

Relatório de Análise Estatística dos Dados de Qualidade do Ar da Região Norte, em 2013

Ficha Técnica

Designação:

Relatório de Análise Estatística dos Dados de Qualidade do Ar, da Região Norte, em 2013

Tipo Documento:

Relatório Final

Data de Emissão:

Outubro 2014

Elaboração:

Cristina Figueiredo

Revisão:

Vitor Monteiro

Paula Pinto

Índice Geral

Sumário	4
1 – Enquadramento legal.....	5
2 - Caracterização da Rede de Monitorização da Qualidade do Ar da Região Norte (RMQA-RN)	7
2.1 – Composição da rede de monitorização	7
2.2 – Tipos de estação de monitorização	9
2.3- Eficiências de funcionamento das estações da RMQA-RN, em 2013	11
3 – Análise estatística dos dados de qualidade do ar	16
3.1 – Poluentes em situação de cumprimento dos requisitos legais	16
3.1.1 – Monóxido de carbono (CO).....	16
3.1.2 – Dióxido de enxofre (SO ₂).....	18
3.1.2.1 – Valor limite horário de SO ₂ para proteção da saúde humana.....	18
3.1.2.2 – Valor limite diário de SO ₂ para proteção da saúde humana	20
3.1.2.3 – Nível crítico de SO ₂ para proteção dos ecossistemas.....	21
3.1.2.4 – Limiar de alerta.....	22
3.1.3 – Compostos orgânicos voláteis (COV)	22
3.1.4 – Partículas (PM ₁₀ e PM _{2,5}).....	26
3.1.4.1 – Valor limite diário de PM ₁₀ para proteção da saúde humana.....	28
3.1.4.2 – Valor limite anual de PM ₁₀ para proteção da saúde humana	31
3.1.4.3 – Valor alvo de PM _{2.5}	34
3.2 – Poluentes em situação de excedência dos requisitos legais.....	36
3.2.1 – Óxidos de azoto (NO _x , NO ₂ e NO)	36
3.2.1.1 – Valor limite horário de NO ₂ para proteção da saúde humana.....	37
3.2.1.2 – Valor limite anual de NO ₂ para proteção da saúde humana.....	39
3.2.1.3 – Limiar de alerta de NO ₂	43
3.2.1.4 – Nível crítico de NO _x para proteção da vegetação.....	43
3.2.2 – Ozono (O ₃) 44	
3.2.2.1 – Valor alvo de O ₃ para proteção da saúde humana.....	46
3.2.2.2 – Valor alvo de O ₃ para proteção da vegetação (AOT 40).....	49
3.2.2.3 – Limiares de informação e de alerta à população de O ₃	50
4 – Resumo síntese	54
5 – Conclusões	56
Anexo 1 – Parâmetros legais para análise dos dados de qualidade do ar	58

Índice de Figuras

Figura 1 – Síntese da legislação europeia e nacional, em matéria de qualidade do ar	6
Figura 2 – Rede de monitorização da qualidade do ar da Região Norte	8
Figura 3 – Eficiências de funcionamento, por analisador, nas estações da RMQA-RN, em 2013	15
Figura 4 – Máximos diários das médias de 8 horas de CO, em 2013.....	17
Figura 5 – Máximos horários de SO ₂ , em 2013	19
Figura 6 – Máximos diários de SO ₂ , em 2013.....	20
Figura 7 – Média anual e de Inverno de SO ₂ , na estação Douro Norte, em 2013	21
Figura 8 – Médias anuais de Benzeno, em 2013	24
Figura 9 – Médias anuais de Tolueno, Etilbenzeno, M+P-Xileno e O-Xileno, em 2013	25
Figura 10 – Distribuição mensal do nº dias de intrusão de poeiras do Norte de África, na Região Norte, em 2013	27
Figura 11 – Nº ultrapassagens ao valor limite diário de PM ₁₀ , em 2013.....	29
Figura 12 – Estações com excedência do valor limite diário de PM ₁₀ , entre 2007 e 2013	30
Figura 13 – Evolução do nº de estações com excedência do valor limite diário de PM ₁₀ , entre 2007 e 2013.....	30
Figura 14 – Médias anuais de PM ₁₀ , em 2013	32
Figura 15 – Médias anuais de PM ₁₀ registadas, entre 2007 e 2013.....	33
Figura 16 – Evolução do nº de estações com excedência do valor limite anual de PM ₁₀ , entre 2007 e 2013.....	33
Figura 17 – Médias anuais de PM _{2,5} , em 2013	34
Figura 18 – Máximos horários de NO ₂ , registados em 2013	37
Figura 19 – Evolução do nº de excedências do valor limite horário + MT de NO ₂ , registadas entre 2007 e 2013.....	38
Figura 20 – Médias anuais de NO ₂ , em 2013.....	40
Figura 21 – Médias anuais de NO ₂ registadas, entre 2007 e 2013.....	41
Figura 22 – Evolução do nº de estações com excedência ao valor limite anual de NO ₂ , entre 2007 e 2013	42
Figura 23 – Médias anuais de NO _x registadas nas estações rurais de fundo, em 2013	44
Figura 24 – Nº de ultrapassagens ao valor alvo de O ₃ , em 2013	47
Figura 25 – Evolução do nº de ultrapassagens do valor alvo de O ₃ , entre 2007 e 2013.....	48
Figura 26 – AOT ₄₀ de O ₃ , em 2013.....	49
Figura 27 – Nº ultrapassagens do limiar de informação de O ₃ , em 2013	51
Figura 28 – Nº ultrapassagens do limiar de informação de O ₃ , entre 2007 e 2013.....	53
Figura 29 – Nº ultrapassagens do limiar de alerta de O ₃ , entre 2007 e 2013.....	53

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Características das estações de monitorização da qualidade do ar da Região Norte.....	10
Tabela 2 – Critérios para o cálculo de parâmetros estatísticos de Ozono	12
Tabela 3 – Situações de excedência do limiar de informação de O ₃ , em 2013.....	52

Sumário

A Rede de Monitorização da Qualidade do Ar da Região Norte (RMQA-RN) é constituída, atualmente, por 21 estações que monitorizam em contínuo os seguintes poluentes: monóxido de carbono (CO), óxidos de azoto (NO, NO₂ e NO_x), dióxido de enxofre (SO₂), partículas (PM₁₀ e PM_{2,5}), ozono (O₃), benzeno, tolueno, xilenos e etilbenzeno (BTX).

O presente relatório tem como objetivo avaliar o cumprimento dos níveis dos poluentes atmosféricos monitorizados em contínuo na RMQA-RN, em 2013, face aos parâmetros estatísticos fixados no Decreto-Lei N^o 102/2010, de 23 de Setembro.

A análise estatística será apresentada em separado, consoante os poluentes ultrapassaram ou não os valores limite, limiares e valores alvo fixados neste diploma legal.

1 - Enquadramento legal

A Diretiva 1996/62/CE, de 27 de Setembro, (Diretiva Quadro), relativa à avaliação e gestão do ar ambiente estabeleceu um novo quadro legislativo, definindo os princípios base de uma estratégia comum para todos os estados membros da Comunidade Europeia, os quais assentam no estabelecimento de objetivos de qualidade do ar, a fim de evitar, prevenir ou limitar os efeitos nocivos sobre a saúde humana e sobre o ambiente no global, na avaliação da qualidade do ar ambiente, com base em métodos e critérios comuns e na disponibilização de informação sobre qualidade do ar ao público em geral, designadamente através de limiares de alerta.

Em 2008, mais concretamente, em Maio, foi publicada a Diretiva 2008/50/CE, com efeitos revogatórios sobre a Diretiva-Quadro (96/62/CE) e as diretivas-filhas antes existentes, nomeadamente: 1999/30/CE, de 22 de Abril, 2000/69/CE, de 16 de Novembro, 2002/3/CE, de 12 de Fevereiro e 2004/107/CE, de 15 de Dezembro.

Esta Diretiva foi transposta para direito interno pelo Decreto-Lei N° 102/2010, de 23 de Setembro, revogando o Decreto-Lei N° 276/99, de 23 de Julho, Decreto-Lei N° 279/2007, de 6 de Agosto, Decreto-Lei N° 111/2002, de 16 de Abril, Decreto-Lei N° 351/2007, de 16 de Setembro e Decreto-Lei N° 320/2003, de 29 de Dezembro.

Esta Diretiva manteve as principais diretrizes, relativas à qualidade do ar ambiente e a um ar mais limpo na Europa e conjugou, num só documento, os princípios base de uma estratégia comum para todos os estados membros da Comunidade Europeia, os quais assentam no estabelecimento de objetivos de qualidade do ar, a fim de evitar, prevenir ou limitar os efeitos nocivos sobre a saúde humana e sobre o ambiente no global, na definição de valores limites, limiares e valores alvo para os poluentes atmosféricos, na avaliação da qualidade do ar ambiente, com base em métodos e

critérios comuns e na disponibilização de informação sobre qualidade do ar ao público em geral, designadamente através de limiares de alerta.

Na figura 1 esquematiza-se o enquadramento legal, europeu e nacional, em matéria de qualidade do ar.

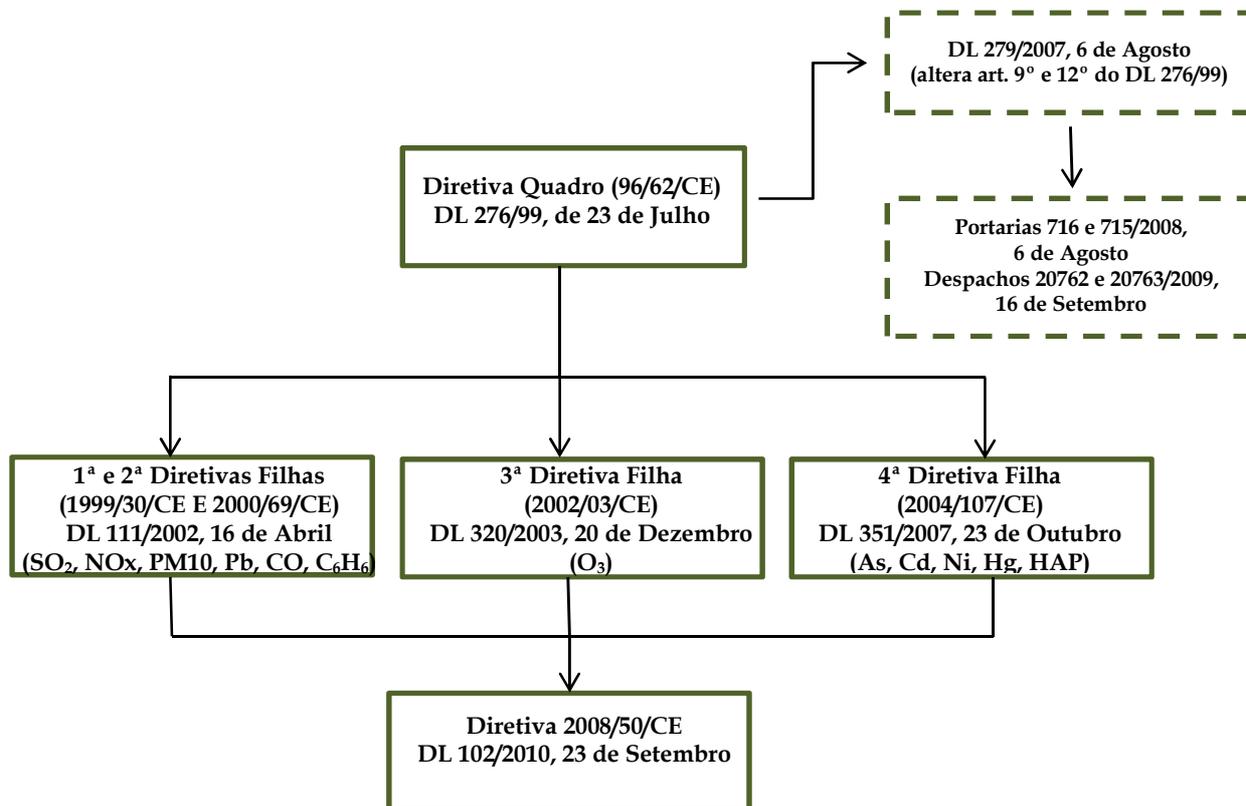


Figura 1 - Síntese da legislação europeia e nacional, em matéria de qualidade do ar

2 - Caracterização da Rede de Monitorização da Qualidade do Ar da Região Norte (RMQA-RN)

2.1 – Composição da rede de monitorização

Para efeitos de avaliação da qualidade do ar, a Região Norte encontra-se dividida em zonas e aglomerações.

Por definição legal, uma zona corresponde a uma área geográfica de características homogéneas, em termos de qualidade do ar, ocupação do solo e densidade populacional e aglomeração é uma zona caracterizada por um número de habitantes superior a 250 000 ou em que a população seja igual ou fique aquém de tal número de habitantes, desde que não inferior a 50 000, sendo a densidade populacional superior a 500 hab.km².

De acordo com estes pressupostos, e após um processo de remodelação da Rede de Monitorização da Qualidade do Ar da Região Norte, que ficou concluído em Janeiro de 2012, esta é, atualmente, constituída por 2 aglomerações: Porto Litoral e Entre Douro e Minho e por 2 zonas: Norte Litoral e Norte Interior.

Esta rede é composta por 21 estações de monitorização, distribuídas por 14 Concelhos: Porto, Maia, Matosinhos, Valongo, Vila do Conde, Vila Nova de Gaia, Espinho, Paredes, Paços de Ferreira, Braga, Guimarães, Santo Tirso, Vila Real e Viana do Castelo.

Na figura 2 apresenta-se a distribuição espacial das estações de monitorização qualidade do ar da rede da Região Norte.

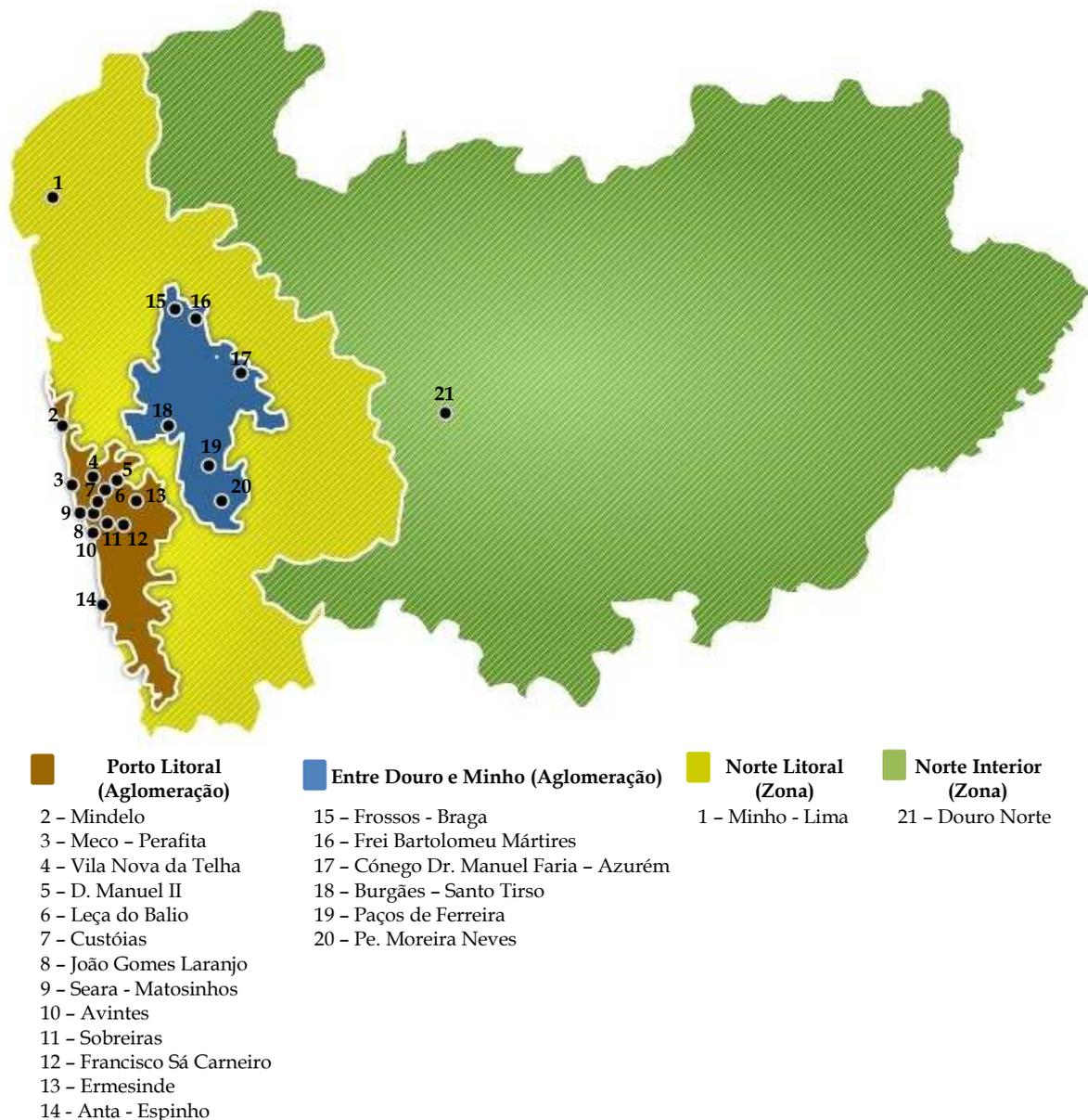


Figura 2 - Rede de monitorização da qualidade do ar da Região Norte

Todas as estações da RMQA da Região Norte estão equipadas com analisadores automáticos que medem em contínuo diversos poluentes, nomeadamente CO, NO_x (NO, NO₂ e NO_x), SO₂, O₃, PM₁₀, PM_{2,5} e BTX e armazenam as respetivas concentrações em médias de 15 minutos. A recolha diária dos dados de qualidade do ar e o seu armazenamento numa base de dados é igualmente efetuada de forma automática. Estes dados, após a validação diária, são enviados para a base de dados

de qualidade do ar Nacional, da responsabilidade da Agência Portuguesa do Ambiente (<http://qualar.apambiente.pt/>), onde podem ser consultados pelo público em geral.

