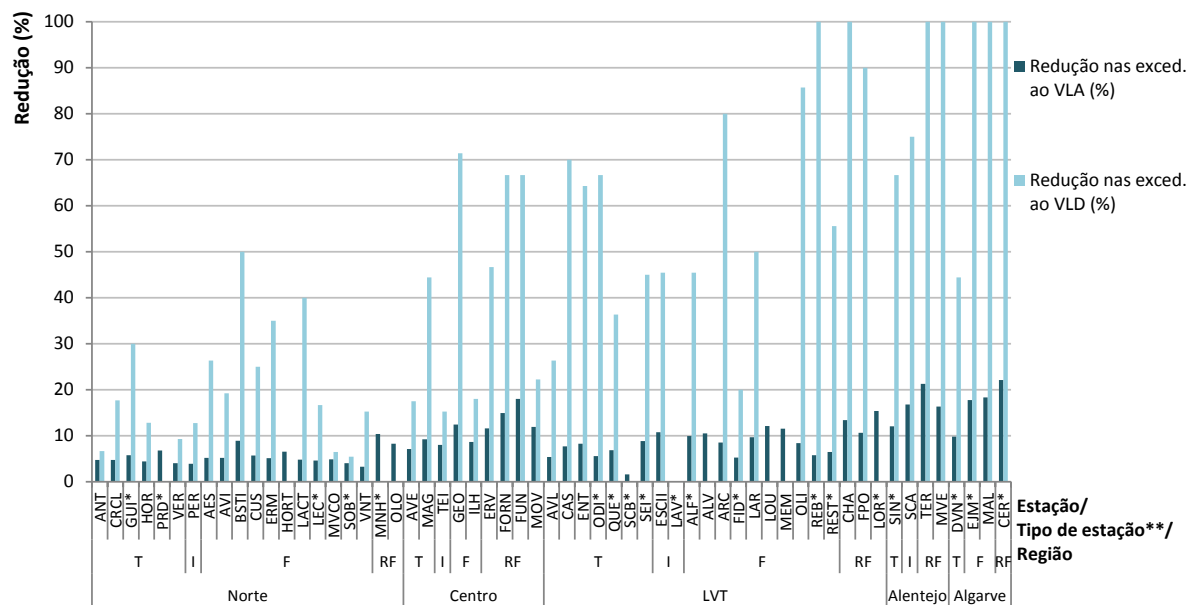
Excedências ao Valor-limite Diário antes e após desconto devido a evento natural



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

Figura 16. Contribuição da fração devida à ocorrência de eventos naturais para as excedências ao valor-limite diário de PM₁₀ por estação, em 2012

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



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

Figura 17. Percentagem de redução da média anual de PM₁₀ e do número de excedências ao valor-limite diário após remoção da contribuição de origem natural por estação, em 2012

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 2012, em Portugal.

Em termos dos dias de ocorrência de eventos naturais, em 2012, validaram-se 88 dias com intrusões africanas (24% do ano), o que é significativamente inferior em relação aos anos anteriores, situação que também ocorreu na avaliação destes fenómenos naturais em Espanha. No que diz respeito aos resultados obtidos entre os anos de 2009 e 2012, 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.

Os meses com maior número de dias com evento natural, no ano de 2012, foram os de Março, Maio, Agosto e Setembro, 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 fração 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 mais completa possível, o que nem sempre ocorre. Em 2012 nenhuma estação do Arquipélago da Madeira efetuou medições de PM_{10} pelo que esta região não pôde ser incluída no estudo.

Comparando os resultados das 59 estações de monitorização da qualidade do ar analisadas, com os parâmetros legislados referentes a PM_{10} , verificou-se que oito estações (com eficiência não inferior a 85%) registaram uma situação de excedência ao valor-limite diário (ou seja, ultrapassaram-no mais de 35 dias no ano). Após a aplicação da metodologia de desconto da contribuição de eventos naturais, verificou-se que apenas uma estação passou a cumprir o valor-limite diário de PM_{10} , sendo possível justificar que nesse caso houve uma contribuição natural para a excedência inicial ao valor-limite diário. Relativamente ao valor-limite anual este não foi excedido em 2012 em nenhuma estação com eficiência.

A análise da conformidade legal, face às situações de ultrapassagem aos valores-limite diário e anual de PM_{10} , 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, então esta não é considerada para efeitos de cumprimento dos valores-limite fixados. Relativamente à situação de inconformidade legal em 2012 face ao valor-limite diário de PM_{10} , foram identificadas numa primeira etapa as zonas de Porto Litoral, Aveiro/ Ílhavo, Zona de Influência de Estarreja e AML Norte, que permaneceram em inconformidade após a aplicação da metodologia de desconto da fração devida a eventos naturais.

Em 2011, quer o número de dias em excedência ao valor-limite, quer o número de aglomerações em inconformidade ao valor-limite diário e anual, foi superior ao de 2012 mas neste último ano a aplicação dos descontos da fração devida a eventos naturais nas concentrações de PM_{10} não alterou as situações de inconformidade, enquanto que em 2011 registaram-se diferenças mais significativas (aglomerações que passaram a estar em conformidade).

No que diz respeito à aplicação da metodologia de desconto da fração devida a evento natural nas concentrações de PM_{10} , verifica-se que as maiores reduções 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 afetadas 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). *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., (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*.

IPMA - Instituto Português do Mar e da Atmosfera, (2013). *Boletim Climatológico Anual - Ano 2012*.

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

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

Quérol, X., Alastuey, A. (1999). *Detection of Natural Events Influencing PM₁₀ Measurements*. Barcelona, Spain.

Querol, X., Alastuey, A., Pey, J., Escudero, M., Castillo, S., Gonzalez Ortiz, A., Pallarés, M., Jiménez, S., Cristóbal, A., Ferreira, F., Marques, F., Monjardino, J., Cuevas, E., Alonso, S., Artíñano, B., Salvador, P., de la Rosa, J., (2009). *Methodology for the identification of natural episodes in PM₁₀ and PM_{2.5}, and justification with regards to the exceedances of the PM₁₀ daily limit value*. Instituto de Diagnóstico Ambiental Y Estudios del Agua – CSIC - Ministerio de Ciencia e Innovación, Universidad Nova de Lisboa, AEMet-Izaña, CIEMAT, Universidad de Huelva. IDEA/CSIC, Barcelona, Spain.

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

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