2.2 – Tipos de estação de monitorização

O ambiente em que as estações se inserem e a influência das emissões de poluentes atmosféricos a que estão sujeitas, determina a sua tipologia.

No que diz respeito ao ambiente, podemos ter estações do tipo:

- Urbana (localizada em ambiente urbano – cidades);
- Suburbana (localizada na periferia das cidades) ou rural (localizada em ambiente rural).

Quanto à sua influência, podemos ter estações de:

- Tráfego, que monitorizam a qualidade do ar resultante de emissões diretas do tráfego automóvel;
- Industriais, que monitorizam a qualidade do ar resultante de emissões diretas da indústria;
- Fundo, que não estão sob a influência direta de emissões de nenhuma fonte específica e que representam a poluição a que qualquer pessoa, mesmo que viva longe de fontes de emissão, está sujeita.

Estas classificações interligam-se entre si, existindo na RMQA da Região Norte estações do tipo urbanas de fundo, rurais de fundo, suburbanas de fundo, de tráfego e industriais. A área de representatividade de cada estação é diferente consoante a sua tipologia e a sua localização. De um modo geral, pode afirmar-se que uma estação de tráfego é representativa de uma área pequena ao seu redor, ao contrário de uma estação de fundo, que pode ser representativa de vários km².

Na tabela 1 apresentam-se as características das estações que compõem a RMQA da Região Norte, em 2013 e os poluentes monitorizados em cada uma.

Tabela 1 - Características das estações de monitorização da qualidade do ar da Região Norte

Aglomeração/ Zona	Nome	Tipo	Concelho	Data início	CO	NO _x	SO ₂	PM10	PM2,5	O ₃	BTX
Porto Litoral	Francisco Sá carneiro	Tráfego	Porto	Out. 2000	√	√	-	√	-	-	-
	Sobreiras	Urbana de Fundo		Dez. 2007	-	√	-	√	√	√	-
	Custóias	Suburbana de Fundo	Matosinhos	Set. 1998	-	√	-	√	-	√	-
	Leça do Balio	Suburbana de Fundo		Out. 1999	-	√	-	√	-	√	-
	Meco - Perafita	Industrial		Ago. 2002	-	-	√	√	-	√	√
	Seara - Matosinhos	Industrial		Jan 2013	-	-	√	√	-	√	√
	João Gomes Laranjo	Tráfego		Set. 2001	√	√	-	√	-	-	-
	D. Manuel II	Tráfego	Maia	Nov. 1999	-	√	-	√	√	-	-
	Vila Nova da Telha	Suburbana de Fundo		Out. 1998	-	√	-	√	-	√	-
	Anta - Espinho	Suburbana de Fundo	Espinho	Fev. 2011	-	√	-	√	-	√	-
	Mindelo	Suburbana de Fundo	V. Conde	Dez. 2009	-	√	-	√	-	√	-
	Ermesinde	Urbana de Fundo	Valongo	Out. 1998	-	√	-	√	-	√	-
	Avintes	Urbana de Fundo	V. N. Gaia	Jul. 2010	-	√	-	√	-	√	-
Entre Douro e Minho	Fr. Bartolomeu Mártires	Tráfego	Braga	Mar. 2004	-	√	-	√	-	-	-
	Frossos - Braga	Suburbana de Fundo		Mar. 2004	-	√	-	√	-	√	-
	Paços de Ferreira	Urbana de Fundo	Paços de Ferreira	Fev. 2004	-	√	-	√	√	√	-
	Pe. Moreira Neves	Tráfego	Paredes	Jan. 2004	-	√	-	√	-	-	√
	Cónego Dr. Manuel Faria	Tráfego	Guimarães	Abr. 2004	-	√	-	√	-	-	√
	Burgães - Sto. Tirso	Urbana de Fundo	Santo Tirso	Dez. 2009	-	√	-	√	-	√	-
Norte Litoral	Minho-Lima	Rural de Fundo	Viana do Castelo	Mar. 2005	-	√	-	√	√	√	-
Norte Interior	Douro Norte	Rural de Fundo	Vila Real	Fev. 2004	-	√	√	√	√	√	-

2.3- Eficiências de funcionamento das estações da RMQA-RN, em 2013

O Decreto-Lei Nº 102/2010 de 23 de Setembro define, no seu Anexo II, objetivos de qualidade dos dados, propondo uma taxa mínima de recolha de dados de 90% para os poluentes SO₂, NO₂, NO_x, CO, C₆H₆, PM₁₀ e PM_{2,5}.

Os requisitos para a taxa mínima de dados a recolher e o período de amostragem considerado, não incluem as perdas de informação decorrentes da calibração ou da manutenção regular dos analisadores de qualidade do ar.

Isto significa que, para o cálculo da taxa de recolha de dados, o número de medições em falta devido as operações de calibração e manutenção deverá ser subtraído ao número máximo de medições do ano.

Caso não seja possível a contabilização dessa perda de dados, considera-se que, de acordo com o Guia para a Decisão 97/101/CE da Comissão, relativa a troca de informação, revista pela Decisão 2001/752/CE, esta corresponde a uma percentagem de 5%. Assim, considera-se que, para efeitos do cumprimento do Decreto-Lei Nº 102/2010, de 23 de Setembro, qualquer estação que apresente, nestas condições, uma eficiência igual ou superior a 85%, para os poluentes SO₂, NO₂, NO_x, CO, C₆H₆, PM₁₀ e PM_{2,5}, cumpre este objetivo de qualidade.

No caso do ozono, os critérios para recolha de dados e cálculo dos parâmetros estatísticos estão definidos no Anexo VIII do Decreto-Lei Nº 102/2010, de 23 de Setembro (tabela 2).

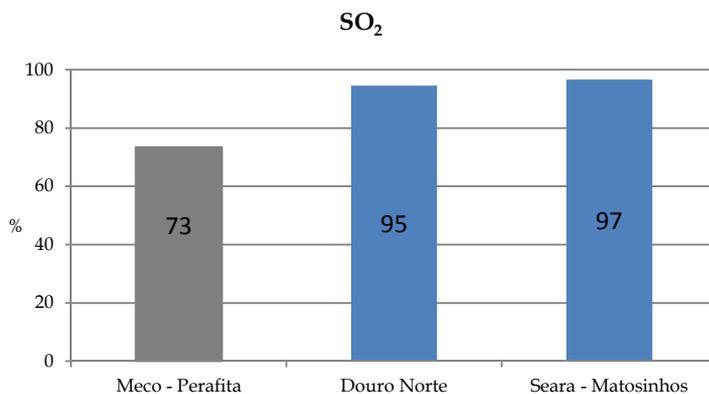
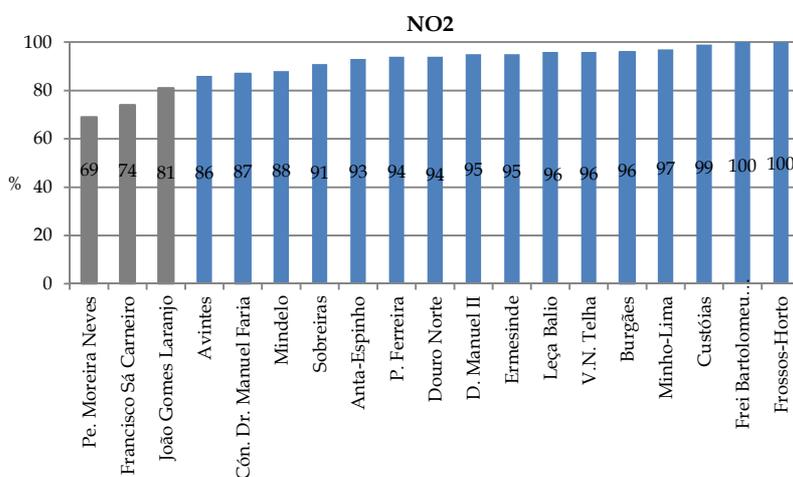
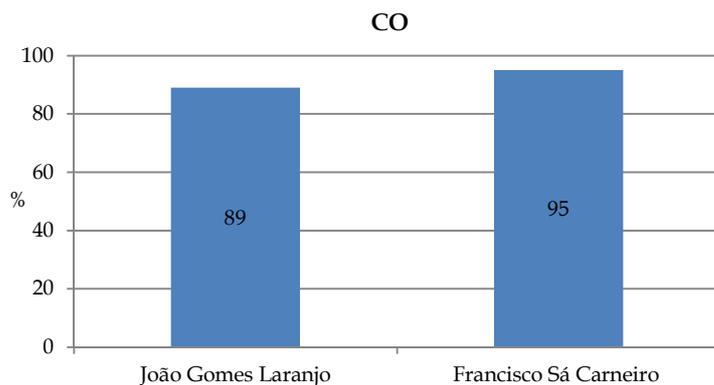
Para o cálculo das eficiências de funcionamento dos analisadores de CO e O₃, são utilizadas as médias octo-horárias (rácio das médias octo-horárias válidas e as médias octo-horárias possíveis). Para o caso do SO₂, NO₂ e C₆H₆, as eficiências são expressas em percentagem do número de horas (número de medições horárias válidas/número de medições horárias possíveis). Para os analisadores de PM₁₀ e PM_{2,5} as eficiências são o resultado do rácio entre o número de médias diárias

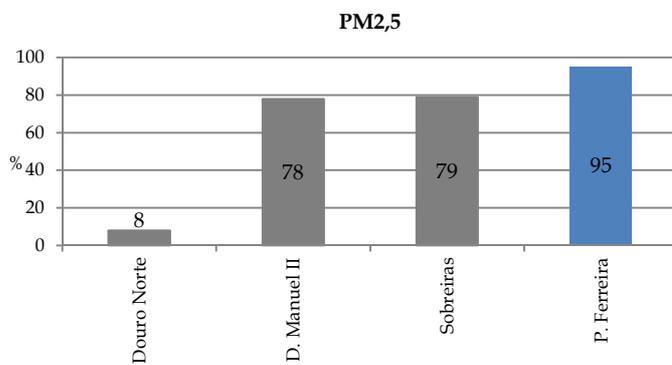
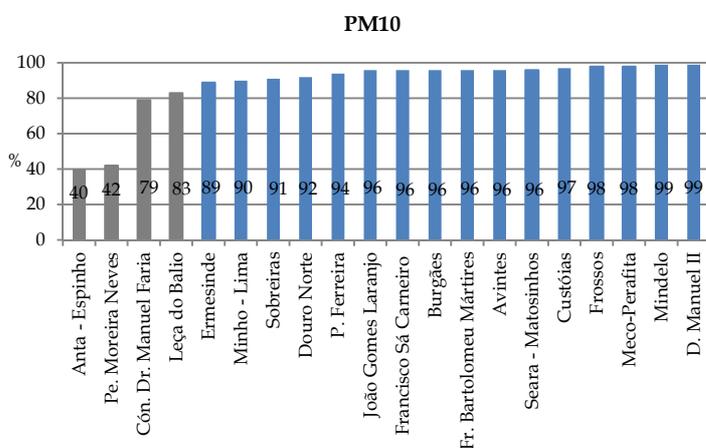
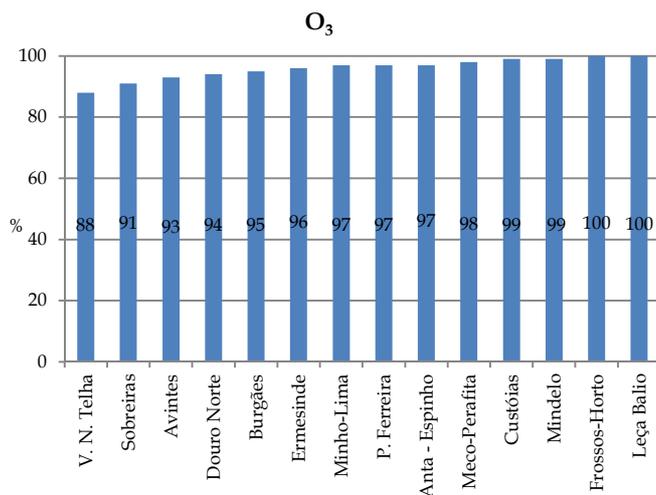
válidas e o número de médias diárias possíveis, traduzindo-se em percentagem do número de dias.

Tabela 2 - Critérios para o cálculo de parâmetros estatísticos de Ozono

Parâmetro	% Dados válidos
Valores máximos diários das médias octo-horárias, calculadas por períodos consecutivos de 8 horas	75% das médias por períodos consecutivos de 8 horas (18 médias octo-horárias por dia)
AOT40	90% dos valores horários no período definido para o cálculo do valor AOT40
Média anual	75% dos valores horários no período de Verão (Abril-Setembro) e Inverno (Janeiro-Março, Outubro-Dezembro), considerados separadamente
Número de excedências e valores máximos mensais	90% dos valores médios máximos diários das médias octo-horárias (27 valores diários/mês). 90% dos valores horários medidos entre as 8 e as 20 horas (hora da Europa Central).
Número de excedências e valores máximos anuais	Valores relativos a 5 meses do semestre de Verão (Abril a Setembro)

Na figura 3 apresentam-se as eficiências de funcionamento, por analisador, de todas as estações da RMQA-RN. As eficiências inferiores a 85% encontram-se assinaladas a cinzento.





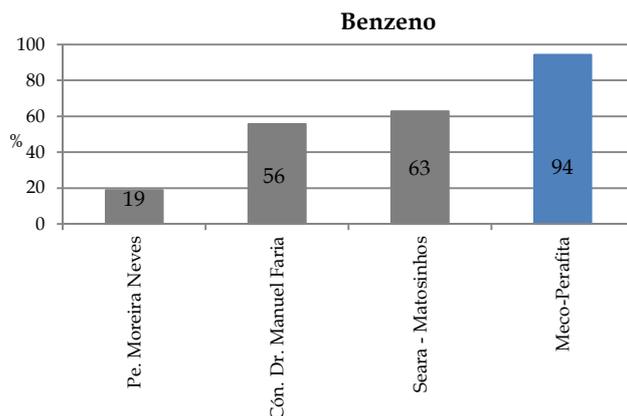


Figura 3 – Eficiências de funcionamento, por analisador, nas estações da RMQA-RN, em 2013

Da análise da figura 3, verifica-se que cerca de 11 estações de monitorização registaram eficiências de funcionamento abaixo dos 85% em diferentes poluentes, nomeadamente NO₂, SO₂, PM10, PM2.5 e Benzeno.

Tal facto deveu-se à ocorrência de diversas situações, nomeadamente, avarias nos analisadores, falha de corrente elétrica nas estações e, ainda, avaria dos aparelhos de ar condicionado, que obrigou à paragem dos analisadores enquanto a mesma não foi resolvida.

O analisador de PM2.5 instalado na estação de Minho – Lima não funcionou durante todo o ano, devido a uma avaria, não tendo por isso, tido eficiência.

No caso da estação de Vila Nova da Telha, o analisador de PM10 teve problemas técnicos que impediram o seu funcionamento durante 2013.

3 – Análise estatística dos dados de qualidade do ar

Neste capítulo efetua-se a comparação entre os resultados obtidos em 2013, nas 21 estações que compõem a RMQA-RN e os valores limite, valores alvo e, ainda, os limiares de informação e de alerta à população de O₃, fixados no Decreto-Lei N^o 102/2010, de 23 de Setembro. Estes parâmetros legais encontram-se representados no Anexo I.

Esta análise estatística vai ser apresentada de forma distinta, separando-se os poluentes que registaram situações de excedência dos requisitos legais fixados no Decreto-Lei N^o 102/2010, de 23 de Setembro, dos restantes.

3.1 – Poluentes em situação de cumprimento dos requisitos legais

3.1.1 – Monóxido de carbono (CO)

O Monóxido de Carbono (CO) é um gás tóxico, invisível, sem cheiro ou sabor e que resulta de uma combustão deficiente, qualquer que seja o combustível utilizado: lenha, carvão, gás (butano, propano ou natural), entre outros. É de difícil deteção e a partir de níveis de concentração mais elevados os seus efeitos nocivos podem manifestar-se rapidamente, levando ao aparecimento de tonturas, náuseas, convulsões, perdas de consciência e, em situações mais graves, à morte.

O sector que mais contribui para a emissão de CO e conseqüentemente para a degradação da qualidade do ar ao nível deste poluente é o do tráfego rodoviário.

O Decreto-Lei N^o 102/2010, de 23 de Setembro, fixa para o CO um valor limite para proteção da saúde humana, que se traduz no valor máximo diário das médias de 8

horas. Este parâmetro é calculado a partir das médias de períodos consecutivos de 8 horas de CO, calculadas a partir de dados horários, sendo então este valor comparado com o valor limite de 10 000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, fixado no diploma legal supracitado.

Na RMQA da Região Norte este poluente é monitorizado, em 2 estações, do tipo de tráfego, localizadas no Porto (Francisco Sá Carneiro) e em Matosinhos (João Gomes Laranjo). Na Figura 4 apresentam-se os máximos das médias octo-horárias de CO, registados em 2013, nestas estações.

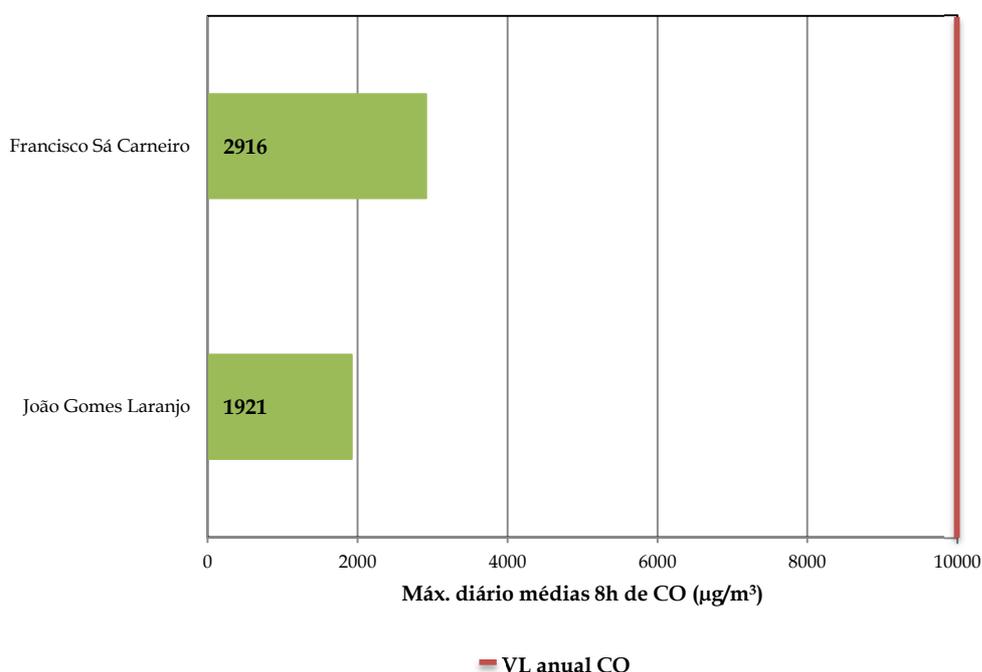


Figura 4 - Máximos diários das médias de 8 horas de CO, em 2013

À semelhança dos anos anteriores, em 2013 não se registaram excedências ao valor limite de CO para proteção da saúde humana.

3.1.2 – Dióxido de enxofre (SO₂)

O SO₂ é um gás denso, incolor, não inflamável, altamente tóxico e a sua inalação pode ser fortemente irritante.

O sector industrial é o principal responsável pelas emissões deste composto, especialmente em refinarias e caldeiras queimando combustíveis com elevados teores de enxofre. Trata-se de um gás acidificante, muito solúvel em água, que pode dar origem ao ácido sulfúrico (H₂SO₄), contribuindo portanto para a formação de chuvas ácidas, levando à acidificação das águas e solos, provocando lesões em plantas e degradação de materiais.

No que respeita às concentrações de SO₂, no ar ambiente, o Decreto-Lei N^o 102/2010, de 23 de Setembro, fixa para este poluente os requisitos legais descritos no Anexo I e que se discriminam nos subcapítulos seguintes.

Este poluente é monitorizado em 3 estações, de tipologias diferentes: Meco – Perafita e Seara - Matosinhos, do tipo industrial e Douro Norte, do tipo rural de fundo.

3.1.2.1 – Valor limite horário de SO₂ para proteção da saúde humana

O valor limite horário de SO₂ para proteção da saúde humana é de 350 µg/m³, o qual não pode ser excedido mais do que 24 horas em cada ano civil.

Na figura 5 apresentam-se os máximos horários de SO₂, registados em 2013 e a sua comparação com o respetivo valor limite. A estação de Meco – Perafita foi excluída desta análise por ter tido uma eficiência de funcionamento inferior a 85%.

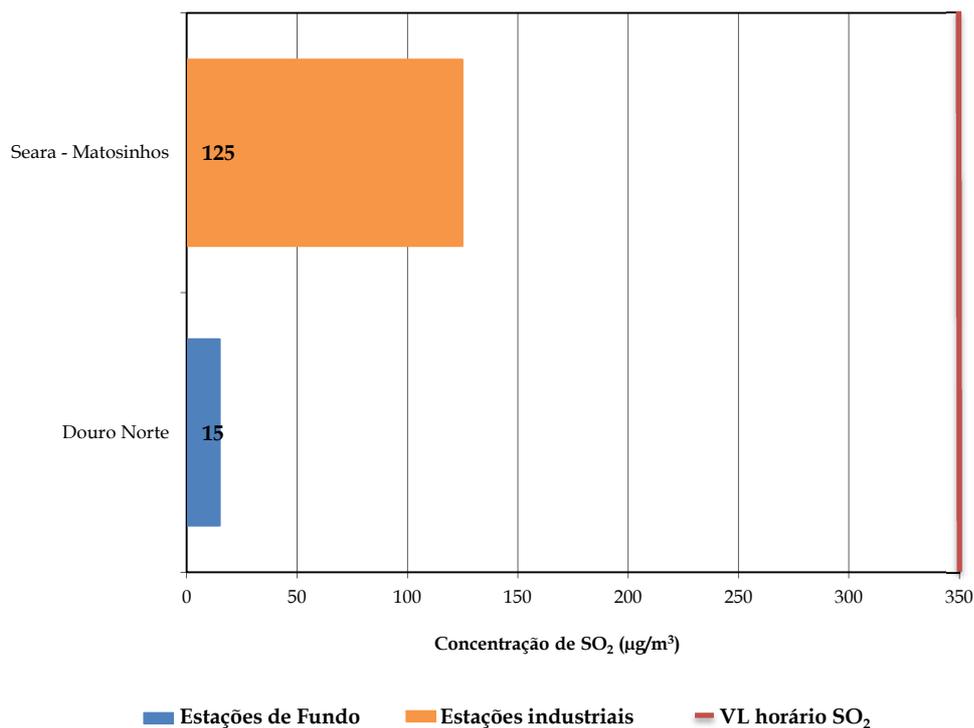


Figura 5 - Máximos horários de SO₂, em 2013

Em 2013, não se registaram excedências ao valor limite horário de SO₂ para proteção da saúde humana.

É de referir a enorme discrepância na grandeza dos valores dos máximos horários obtidos em cada estação. O motivo é o facto de estas duas estações serem de tipologias muito diferentes. A estação de Seara - Matosinhos está sob a influência de emissões industriais enquanto a de Douro Norte, em Vila Real, sendo rural de fundo, não monitoriza a qualidade do ar resultante das emissões diretas de nenhuma fonte em particular, representando a poluição a que qualquer cidadão, mesmo que viva longe de fontes de emissão, está sujeito.

3.1.2.2 - Valor limite diário de SO₂ para proteção da saúde humana

O valor limite diário de SO₂ é de 125 µg/m³, o qual não deve ser excedido mais do que 3 dias em cada ano civil.

Em 2013 não se registaram situações de incumprimento deste valor limite, em nenhuma das 2 estações, tal como se verifica da figura 6.

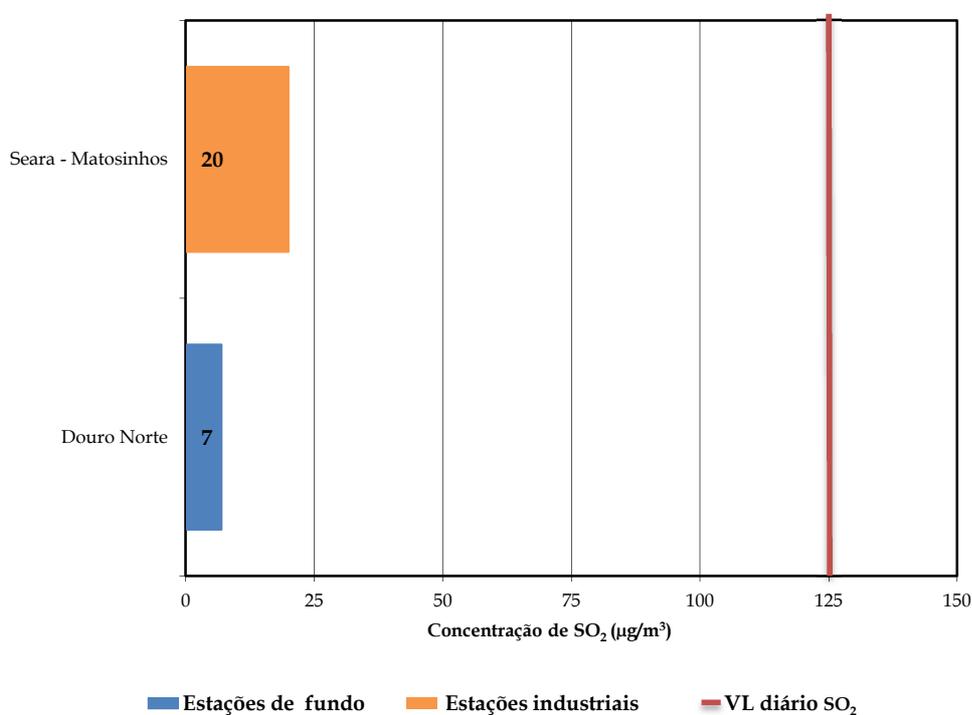


Figura 6 - Máximos diários de SO₂, em 2013

3.1.2.3 - Nível crítico de SO₂ para proteção dos ecossistemas

O nível crítico de SO₂ para proteção dos ecossistemas é de 20 µg/m³, tendo em conta o ano civil e o período de Inverno (de 1 de Outubro a 31 de Março).

Os locais de amostragem, cujo objetivo é a proteção da vegetação e dos ecossistemas, devem estar instalados pelo menos a 5 km de autoestradas, zonas industriais ou áreas residenciais, ou a 20 km das aglomerações, de modo a serem representativos da qualidade do ar de pelo menos uma área de 1000 km². Assim, para análise do nível crítico de SO₂ entra-se em conta apenas com a estação rural de fundo de Douro Norte, localizada em Vila Real.

Na figura 7 apresentam-se as médias anuais e de Inverno de SO₂, registadas na estação de Douro Norte. Constata-se que não ocorreram excedências do nível crítico de SO₂ para proteção dos ecossistemas.

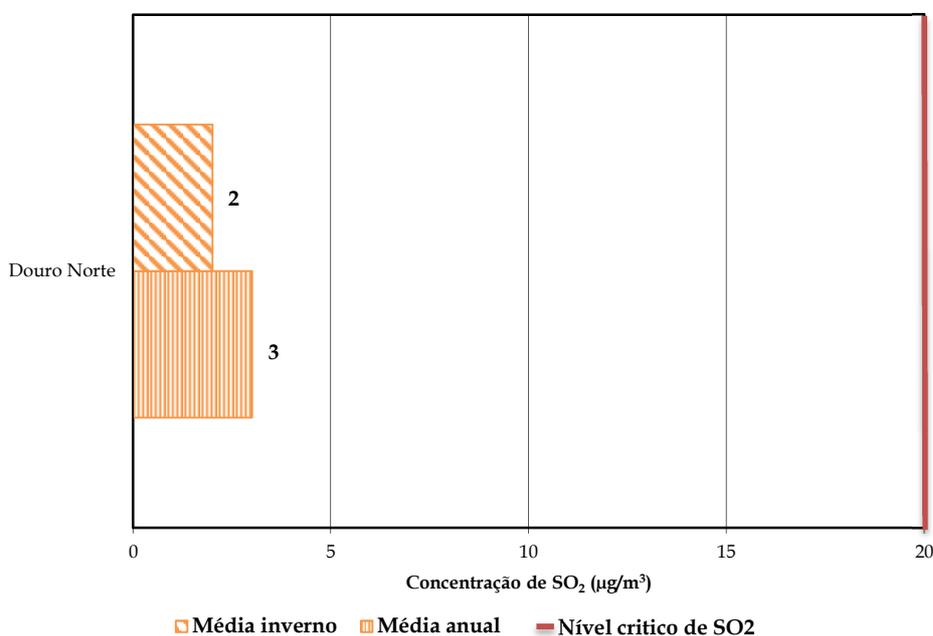


Figura 7 - Média anual e de Inverno de SO₂, na estação Douro Norte, em 2013

3.1.2.4 - Limiar de alerta

O limiar de alerta para o SO₂, definido no Decreto-Lei N^o 102/2010, de 23 de Setembro, é de 500 µg/m³, medido em três horas consecutivas.

Em 2013, à semelhança dos últimos anos, não se registou nenhum episódio de ultrapassagem deste limiar.

3.1.3 - Compostos orgânicos voláteis (COV)

O grupo dos compostos orgânicos voláteis (COV) inclui compostos orgânicos facilmente evaporáveis, sendo habitual distinguir-se o grupo dos compostos orgânicos voláteis, exceto metano (COVNM), do próprio metano (CH₄), que constitui o hidrocarboneto mais usual no ar ambiente.

A emissão de COV para a atmosfera pode ter origem tanto em processos naturais como em processos antropogénicos.

As tintas, os produtos de proteção de superfícies, de limpeza de metais e os utilizados em lavandarias contêm solventes que estão na origem da emissão antropogénica de quantidades significativas de COV. As fontes móveis, em particular os transportes rodoviários, constituem outra das importantes fontes deste tipo, não só devido às emissões dos gases de exaustão, mas também como resultado da evaporação de combustíveis.

Na RMQA da Região Norte efetua-se a monitorização em contínuo de um grupo de compostos orgânicos aromáticos - o BTX: benzeno, tolueno, etilbenzeno, m+p-xileno oxileno. O transporte rodoviário e a evaporação de gasolina são referidos como as principais fontes dos compostos aromáticos tais como o tolueno, o benzeno e os xilenos. Por outro lado, algumas atividades humanas relacionadas com o uso dos solventes podem também contribuir para concentrações elevadas de tolueno, etilbenzeno e m+p-xileno.

A monitorização de BTX justifica-se por dois motivos essenciais: por um lado, são compostos bastante reativos, sendo considerados substâncias precursoras do ozono, e por outro lado, algumas destas substâncias, como por exemplo o benzeno, são conhecidas pelo seu carácter cancerígeno.

O tolueno é considerado o hidrocarboneto mais abundante na troposfera, sendo a sua dispersão dependente em grande medida das condições meteorológicas. O principal mecanismo de remoção é a sua reação com o radical hidroxilo. Assim, no Inverno o tempo de vida do tolueno pode ser de vários meses, enquanto que, no Verão é de vários dias. O benzeno apresenta um tempo de residência menor que varia entre algumas horas a alguns dias, dependendo das condições climáticas e da concentração de outros poluentes. A reação com os radicais hidroxilo é também a forma de degradação mais importante, sendo também removido pela chuva.

Na Região Norte o poluente BTX é monitorizado em quatro estações, com duas tipologias diferentes: Padre Moreira Neves e Cónego Dr. Manuel Faria, ambas do tipo de tráfego, Meco - Perafita e Seara - Matosinhos, do tipo industrial.

No que respeita à concentração de BTX na atmosfera, o Decreto-Lei N^o 102/2010, de 23 de Setembro, regulamenta apenas o benzeno, cujos parâmetros estatísticos se apresentam no anexo I. Para os outros compostos, tais como o tolueno, etilbenzeno, m+p-xileno e o-xileno a Organização Mundial de Saúde (OMS) estabelece valores guia, igualmente descritos no anexo I

Para o Benzeno, o Decreto-Lei N^o 102/2010, de 23 de Setembro, fixa um valor limite anual para proteção da saúde humana, de 5 µg/m³.

As médias anuais de benzeno registadas nas estações de Padre Moreira Neves, Cónego Dr. Manuel Faria, Meco - Perafita e Seara - Matosinhos apresentam-se na figura 8.

Apenas Meco - Perafita obteve uma eficiência de funcionamento superior a 85%. No entanto são apresentados os resultados das outras três estações com carácter meramente indicativo

Nenhuma destas estações registou situações de incumprimento face ao valor limite anual deste poluente, em 2013.

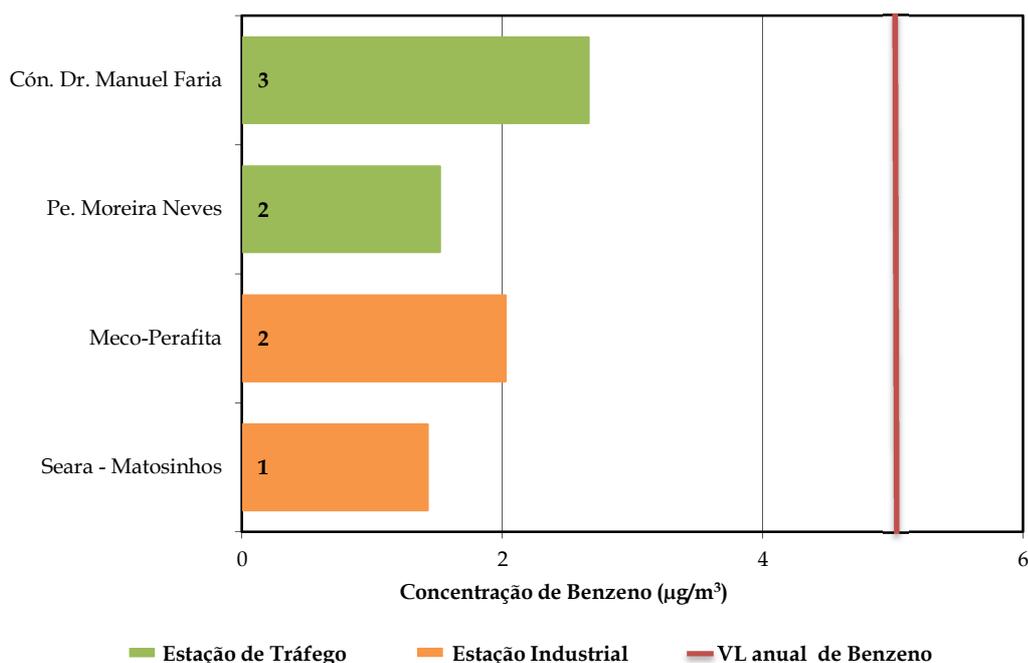


Figura 8 - Médias anuais de Benzeno, em 2013

No que se refere às medições de Tolueno, Etilbenzeno, M+p-xileno e O-xileno, apresentam-se, na figura 9, as médias anuais de concentração destes poluentes nas quatro estações acima referidas.

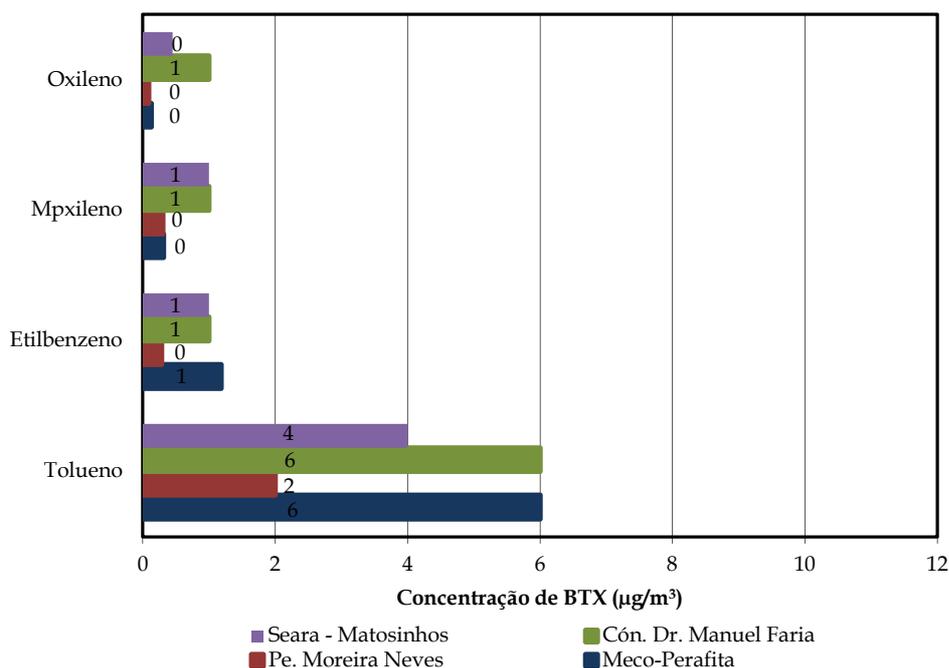


Figura 9 - Médias anuais de Tolueno, Etilbenzeno, M+P-Xileno e O-Xileno, em 2013

No que diz respeito ao Tolueno, as médias anuais da estação de Cón. Dr. Manuel Faria (tráfego) e Meco - Perafita (industrial) são as mais elevadas ($6 \mu\text{g}/\text{m}^3$), seguidas por Seara - Matosinhos com $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$, cuja tipologia é igualmente industrial.

Os resultados de Etilbenzeno e M+P-Xileno foram superiores nas estações de Seara - Matosinhos e Cón. Dr. Manuel Faria. Relativamente ao O-Xileno, a estação de Cón. Dr. Manuel Faria foi a que registou níveis mais elevados.

3.1.4 – Partículas (PM10 e PM2,5)

As PM10 (partículas com diâmetro aerodinâmico equivalente inferior a 10 μm) na atmosfera podem resultar de emissão direta (PM10 primárias) ou da emissão de precursores de partículas parcialmente transformados em partículas através de reações químicas atmosféricas (PM10 secundárias). As fontes de emissão de partículas podem ser naturais, como as erupções vulcânicas, os fogos florestais, a ação do vento sobre os solos e as superfícies aquáticas ou de origem antropogénica. As principais fontes de origem humana envolvem o tráfego automóvel, a queima de combustíveis fósseis e as atividades industriais.

A perigosidade das partículas depende do seu tamanho e da sua composição química.

Os efeitos das partículas na saúde humana manifestam-se sobretudo ao nível do aparelho respiratório, dependendo da sua composição química e do local onde estas se depositam. Assim, as partículas de maiores dimensões são normalmente filtradas, ao nível do nariz e das vias respiratórias superiores, podendo estar relacionadas com irritações e hipersecreção das mucosas. Já as partículas de menores dimensões, com um diâmetro aerodinâmico inferior a 10 μm (PM10) são normalmente mais nocivas uma vez que se depositam ao nível das unidades funcionais do aparelho respiratório. As partículas de diâmetro inferior a 2,5 μm (PM2,5) podem mesmo atingir os alvéolos pulmonares e penetrar no sistema sanguíneo.

Nos meios urbanos, as partículas são essencialmente geradas pelas emissões de tráfego e pela combustão doméstica. As instalações de combustão, nomeadamente as centrais termoelétricas, bem como as caldeiras de pequenas dimensões, os processos industriais que geram diversas formas de poeiras e a agricultura, constituem fontes adicionais de PM10.

Os eventos naturais, tais como o transporte de partículas provenientes do deserto do Saara, incêndios florestais ou ressuspensão de partículas, podem influenciar igualmente as concentrações de PM10.

Em 2013, identificaram-se um total de 84 dias de episódios de intrusão de poeiras com origem no Norte de África, sobre o território de Portugal, sendo que apenas 15 dos quais influenciaram a Região Norte. Na Figura 10 apresenta-se a distribuição mensal da ocorrência destes episódios nesta Região. Comparativamente com os anos anteriores, os episódios que afetaram a Região Norte foram menos e não foram homogêneos ao longo do ano.

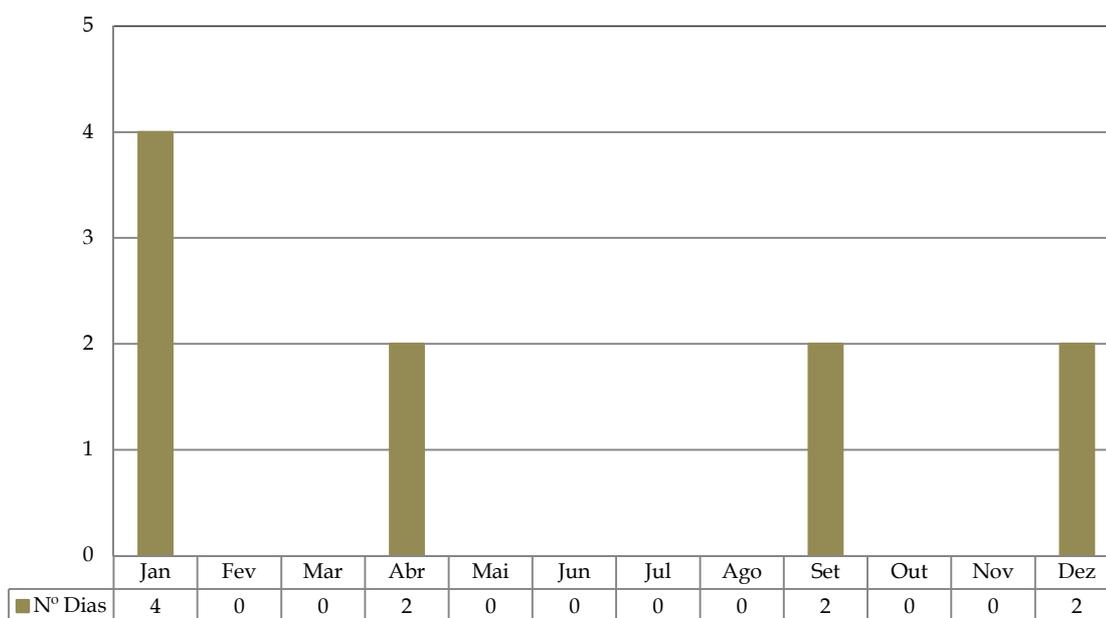


Figura 10 - Distribuição mensal do nº dias de intrusão de poeiras do Norte de África, na Região Norte, em 2013

O Decreto-Lei 102/2010, de 23 de Setembro, estipula que as CCDR devem elaborar listas das zonas e aglomerações onde as excedências aos valores limite de PM10 são imputáveis a fontes naturais. Caso a excedência registada seja imputável apenas a este tipo de fonte, esta não é considerada para efeitos de cumprimento dos valores limite fixados neste diploma legal.

Quer isto dizer que, anualmente, é necessário avaliar a origem de cada episódio de ultrapassagem do valor limite (diário e anual) de PM10 e efectuar o respectivo desconto aos dias em que a origem é exclusivamente de fontes naturais.

A metodologia de desconto de fontes naturais utilizada para o ano 2013, é a mesma que nos anos anteriores e está descrita no documento “Identificação e Avaliação de Eventos Naturais no ano de 2013 em Portugal”, Ferreira *et al.*, 2014.

3.1.4.1 – Valor limite diário de PM10 para proteção da saúde humana

O Decreto-Lei N° 102/2010, de 23 de Setembro, define um valor limite de PM10, para proteção da saúde humana, com base diária, de 50 µg/m³, o qual não deve ser excedido mais do que 35 dias em cada ano civil.

Na Rede de Monitorização da Qualidade do Ar da Região Norte o poluente PM10 é monitorizado nas 21 estações e as PM2,5 em 5 estações.

Na figura 11 apresenta-se o número de ultrapassagens ao valor limite diário de PM10 registadas em 2013. As estações de Cón. Dr Manuel Faria, Leça do Balio, Pe. Moreira Neves e Anta-Espinho foram excluídas desta análise, por terem registado uma eficiência de funcionamento inferior a 85%. O mesmo aconteceu com a estação de Vila Nova da Telha, cuja eficiência foi de 0%, uma vez que o analisador de PM10 teve problemas técnicos que impediram o seu funcionamento.

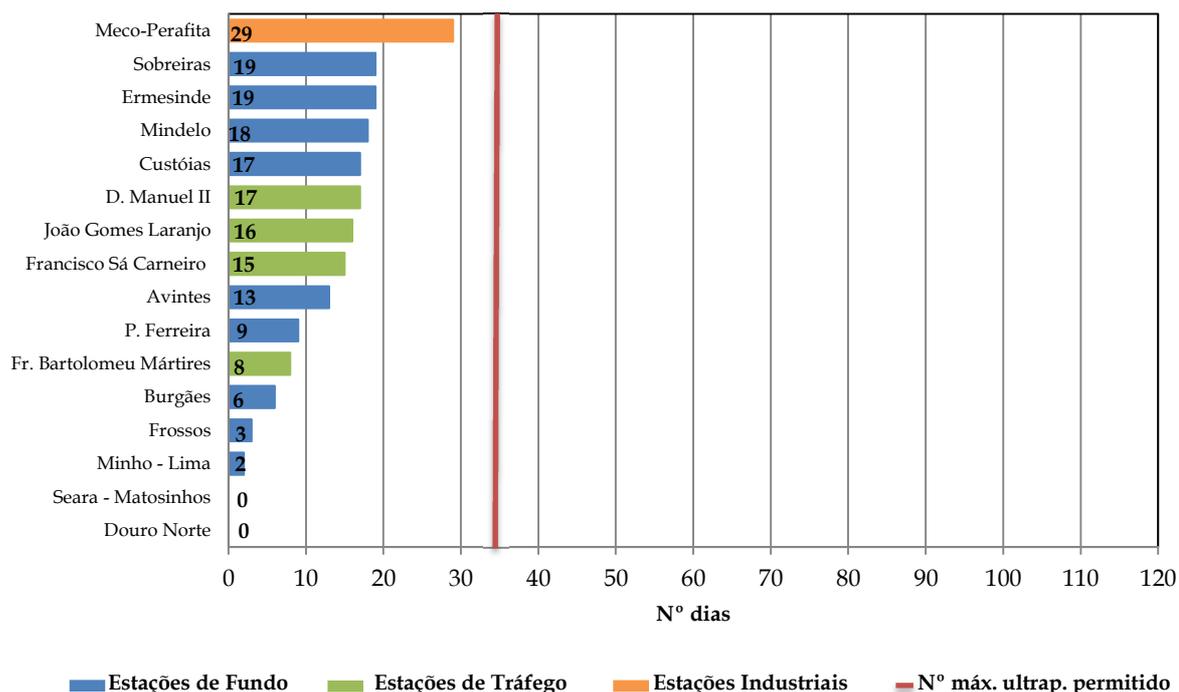


Figura 11 - Nº ultrapassagens ao valor limite diário de PM10, em 2013

Em 2013, não se registaram excedências ao valor limite diário para proteção da saúde humana, ao contrário dos anos anteriores.

Na Região Norte tem-se verificado a ultrapassagens do valor limite diário de PM10 para proteção da saúde humana, desde 2001.

Para fazer face a esta situação e dando cumprimento à obrigação legal, a CCDR-N elaborou o Plano de Melhoria da Qualidade do Ar da Região Norte para as PM10, aplicável às aglomerações Porto Litoral, Vale do Ave e Vale do Sousa, que foi publicado pela Portaria nº 716/2008, de 6 de Agosto.

Para a efetiva implementação deste Plano, que continha uma série de medidas de minimização das emissões de PM10, nas aglomerações acima referidas, foi executado o respetivo Programa de Execução do Plano de Melhoria da Qualidade do Ar na Região do Norte (PERN), entre 2009 e 2011.

O PERN visou medidas essencialmente direcionadas para o setor do tráfego automóvel, indústria, combustão doméstica, construção civil e agricultura e florestas.

Nas figuras 12 e 13 pode-se observar a evolução, no período em análise, do número de estações em incumprimento do valor limite diário de PM10.

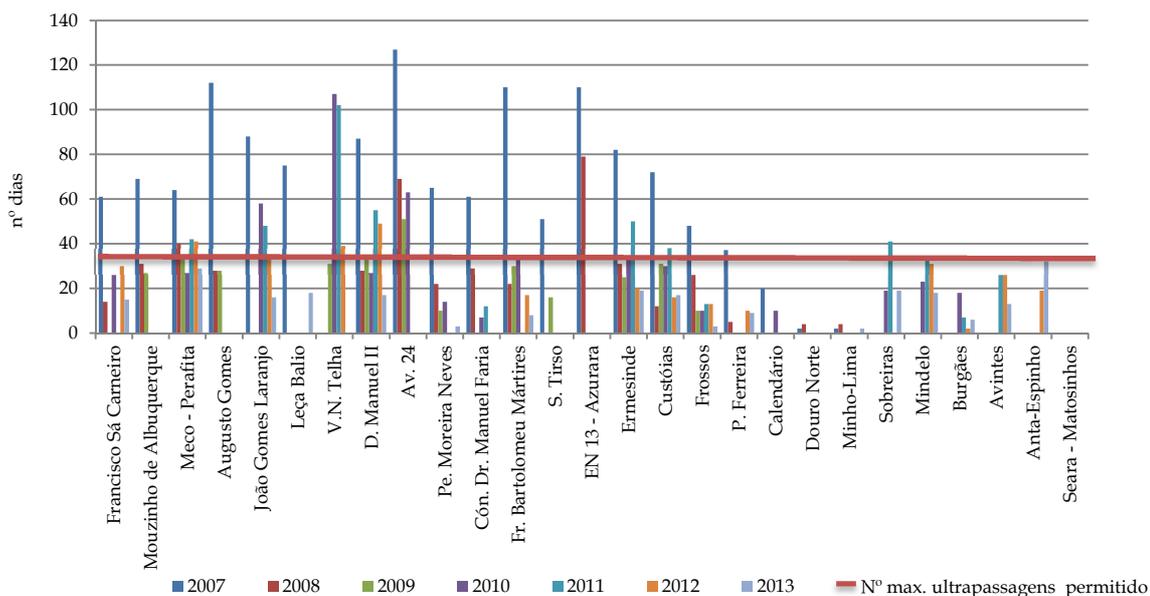


Figura 12 - Estações com excedência do valor limite diário de PM10, entre 2007 e 2013

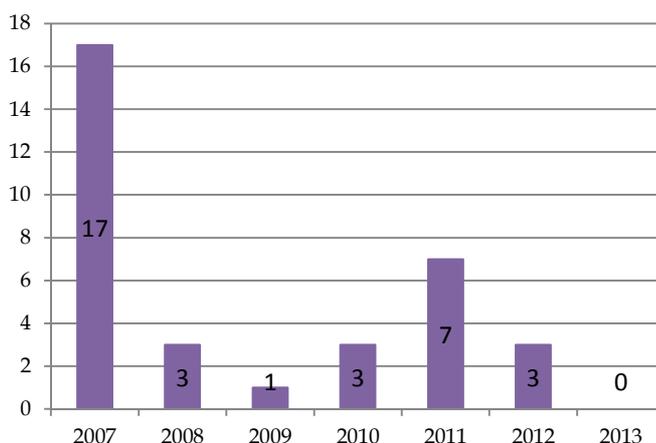


Figura 13 - Evolução do nº de estações com excedência do valor limite diário de PM10, entre 2007 e 2013

O ano de 2011 contrariou a tendência de descida do número de estações em incumprimento do valor limite diário de PM10 que se vinha a registar. As condições meteorológicas verificadas em 2011, tiveram uma influência importante, nomeadamente o facto de este ano, ter sido um dos mais quentes em relação à temperatura máxima registada, nos meses de Abril, Maio, Junho, Setembro e Outubro, com registo de temperaturas mínimas muito acima do valor normal, em Abril e Maio e, ainda, a ocorrência de cinco Ondas de Calor.

Por outro lado, a combustão doméstica poderá igualmente ter tido uma grande influência, dado que, a maioria das excedências das estações urbanas de fundo, se registaram nos meses de Inverno.

Salienta-se ainda os resultados obtidos em 2012, uma vez que houve um decréscimo significativo do número de estações com ultrapassagem do valor limite diário de PM10 (apenas três: Meco - Perafita, Vila Nova da Telha e D. Manuel II) e o facto de em 2013 não terem ocorrido situações de incumprimento deste valor limite.

3.1.4.2 – Valor limite anual de PM10 para proteção da saúde humana

O valor limite de PM10 para a proteção da saúde humana, com base anual é de 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Na figura 14 apresentam-se as médias anuais de PM10, registadas nas estações da RMQA-RN, em 2013. Excluíram-se desta análise as estações de Cón. Dr Manuel Faria, Leça do Balio, Pe. Moreira Neves, Anta - Espinho e Vila Nova da Telha, por terem registado uma eficiência de funcionamento inferior a 85%.

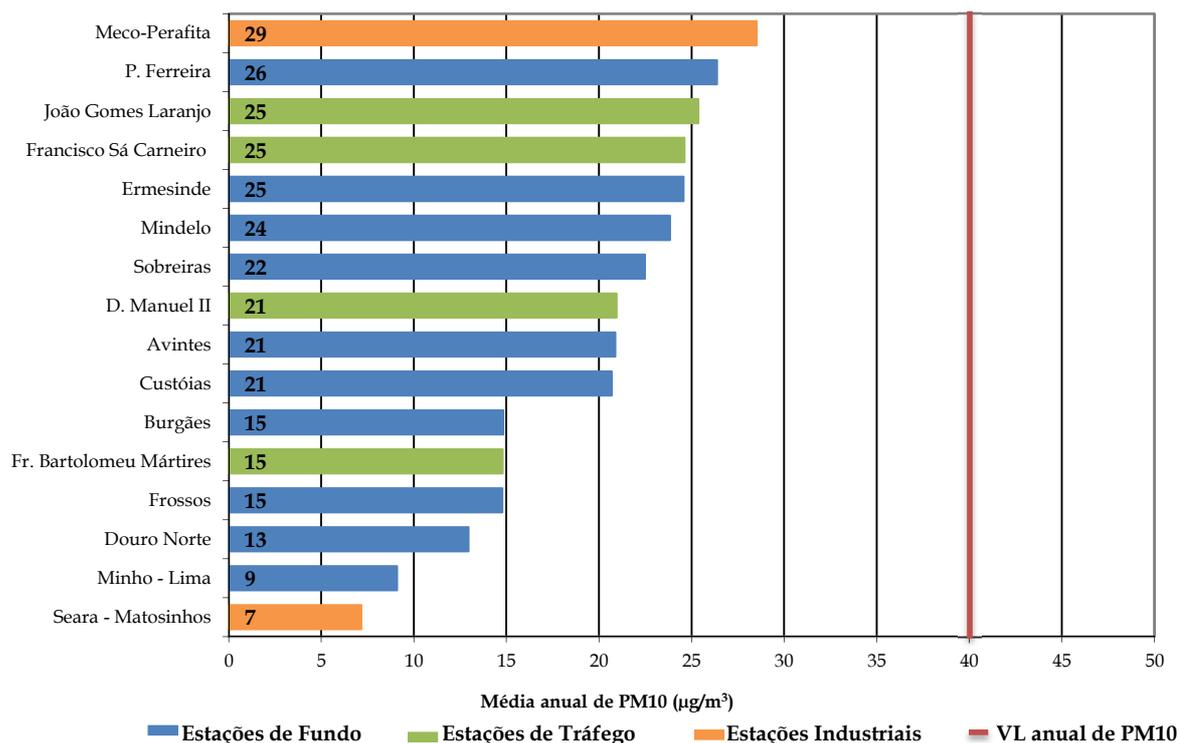


Figura 14 – Médias anuais de PM10, em 2013

Em 2013 nenhuma estação registou situação de incumprimento do valor limite anual de PM10, sendo que a média mais elevada registada pertence à estação industrial de Meco – Perafita.

Fazendo a análise dos níveis de PM10 obtidos no período compreendido entre 2007 e 2013 (figuras 15 e 16), observa-se que não ocorreram situações de incumprimento deste valor limite desde 2012.

No que se refere aos incumprimentos, em 2007, das quatro estações com ultrapassagens, três delas (Augusto Gomes, Av. 24 e EN 13 – Azurara), encontravam-se mal localizadas em termos de micro escala, pelo que tiveram de ser realocizadas, tendo permanecido apenas a estação de Circular Sul. Em 2010 e 2011 as excedências ao valor limite anual registaram-se na estação de Vila Nova da Telha, devido a obras que ocorreram na envolvente.

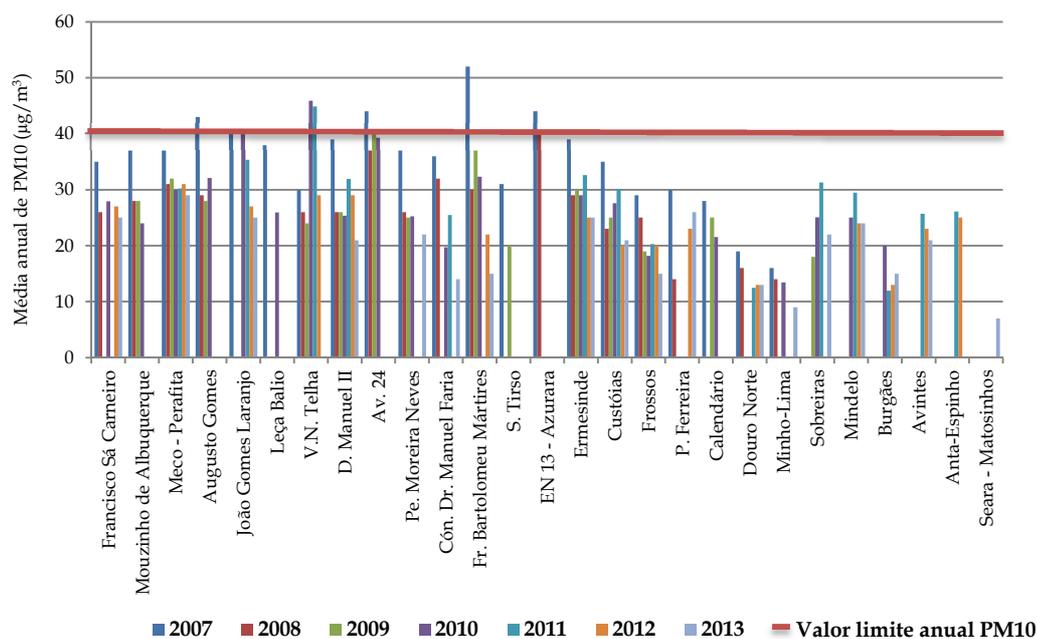


Figura 15 - Médias anuais de PM10 registadas, entre 2007 e 2013

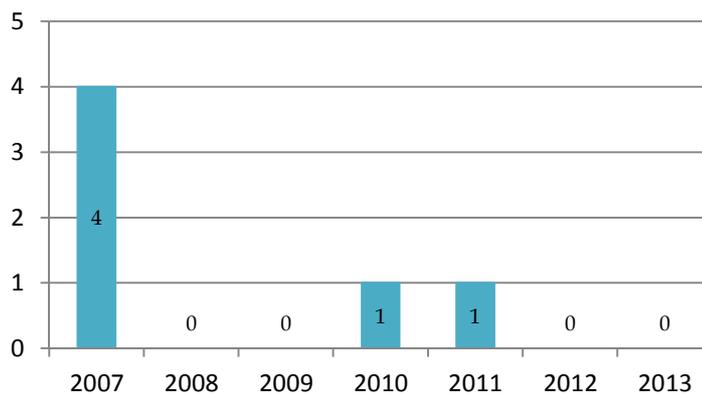


Figura 16 - Evolução do nº de estações com excedência do valor limite anual de PM10, entre 2007 e 2013

3.1.4.3 – Valor alvo de PM2.5

O valor alvo de PM_{2,5} é de 25 µg/m³, a cumprir desde 1 de Janeiro de 2010, o qual irá transformar-se em valor limite, a partir de 2015.

Este poluente é monitorizado em cinco estações da RMQA-RN. Na figura 8 apresentam-se as médias anuais de PM_{2,5}, obtidas em 2013. Excluiu-se a estação de Minho – Lima, porque o analisador esteve fora de funcionamento durante todo o ano devido a uma avaria.

Das restantes estações apenas a de Paços de Ferreira obteve uma eficiência de funcionamento superior a 85%, pelo que os resultados de Sobreiras, Douro Norte e D. Manuel II apresentam-se apenas a título indicativo.

Na figura 17 apresentam-se as médias anuais de PM_{2,5}, registadas em 2013.

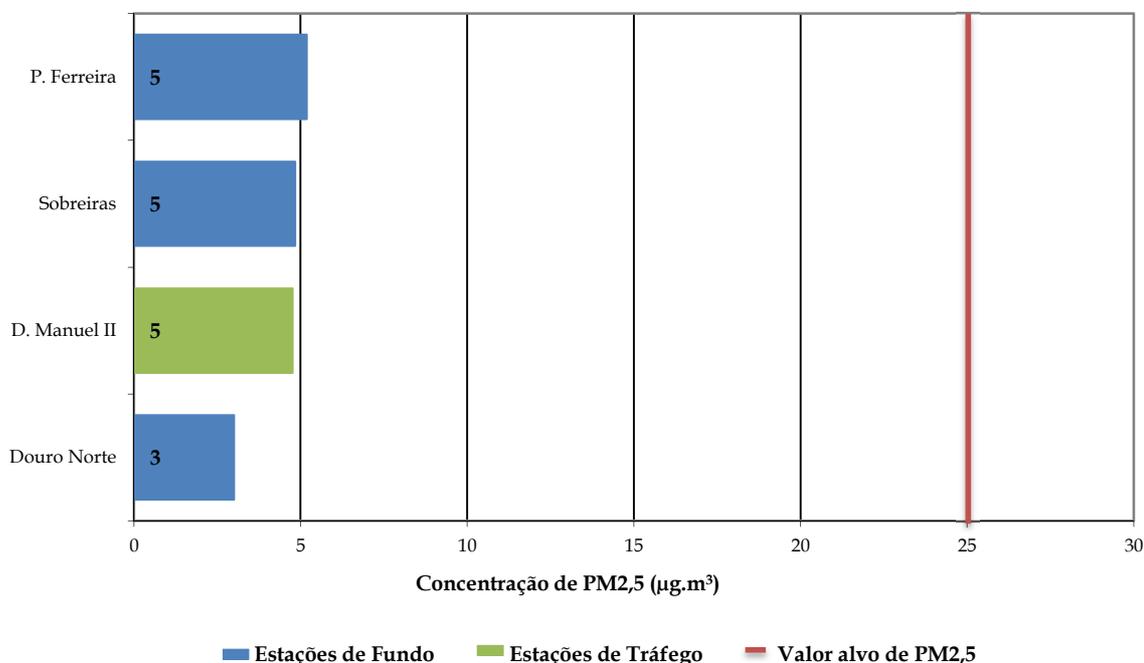


Figura 17 – Médias anuais de PM_{2,5}, em 2013

Com o objetivo de obter, a nível Nacional, uma redução contínua da exposição a este poluente nas estações urbanas de fundo, o Decreto-Lei N^o 102/2010, de 23 de Setembro define um Indicador de Exposição Média (IEM), calculado em relação a médias de 3 anos, a partir de 2009.

Assim, o IEM baseia-se em medições em estações urbanas de fundo, em zonas e aglomerações de todo o território Nacional, devendo ser avaliado anualmente como uma concentração média deslizando trianual de todos os pontos de amostragem. O ano para a observância do objetivo de redução de exposição é 2020.

Tendo em conta a concentração média de PM_{2,5}, relativa aos anos de 2011, 2012 e 2013 obteve-se o valor do IEM, para o ano de referência de 2013, a nível Nacional, de 8,70 ug/m³, a que corresponde um objetivo de redução de 10 %, tendo em conta que estamos no intervalo entre 8,5 ug/m³ e 13 ug/m³.

Para este cálculo foram consideradas cinco estações de monitorização a nível Nacional, incluindo as de Sobreiras e de Paços de Ferreira, pertencentes à RMQA da Região Norte.

3.2 – Poluentes em situação de excedência dos requisitos legais

3.2.1 – Óxidos de azoto (NO_x, NO₂ e NO)

Os óxidos de azoto (NO_x), onde se incluem o dióxido de azoto (NO₂) e o monóxido de azoto (NO) têm origem em fontes antropogénicas, principalmente ao nível da combustão de combustíveis fósseis e em fontes naturais tais como as descargas elétricas na atmosfera ou certas transformações microbianas (Borrego *et al.*, 2009)

Em processos de combustão, o azoto reage com o oxigénio, produzindo maioritariamente monóxido de azoto – NO (cerca de 90%), oxidado posteriormente a dióxido de azoto – NO₂, pelos oxidantes presentes na atmosfera. O NO₂ é, de entre os óxidos de azoto (NO_x), o mais importante em termos da saúde humana. Para as concentrações normalmente presentes na atmosfera, o NO não é considerado um poluente perigoso.

O NO₂ é um gás tóxico, facilmente detetável pelo odor, muito corrosivo e um forte agente oxidante. Pode provocar lesões nos brônquios e nos alvéolos pulmonares e aumentar a reatividade a alérgenos de origem natural.

Por outro lado, os óxidos de azoto (NO_x) podem também provocar efeitos nocivos sobre a vegetação, quando presentes em concentrações elevadas, tais como danos nos tecidos das folhas e redução do crescimento. Verificam-se ainda danos em materiais provocados por concentrações elevadas de NO_x na atmosfera, sendo os polímeros naturais e sintéticos os mais afetados.

A legislação nacional em matéria de qualidade do ar ambiente estipula valores limite apenas para o NO₂ e NO_x (Anexo I). O NO é monitorizado em conjunto com NO_x e NO₂, em 19 estações, de diferentes tipologias: tráfego, fundo e industriais.

3.2.1.1 - Valor limite horário de NO₂ para proteção da saúde humana

O valor limite de NO₂ para proteção da saúde humana, com base horária é de 200 µg/m³. Este valor limite foi sujeito a uma margem de tolerância até 2009 e não deve ser excedido mais do que 18 horas em cada ano civil.

Na figura 18 apresentam-se os máximos horários de NO₂ registados nas estações da RMQA-RN, em 2013 e a sua comparação com o valor limite horário. Foram excluídas desta análise as estações de Pe. Moreira Neves (Paredes), Francisco Sá Carneiro (Porto), e de João Gomes Laranjo (Matosinhos) por não terem obtido eficiências de funcionamento iguais ou superiores a 85%.

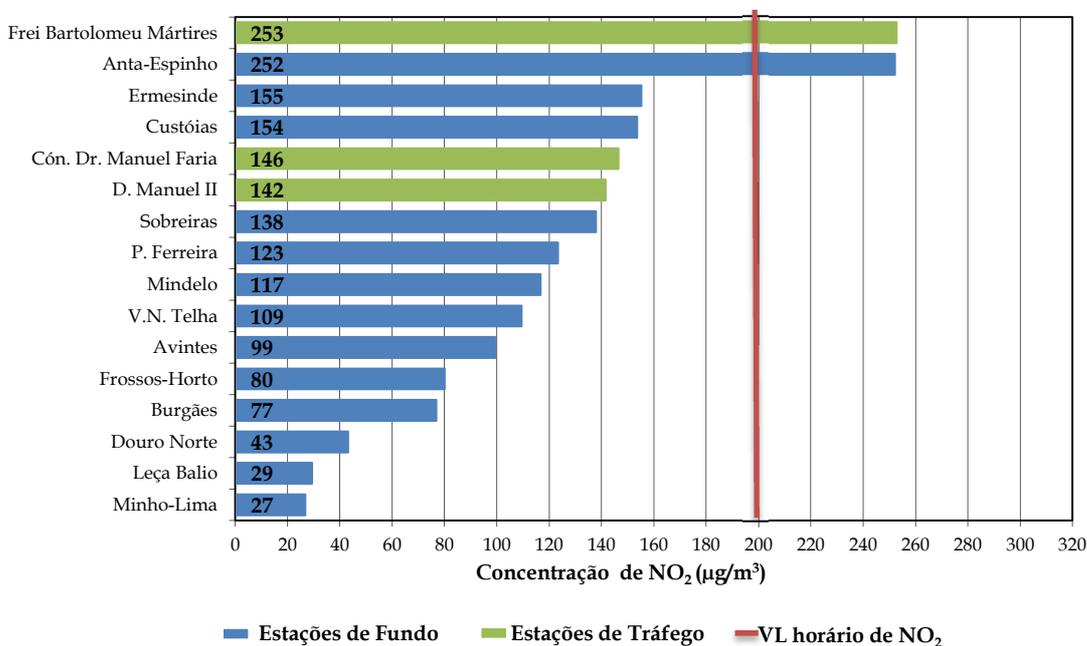


Figura 18 - Máximos horários de NO₂, registados em 2013

As estações de Anta - Espinho e de Frei Bartolomeu Mártires (Braga), registaram ultrapassagens ao valor limite horário de NO₂. Contudo, estas estações não se encontram em situação de incumprimento legal, uma vez que não excederam as 18 horas permitidas, por ano civil.

De facto, na estação localizada em Espinho observaram-se 5 horas de ultrapassagens e na de Frei Bartolomeu Mártires 8 horas com valores superiores a 200 µg/m³.

Relativamente à evolução do número de excedências do valor limite horário de NO₂, entre 2007 e 2013, na figura 19 apresenta-se o número de estações que registaram excedências do valor limite horário de NO₂.

Apenas a estação de Ermesinde ultrapassou, em 2009 as 18 horas, por ano civil, permitido pelo Decreto-Lei N^o 102/2010, de 23 de Setembro.

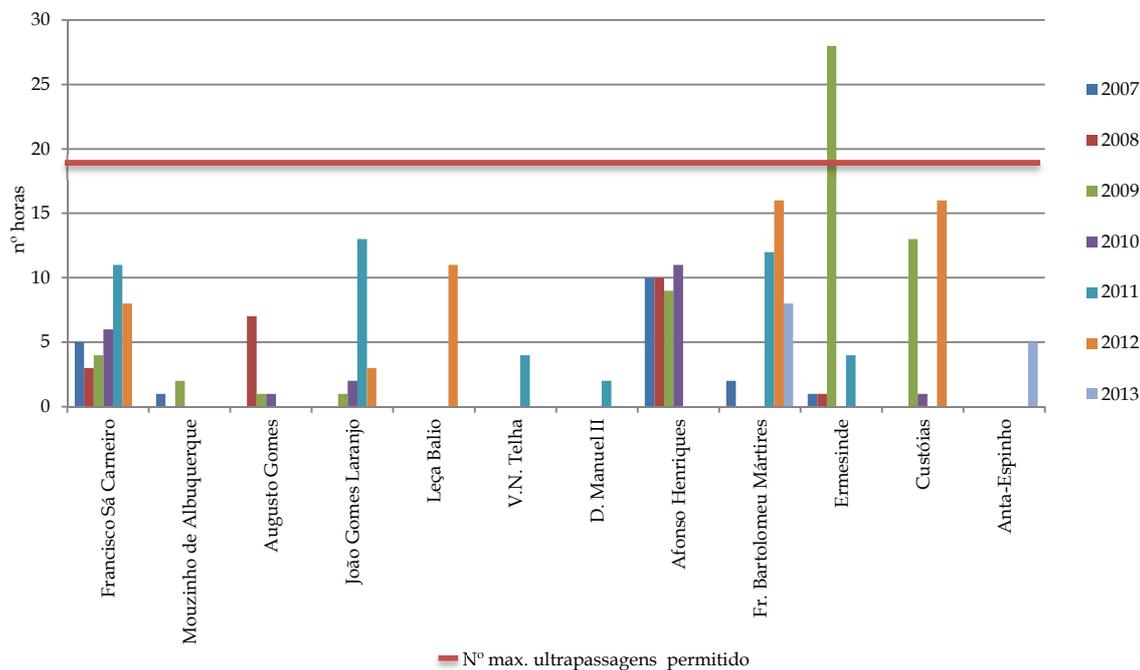


Figura 19 - Evolução do n^o de excedências do valor limite horário + MT de NO₂, registadas entre 2007 e 2013

À exceção do que aconteceu na estação de Ermesinde, que resultou da influência das emissões provenientes de algumas atividades de carácter excepcional, nomeadamente a construção de um centro comercial, a asfaltagem das ruas próximas e o arranjo do jardim onde a estação está inserida, na região norte os níveis de NO₂ têm sido, ao longo do tempo, inferiores ao valor limite horário fixado na legislação

3.2.1.2 – Valor limite anual de NO₂ para proteção da saúde humana

O valor limite para proteção da saúde humana, com base anual é de 40 µg/m³. Este valor limite foi sujeito a uma margem de tolerância até 2009.

As médias anuais de NO₂, registadas em 2013, foram inferiores ao valor limite anual legislado para este poluente, com exceção da estação de tráfego de Frei Bartolomeu Mártires, localizada em Braga (figura 20).

Foram excluídas desta análise as estações de Pe. Moreira Neves (Paredes), Francisco Sá Carneiro (Porto), e de João Gomes Laranjo (Matosinhos) por não terem tido eficiências de funcionamento iguais ou superiores a 85%.

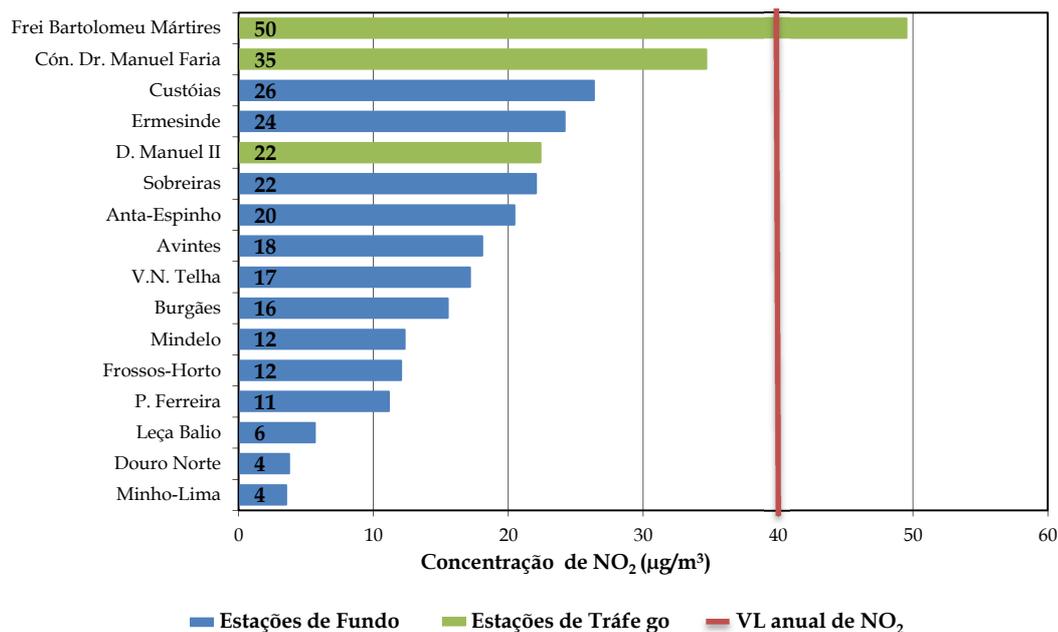


Figura 20 - Médias anuais de NO₂, em 2013

Na figura 21 apresenta-se uma evolução das médias anuais registadas em anos anteriores, concretamente no período compreendido entre 2007 e 2013, fazendo-se uma comparação com o valor limite a cumprir a partir de 2010.

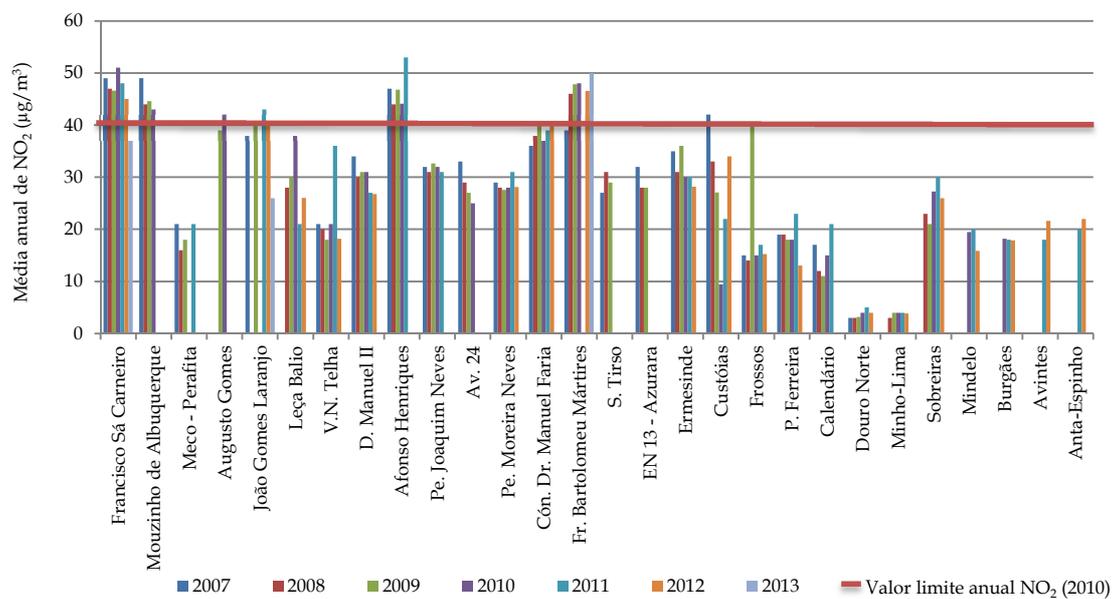


Figura 21 - Médias anuais de NO₂ registadas, entre 2007 e 2013

Na figura 22 faz-se um registo da evolução do número de estações em situação de incumprimento do valor limite anual de NO₂, desde 2007.

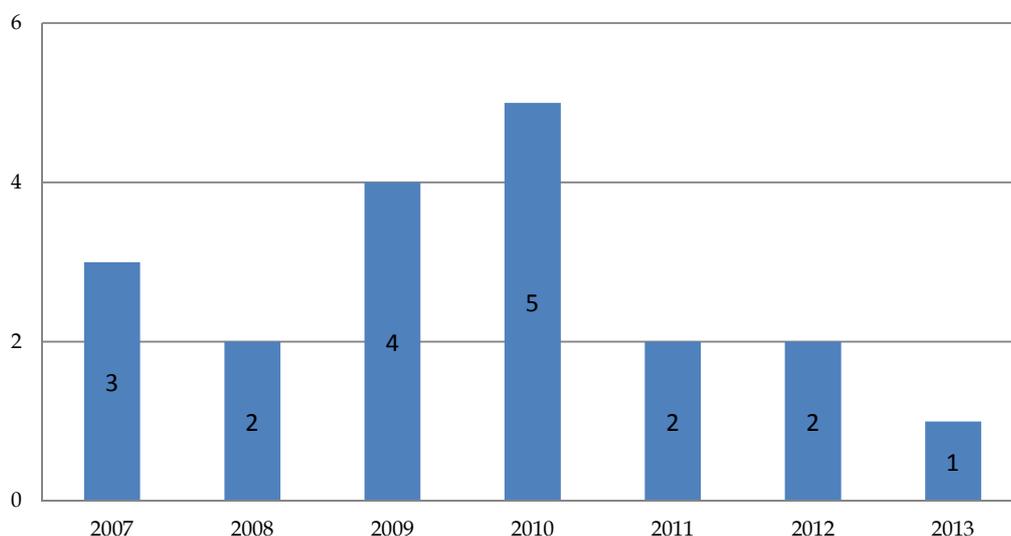


Figura 22 - Evolução do nº de estações com excedência ao valor limite anual de NO₂, entre 2007 e 2013

Da análise das figuras 20 e 21 verifica-se que, independentemente da aplicação da margem de tolerância aplicada ao valor limite anual de NO₂ até 2009 (Anexo I), as estações de tráfego: Francisco Sá Carneiro, Mouzinho de Albuquerque, Augusto Gomes, João Gomes Laranjo, Afonso Henriques e Fr. Bartolomeu Mártires, tiveram, entre 2007 e 2013, registo de excedência do valor limite a cumprir em 2010, o qual é de 40 µg/m³.

Como já foi referido neste relatório, as estações de Mouzinho de Albuquerque, Augusto Gomes e Afonso Henriques foram realocizadas por não cumprirem os critérios de localização de micro-escala.

A estação de Francisco Sá Carneiro registou, até 2012, incumprimento do valor limite anual. A de Frei Bartolomeu Mártires iniciou um comportamento igual em 2008, mantendo-se até 2013. Em 2011, esta estação registou uma média anual superior ao

valor limite, apesar de não estar patente no gráfico 20, por não ter tido uma eficiência de funcionamento superior a 85%.

A estação localizada na Senhora da Hora (João Gomes Laranjo) obteve médias anuais superiores ao valor limite de NO₂, desde 2009, tendo registado um decréscimo em 2012 e 2013.

3.2.1.3 - Limiar de alerta de NO₂

O limiar de alerta para o NO₂, fixado no Decreto-Lei N^o 102/2010, de 23 de Setembro, é de 400 µg/m³, medido em pelo menos 3 horas consecutivas. Em 2013 não se registaram situações de excedência a este valor limite.

3.2.1.4 - Nível crítico de NO_x para proteção da vegetação

O nível crítico de NO_x para proteção da vegetação, fixado na legislação, é de 30 µg/m³. Os locais de amostragem, cujo objetivo é a proteção da vegetação e dos ecossistemas, devem estar instalados pelo menos a 5 km de autoestradas, zonas industriais ou áreas residenciais, ou a 20 km das aglomerações, de modo a serem representativos da qualidade do ar de pelo menos uma área de 1000 km². Por esta razão, para análise deste valor limite entra-se em conta apenas com as estações rurais de fundo, que pelas suas características de localização em micro e macro escala, cumprem os requisitos referidos.

Na figura 23 apresentam-se as médias anuais de NO_x, registadas nas estações rurais de fundo de Douro Norte - Vila Real e Minho-Lima - Viana do Castelo. Nenhuma destas estações excedeu o nível crítico de NO_x para proteção da vegetação.

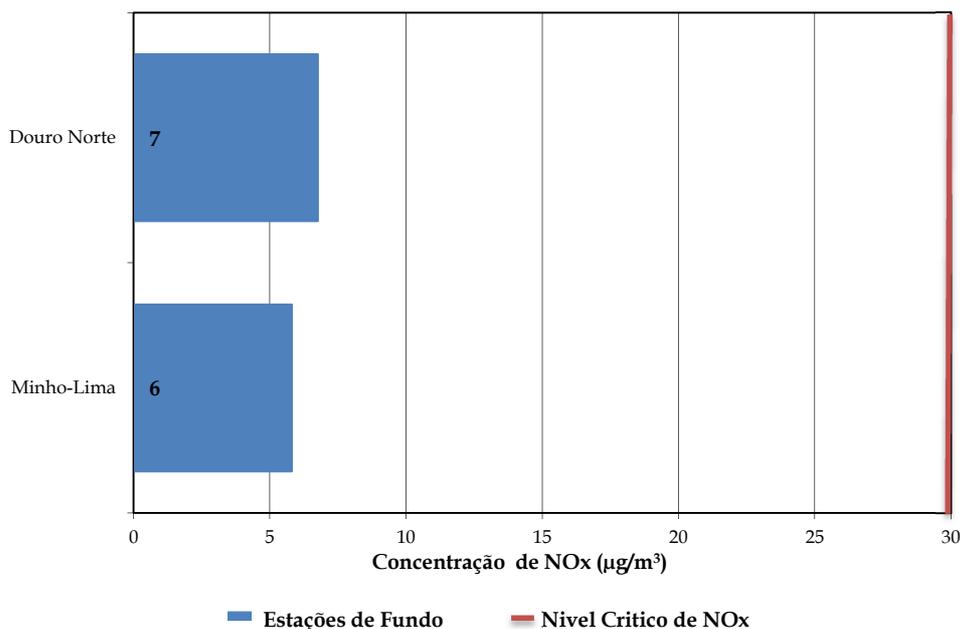
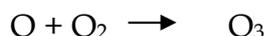


Figura 23 – Médias anuais de NOx registadas nas estações rurais de fundo, em 2013

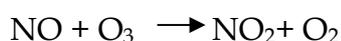
3.2.2 – Ozono (O₃)

O ozono (O₃) é um gás incolor (apresentando-se com cor azul-escura quando em estado líquido), cujas moléculas são formadas por três átomos de oxigénio. Está presente, sob a forma gasosa, na troposfera, constituindo uma pequena fração desta. A maior parte do ozono (cerca de 90% do total existente na atmosfera) encontra-se na estratosfera, a uma altitude entre os 15 e os 50 km acima da superfície da Terra, com uma forte concentração a cerca de 25 km, constituindo o que se convencionou chamar “camada de ozono”. Aqui, este é um constituinte natural, desempenhando um papel primordial para a existência de vida no planeta – filtro para a radiação solar ultravioleta. O restante existe na troposfera, onde, pelo contrário, os seus efeitos são prejudiciais.

A base para a formação do ozono troposférico é a fotólise do NO_2 . A destruição fotoquímica do NO_2 origina um átomo de oxigénio que posteriormente se combina com a molécula de oxigénio, originando o ozono:



Neste processo forma-se também monóxido de azoto (NO), que deste modo aumenta as suas concentrações. O NO pode, por outro lado, reagir com o O_3 , provocando um decréscimo da sua concentração, voltando a formar NO_2 :



Assim, obtém-se um estado de equilíbrio dinâmico na formação e destruição do O_3 . Contudo, na presença de COV na atmosfera amplia-se a probabilidade de formação de O_3 , na medida em que os radicais orgânicos reagem com o NO formando NO_2 adicional, que por sua vez, na presença de radiação pode levar à produção de mais O_3 . Também o metano (CH_4) e o monóxido de carbono (CO) são gases preponderantes nos níveis de O_3 registados, uma vez que competem pelo radical hidroxilo (OH), influenciando posteriormente a quantidade de NO_x disponível para a formação de O_3 .

Dado que estas reações de oxidação ocorrem na presença de luz solar, os produtos da oxidação são designados por poluentes fotoquímicos secundários. Estes processos de poluição fotoquímica podem, por outro lado, estar fortemente relacionados com as direções do vento provenientes das zonas onde existem elevadas concentrações dos denominados precursores, fazendo com que estes e o próprio ozono sejam transportados ao longo de centenas de quilómetros. Deste modo, é comum o registo de concentrações elevadas deste poluente em áreas em que as fontes dos seus precursores são pouco significativas.

Na saúde humana, os efeitos deste poluente, tal como de todos os outros, dependem de vários aspetos, dos quais se destacam as concentrações registadas na atmosfera, a duração da exposição, o volume de ar inalado e o grau de sensibilidade ao poluente, que varia de indivíduo para indivíduo. Desta forma, os grupos mais sensíveis às concentrações elevadas de ozono são as crianças, os idosos, os asmáticos/alérgicos e os indivíduos com outros problemas respiratórios. A sua ação pode manifestar-se por irritação nos olhos, nariz e garganta, dores de cabeça, problemas respiratórios, dores no peito ou tosse. Tal como outros oxidantes fortes, o O₃ penetra profundamente nas vias respiratórias, afetando essencialmente os brônquios e os alvéolos pulmonares. A atividade física no exterior pode potenciar os seus efeitos nocivos, uma vez que leva ao aumento do volume de ar inalado.

Ao nível da vegetação, o ozono pode também ser responsável por perdas ou danos em diversas espécies naturais, dado que reduz a atividade fotossintética. Desta forma, os efeitos nestes seres vivos são traduzidos em quebras no seu valor económico, bem como na qualidade e biodiversidade existente, podendo provocar a destruição de culturas mais sensíveis. O O₃ está ainda relacionado com a degradação de vários materiais, tais como borrachas, têxteis e pinturas (Borrego, *et al.*, 2009).

Na Região Norte, o O₃ é monitorizado em 15 estações de qualidade do ar, todas de tipologia de fundo, localizadas em ambiente urbano, suburbano e rural.

3.2.2.1 - Valor alvo de O₃ para proteção da saúde humana

O Decreto-Lei N^o 102/2010, de 23 de Setembro, fixa um valor alvo de O₃ para proteção da saúde humana, de 120 µg/m³, que diz respeito ao valor máximo diário das médias octo-horárias e que não deve ser excedido mais do que 25 vezes por cada ano civil.

O mesmo diploma legal fixa ainda um objetivo a longo prazo de O₃ para proteção da saúde humana, que se traduz no valor máximo diário das médias octo - horárias e que não pode ultrapassar o valor de 120 µg/m³. De acordo com a definição do Decreto-Lei N^o 102/2010, de 23 de Setembro, um objetivo a longo prazo é “um nível a atingir a longo prazo, exceto quando tal não seja exequível, através de medidas proporcionadas, com o intuito de assegurar uma proteção efetiva da saúde humana e do ambiente”.

Na figura 24 apresentam-se o número de ultrapassagens do valor alvo de O₃, registadas em 2013.

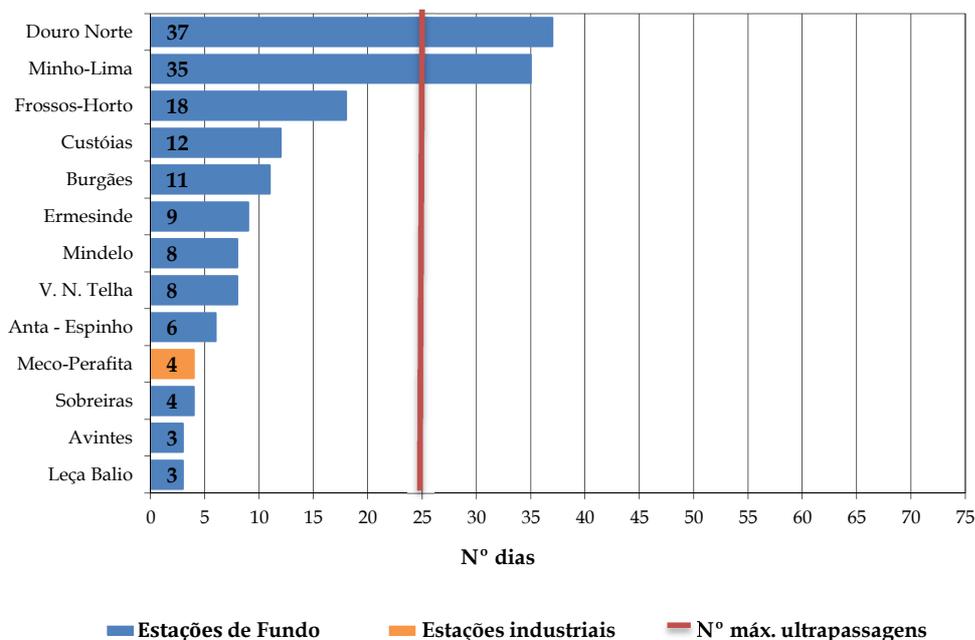


Figura 24 - N^o de ultrapassagens ao valor alvo de O₃, em 2013

Analisando o número de ultrapassagens registadas em cada uma das estações, verifica-se que as duas do tipos rural de fundo (Douro Norte e Minho - Lima) estão em situação de incumprimento, face ao valor alvo de O₃ para proteção da saúde humana. Analisando os anos anteriores, nomeadamente entre 2007 e 2013, constata-

se que Douro Norte, registou consecutivamente excedências do valor alvo. Não se apresentam os resultados desta estação para 2010, por não ter tido eficiência de funcionamento superior a 85%. No entanto registou 67 ultrapassagens, mantendo a tendência dos restantes anos.

A estação de Minho - Lima, localizada em Viana do Castelo, que é igualmente de tipologia rural de fundo registou ultrapassagens do valor alvo de O₃, em 2007, 2012 e 2013.

Outras estações obtiveram resultados superiores ao valor alvo, mas apenas pontualmente.

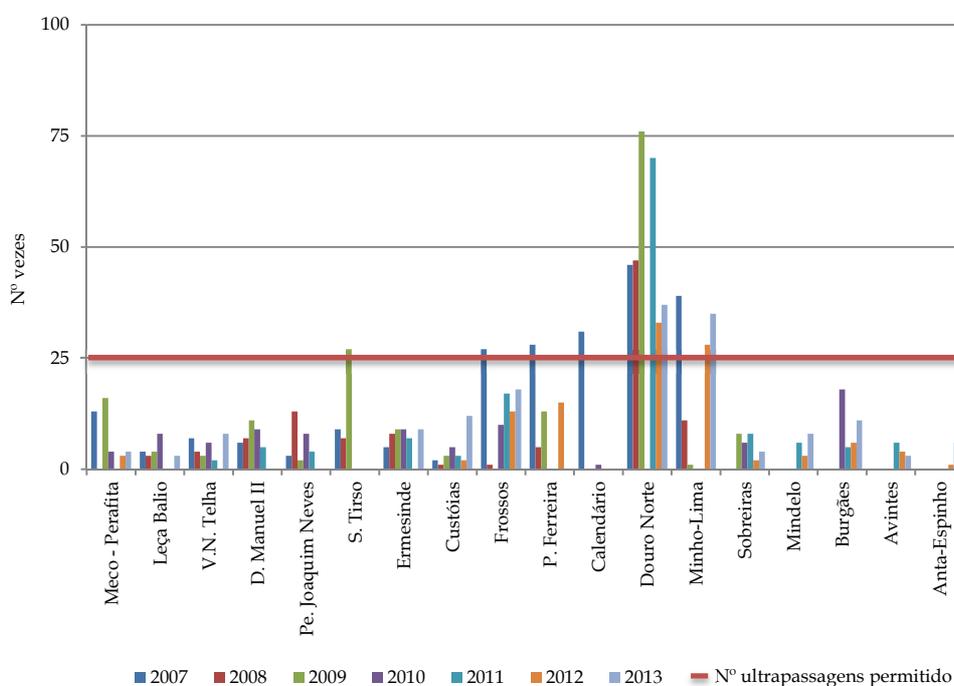


Figura 25 - Evolução do nº de ultrapassagens do valor alvo de O₃, entre 2007 e 2013

3.2.2.2 – Valor alvo de O₃ para proteção da vegetação (AOT 40)

O AOT 40 traduz-se na soma, expressa em $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$, das diferenças entre as concentrações horárias de O₃ superiores a $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e o valor de $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$, no período de Maio a Julho, utilizando apenas os valores horários obtidos entre as 8 e as 20 horas. Este é o indicador definido para avaliação do valor alvo de O₃ para proteção da vegetação.

As estações que entram para avaliação do cumprimento destes dois parâmetros devem ter uma eficiência de 90% entre os meses de Maio e Julho. Sempre que não exista 90% de eficiência neste período, deve ser utilizado um fator de cálculo para se obter um valor de AOT40 estimado. Em 2013 todas as estações registaram uma eficiência de 90% no período referido, pelo que não houve necessidade de calcular o AOT estimado.

Na figura 26 apresenta-se o cálculo do AOT40 de O₃ em 2013.

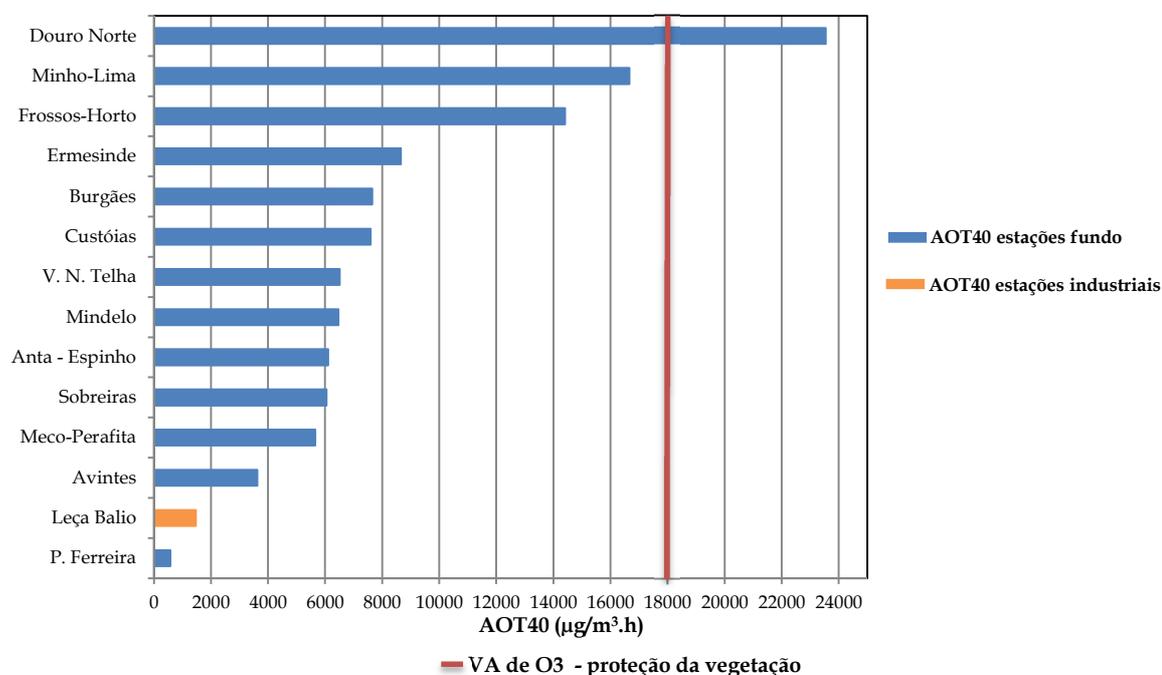


Figura 26 – AOT40 de O₃, em 2013

Em 2013, somente a estação de Douro Norte, ultrapassou o valor estipulado para o valor alvo de O₃ para proteção da vegetação (18 000µg/m³.h).

3.2.2.3 - Limiares de informação e de alerta à população de O₃

O Decreto-Lei N^o 102/2010, de 23 de Setembro fixa, para o O₃ dois limiares:

- Informação (180 µg/m³), que corresponde ao nível acima do qual uma exposição de curta duração acarreta riscos para a saúde humana de grupos particularmente sensíveis da população (pessoas com problemas respiratórios, de alergia ou asmáticos, idosos e crianças) e a partir do qual é necessária a divulgação horária atualizada;
- Alerta (240 µg/m³), que corresponde ao nível acima do qual uma exposição de curta duração apresenta riscos para a saúde humana da população em geral e a partir do qual devem ser tomadas medidas imediatas, mais concretamente devem ser elaborados planos de ação a curto prazo sempre que o limiar de alerta de O₃ seja excedido durante mais de 3 horas consecutivas.

Sempre que ocorrem ultrapassagens aos limiares de informação e de alerta de O₃, a CCDR-N desencadeia os procedimentos estipulados na legislação em vigor, mais concretamente a divulgação da localização da ocorrência, do tipo de limiar excedido, da hora, da duração da ocorrência e da concentração média horária de O₃ mais elevada registada.

Esta informação é divulgada às Autarquias da área em que ocorreu a ultrapassagem, aos meios de comunicação social, à Administração Regional de Saúde, à Proteção Civil, a investigadores da área e ainda a todos os cidadãos que estão inscritos na mailinglist da CCDR-N (www.ccdr-n.pt).

Em 2013 oito estações, todas do tipo de fundo, registaram excedências do limiar de informação à população de O₃ (figura 27), num total de 49 horas.

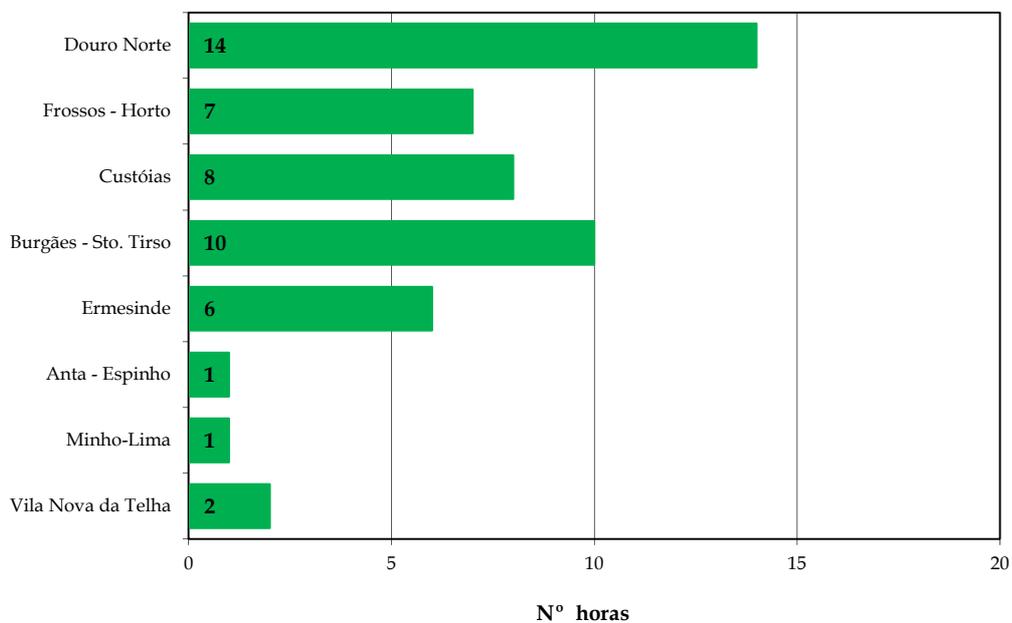


Figura 27 - N° ultrapassagens do limiar de informação de O₃, em 2013

Na tabela 4 apresenta-se, em pormenor, as situações de excedência do limiar de informação à população de O₃. Os meses de Julho, Agosto e Setembro foram os que registaram um maior número de horas com níveis de O₃ superiores a este limiar

Tabela 3 - Situações de excedência do limiar de informação de O₃, em 2013

Estação	Dia	Mês	Concentração máxima (µg/m ³)	Hora início	Duração (h)
Douro Norte	7	7	211	19	4
	9	7	190	15	2
			198	19	2
	10	7	198	16	3
	11	7	194	17	1
	18	7	191	17	2
	31	7	186	17	1
20	8	194	19	3	
Burgães - Sto. Tirso	6	7	184	16	1
	8	7	208	14	1
			197	16	1
	3	9	214	13	2
4	9	191	14	2	
Frossos - Braga	8	7	189	12	2
			206	17	2
	9	7	205	12	2
	3	9	194	14	2
Custóias	8	7	194	13	3
	31	8	183	16	1
	3	9	203	13	2
	4	9	183	15	1
Ermesinde	8	7	215	13	3
	3	9	190	13	2
	4	9	182	15	1
Vila Nova Telha	8	7	196	14	1
Minho-Lima	9	7	185	23	1
Anta - Espinho	3	9	182	16	1

Em relação ao limiar de alerta à população de O₃, não houve ocorrência de excedências em 2013.

Analisando o período entre 2007 e 2013, no que toca à evolução das ocorrências de excedências dos limiares de informação e de alerta à população de O₃ na região, (figuras 28 e 29), verifica-se que são recorrentes todos os anos, ao contrário do que acontece com o limiar de alerta.

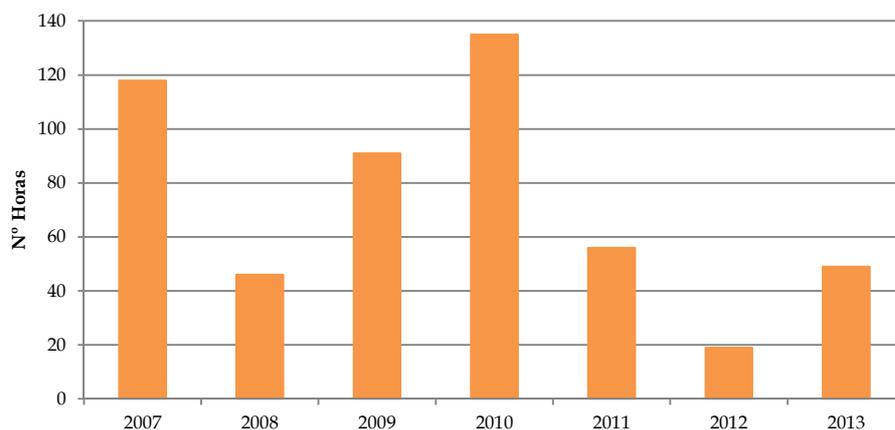


Figura 28 - Nº ultrapassagens do limiar de informação de O₃, entre 2007 e 2013

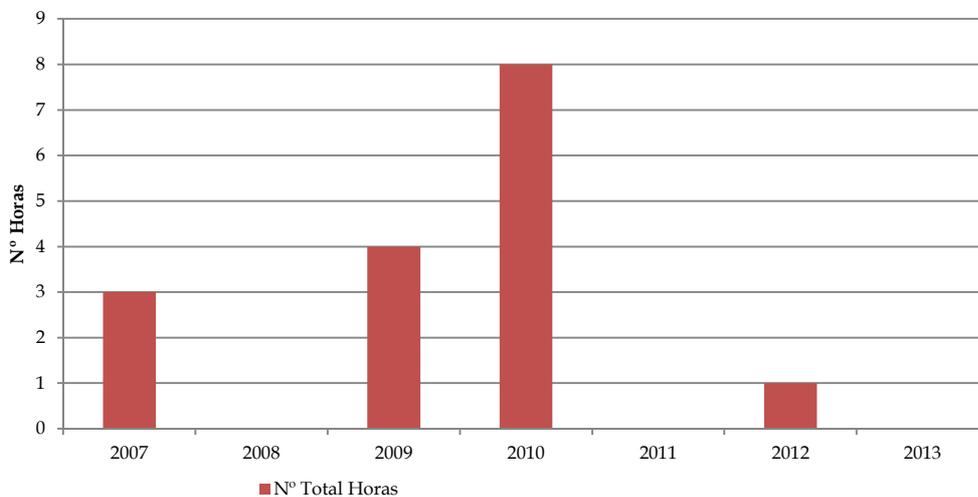


Figura 29 - Nº ultrapassagens do limiar de alerta de O₃, entre 2007 e 2013

Foi em 2007 e 2010 que ocorreram mais excedências dos dois limiares. Estas situações registaram-se sempre em estações de fundo e entre junho e Setembro de cada ano.

4 - Resumo síntese

No que toca ao ponto de situação em 2013, na Região Norte, apresenta-se uma síntese, para cada poluente, dos resultados registados e a sua comparação face aos requisitos legais para proteção da saúde humana, fixados no Decreto-Lei N° 102/2010, de 23 de Setembro. Foram identificadas quatro situações distintas, que se encontram diferenciadas pelos símbolos utilizados.

	Estação	CO	NO ₂		SO ₂		O ₃	PM ₁₀		PM _{2,5}	C ₆ H ₆
		V. L.	V. LH.	V. LA.	V. LH.	V. LD.	V. A.	V. LD.	V. LA.	V. A.	V. L.
Porto Litoral	Francisco Sá Carneiro	😊	😐	😐	n.m.		n.m.	😊	😊	n.m.	n.m.
	Sobreiras	n.m.	😊	😊	n.m.		😊	😐	😐	😐	n.m.
	Custóias	n.m.	😊	😊	n.m.		😊	😊	😊	n.m.	n.m.
	Leça do Balio	n.m.	😊	😊	n.m.		😊	😐	😐	n.m.	n.m.
	Meco - Perafita	n.m.	n.m.		😐	😐	😊	😊	😊	n.m.	😊
	João Gomes Laranjo	😊	😐	😐	n.m.		n.m.	😊	😊	n.m.	n.m.
	Seara - Matosinhos	n.m.	n.m.		😊	😊	😊	😊	😊	n.m.	😐
	D. Manuel II	n.m.	😊	😊	n.m.		n.m.	😊	😊	😐	n.m.
	Vila Nova da Telha	n.m.	😊	😊	n.m.		😊	😐	😐	n.m.	n.m.
	Anta - Espinho	n.m.	😄	😊	n.m.		😊	😐	😐	n.m.	n.m.
	Mindelo	n.m.	😊	😊	n.m.		😊	😊	😊	n.m.	n.m.
	Ermesinde	n.m.	😊	😊	n.m.		😊	😊	😊	n.m.	n.m.
Avintes	n.m.	😊	😊	n.m.		😊	😊	😊	n.m.	n.m.	
Entre Douro e Minho	Fr. Bartolomeu Mártires	n.m.	😄	😡	n.m.		n.m.	😊	😊	n.m.	n.m.
	Frossos	n.m.	😊	😊	n.m.		😊	😊	😊	n.m.	n.m.
	Paços de Ferreira	n.m.	😊	😊	n.m.		😊	😊	😊	😊	n.m.
	Pe. Moreira Neves	n.m.	😐	😐	n.m.		n.m.	😐	😐	n.m.	😐
	Cónego Dr. Manuel Faria	n.m.	😊	😊	n.m.		n.m.	😐	😐	n.m.	😐
	Burgães	n.m.	😊	😊	n.m.		😊	😊	😊	n.m.	n.m.
Norte Litoral	Minho-Lima	n.m.	😊	😊	n.m.		😡	😊	😊	😐	n.m.
Norte Interior	Douro Norte	n.m.	😊	😊	😊	😊	😡	😊	😊	😐	n.m.

n.m. - poluente não monitorizado



- Sem eficiência para cálculo do parâmetro estatístico



- Em cumprimento dos valores limite/valor alvo/objetivo a longo prazo



- Com ultrapassagens dos valores limite/valor alvo, mas em número inferior ao permitido pelo DL 102/2010



- Em incumprimento dos valores limite/valor alvo/objetivo a longo prazo, mas em número inferior ao permitido pelo DL 102/2010

5 – Conclusões

No presente relatório foi efetuada a análise estatística dos dados de qualidade do ar, obtidos nas 21 estações da Rede de Monitorização da Qualidade do Ar da Região Norte (RMQA-RN), em 2013 e a respetiva avaliação do cumprimento, face aos valores limite, valores alvo e limiares, fixados no Decreto-Lei N^o 102/2010, de 23 de Setembro.

Por outro lado, os poluentes que excederam os requisitos legais foram ainda alvo de uma análise da evolução dos respetivos níveis de concentração obtidos no período entre 2007 e 2013.

Neste relatório foram considerados os os poluentes monóxido de carbono (CO), óxidos de azoto (NO₂ e NO_x), dióxido de enxofre (SO₂), partículas (PM₁₀ e PM_{2,5}), ozono (O₃) e benzeno, tolueno, xilenos, etilbenzeno (BTX).

Em 2013, para os poluentes CO, SO₂, PM_{2,5} e BTX, manteve-se a situação de cumprimento legal, à semelhança dos anos anteriores. No que diz respeito ao poluente PM₁₀, os resultados obtidos em 2013 não excederam, pela primeira vez, os valores limite (diário e anual).

Para os poluentes NO₂, e O₃ persistem os casos de ultrapassagem dos parâmetros legais fixados para proteção da saúde humana, concretamente do valor limite anual de NO₂, e do valor alvo de O₃.

Referências Bibliográficas

- Borrego, C., Miranda, A.I, Costa, A., Sousa, S., Figueiredo, C. – *Avaliação da Qualidade do Ar na Região Norte - 2007*. Departamento de Ambiente e Ordenamento, Universidade de Aveiro. Comissão de Coordenação da Região Norte, Portugal, Junho 2009.
- Borrego, C., Miranda, A.I, Coelho, D., Monteiro, A., Sá, E., Dias, D., Carvalho, A. – *Plano da Qualidade do Ar da Região Norte – NO₂*. IDAD e Departamento de Ambiente da Universidade de Aveiro, Portugal, Setembro 2011.
- Ferreira, F., Monjardino, J., Mendes, L., Martins, C., Jardim, D. - *Relatório de Identificação e Avaliação de Eventos Naturais no Ano de 2013, em Portugal*. UNINOVA - Instituto de Desenvolvimento de Novas Tecnologias

Anexos

Anexo 1 – Parâmetros legais para análise dos dados de qualidade do ar

Parâmetro	Período considerado	Valor limite ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Margem de tolerância ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Monóxido de Carbono - CO			
Valor limite para a proteção da saúde humana	Máximo diário das médias de oito horas	10 000	Não se aplica
Dióxido de azoto - NO₂			
Valor limite horário para a proteção da saúde humana	1 hora	200 ⁽¹⁾ (a não exceder mais de 18 vezes por ano civil)	2005: 50 2006: 40 2007: 30 2008: 20 2009: 10 2010: 0
Valor limite anual para a proteção da saúde humana	Ano civil	40 ⁽¹⁾	2005: 10 2006: 08 2007: 06 2008: 04 2009: 02 2010: 0
Limiar de alerta ⁽²⁾	3 horas consecutivas	400	Não se aplica
Óxidos de azoto - NO_x			
Nível crítico para proteção da vegetação	Um ano civil	30	Não se aplica
Dióxido de Enxofre - SO₂			
Valor limite horário para proteção da saúde humana	Uma hora	350 (a não exceder mais de 24 vezes por ano civil)	2002: 90 2003: 60 2004: 30 2005: 0
Valor limite diário para proteção da saúde humana	24 horas	125 (a não exceder mais de 3 vezes por ano civil)	Não se aplica
Nível crítico para proteção da vegetação	Ano civil e período de Inverno (1 de Outubro a 31 de Março)	20	Não se aplica
Limiar de alerta ⁽²⁾	3 horas consecutivas	500	Não se aplica
Partículas em suspensão - PM10			
Valor limite diário para proteção da saúde humana	24 horas	50 (a não exceder mais de 35 vezes por ano civil)	2002 - 15 2003 - 10 2004 - 5 2005 - 0
Valor limite anual para proteção da saúde humana	1 ano	40	2002 - 5 2003 - 3,4 2004 - 1,8 2005 - 0

Parâmetro	Período considerado	Valor limite ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Margem de tolerância ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Partículas em suspensão - PM_{2,5}			
Valor alvo (2010)	Ano civil	25	Não se aplica
Valor limite (1ª fase) ⁽¹⁾	Ano civil	25	Margem de tolerância: 20% até 11 de Junho de 2008, a reduzir no dia 1 Janeiro seguinte e em cada período de 12 meses subsequentes, numa percentagem anual idêntica, até atingir 0% em 1 de Janeiro de 2015
Valor limite (2ª fase) ⁽⁴⁾	Ano civil	20	Não se aplica
Ozono - O₃			
Valor alvo para proteção da saúde humana - 2010 ⁽⁵⁾	Máximo diário das médias de 8 horas	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (a não exceder mais de 25 vezes por ano civil; calculado em média em relação a 3 anos)	Não se aplica
Valor alvo para proteção da vegetação - 2010 ⁽⁵⁾	AOT40 calculado com base em valores horários medidos de Maio a Julho (inclusive)	18.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ (calculado em média em relação a 5 anos)	Não se aplica
Objetivo a longo prazo para proteção da saúde humana	Máximo diário das médias diárias de 8 horas, por ano civil	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Não se aplica
Objetivo a longo prazo para proteção da vegetação	AOT40 calculado com base em valores horários medidos de Maio a Julho (inclusive)	6.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$	Não se aplica
Limiar de informação	Uma hora	180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Não se aplica
Limiar de alerta	Uma hora	240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Não se aplica
Benzeno			
Valor limite anual para proteção da saúde humana	1 ano	5	2005 - 5 2006 - 4 2007 - 3 2008 - 2 2009 - 1 2010 - 0

(1) A cumprir a partir de 1 Janeiro 2010

(2) Em locais que sejam representativos da qualidade do ar numa área de pelo menos 100 km², ou numa zona ou aglomeração, consoante o espaço que apresentar menor área.

(3) A cumprir a partir de 1 de Janeiro de 2015

(4) 2ª fase - valor limite indicativo a rever pela Comissão em 2013, à luz de novas informações sobre os efeitos na saúde e ambiente, a viabilidade técnica e a experiência obtida com o valor alvo.

(5) O cumprimento dos valores alvo será avaliado a partir de 2010, o primeiro ano cujos dados serão utilizados para calcular a avaliação da conformidade nos três ou cinco anos seguintes, consoante o caso.

Caso os dados anuais utilizados para a determinação das médias relativas a três ou cinco anos não sejam completos e consecutivos, os requisitos mínimos para verificação do cumprimento dos valores alvo são os seguintes:

-Valor alvo para proteção da saúde humana – dados válidos por um ano;

-Valor alvo para proteção da vegetação – dados válidos por três anos.

Objetivo nacional de redução de exposição de PM_{2,5}

Objetivo de redução de exposição relativo ao IEM em 2010		Ano para observância do objetivo de redução de exposição
Concentrações iniciais em $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Objetivo de redução em %	2020
<8,5=8,5	0	
>8,5 - <13	10	
=13 - <18	15	
=18 - <22	20	
>=22	Todas as medidas adequadas para alcançar o objetivo de 18 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	

Valores guia fixados pela OMS para o tolueno, etilbenzeno e xilenos

Composto	Valor Guia ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Período considerado
Tolueno	260	1 semana
	1000	30 minutos
Etilbenzeno	22000	1 ano
Xilenos	870	1 ano
	4800	24 horas