

**Relatório de Análise Estatística  
dos Dados de Qualidade do Ar,  
da Região Norte, em 2011**



## Ficha Técnica

---

**Designação:**

Relatório de Análise Estatística dos Dados de Qualidade do Ar, da Região Norte, em 2011

**Tipo Documento:**

Relatório Final

**Data de Emissão:**

Novembro 2012

**Elaboração:**

Cristina Figueiredo

**Revisão:**

Vitor Monteiro

Paula Pinto



## Índice Geral

Sumário .....	1
1 - Quadro legislativo.....	3
2 - Caracterização da Rede de Medida da Qualidade do Ar da Região Norte (RMQA-RN) .....	5
2.1 - Composição da rede de medida .....	5
2.2 - As estações de monitorização.....	7
2.3- Eficiências de funcionamento das estações da RMQA-RN, em 2011 .....	10
3 - Análise estatística dos dados de qualidade do ar .....	13
3.1 - Monóxido de carbono (CO).....	14
3.1.1 - Valor limite de CO para proteção da saúde humana .....	14
3.2 - Óxidos de azoto (NO <sub>x</sub> , NO <sub>2</sub> e NO) .....	17
3.2.1 - Valor limite horário de NO <sub>2</sub> para proteção da saúde humana.....	18
3.2.2 - Valor limite anual de NO <sub>2</sub> para proteção da saúde humana.....	22
3.2.3 - Limiar de alerta de NO <sub>2</sub> .....	25
3.2.4 - Nível crítico de NO <sub>x</sub> para proteção da vegetação.....	25
3.3 - Dióxido de enxofre (SO <sub>2</sub> ) .....	27
3.3.1 - Valor limite horário de SO <sub>2</sub> para proteção da saúde humana .....	28
3.3.2 - Valor limite diário de SO <sub>2</sub> para proteção da saúde humana .....	29
3.3.3 - Nível crítico de SO <sub>2</sub> para proteção dos ecossistemas.....	30
3.3.4 - Limiar de alerta de SO <sub>2</sub> .....	32
3.4 - Ozono (O <sub>3</sub> ) .....	32
3.4.1 - Valor alvo e objetivo a longo prazo de O <sub>3</sub> para proteção da saúde humana.....	35
3.4.2 - Valor alvo e objetivo a longo prazo de O <sub>3</sub> para proteção da vegetação (AOT40) .....	39
3.4.3 - Limiares de informação e de alerta à população de O <sub>3</sub> .....	40
3.5 - Partículas (PM10 e PM2,5).....	44
3.5.1 - Valor limite diário de PM10 para proteção da saúde humana.....	48
3.5.2 - Valor limite anual de PM10 para proteção da saúde humana .....	50
3.5.3 - Valor alvo e valor limite de PM2,5 .....	53
3.5.4 - Objetivo Nacional de redução de exposição de PM2,5.....	54
3.6 - Compostos orgânicos voláteis (COV).....	55
3.6.1 - Valor limite anual de benzeno para proteção da saúde humana.....	57
4 - Índices de qualidade do ar (IQAr) .....	60
5 - Conclusões .....	63
Referências Bibliográficas.....	69
Anexo 1 - Renomeação das estações da RMQA-RN, a partir de 2010 .....	70

Anexo 2 – Ultrapassagens do valor limite diário de PM10, em 2011 .....	71
Anexo 3 – Conselhos de saúde em função do IQAr .....	74
Anexo 4 – Localização das estações da RMQA da Região Norte.....	75

## Índice de Figuras

Figura 1 – Rede de medida da qualidade do ar da Região Norte.....	6
Figura 2 – Máximo diário das médias de 8 horas de CO, em 2011 .....	15
Figura 3 – Máximo diário das médias de 8 horas de CO, entre 2007 e 2011.....	16
Figura 4 – Máximo das médias horárias de NO <sub>2</sub> , em 2011 .....	19
Figura 5 – N <sup>o</sup> ultrapassagens ao valor limite horário de NO <sub>2</sub> , em 2011 .....	20
Figura 6 – N <sup>o</sup> de ultrapassagens ao valor limite horário de NO <sub>2</sub> , entre 2007 e 2011 .....	21
Figura 7 – Média anual de NO <sub>2</sub> , em 2011 .....	22
Figura 8 – Média anual de NO <sub>2</sub> , entre 2007 e 2011.....	24
Figura 9 – Média anual de NO, em 2011 .....	25
Figura 10 – Média anual de NOx nas estações rurais de fundo, em 2011.....	26
Figura 11 – Máximos horários de SO <sub>2</sub> , em 2011 .....	28
Figura 12 – Máximos diários de SO <sub>2</sub> , em 2011.....	29
Figura 13 – N <sup>o</sup> de ultrapassagens ao valor limite horário e diário de SO <sub>2</sub> , entre, 2007 e 2011 .....	30
Figura 14 – Médias anuais e de Inverno de SO <sub>2</sub> , nas estações rurais de fundo, em 2011 .....	31
Figura 15 – Máximo das médias octo-horárias de O <sub>3</sub> , em 2011.....	36
Figura 16 – N <sup>o</sup> de ultrapassagens ao valor alvo de O <sub>3</sub> , em 2011 .....	37
Figura 17 – N <sup>o</sup> de ultrapassagens ao valor alvo de O <sub>3</sub> , entre 2007 e 2011 .....	38
Figura 18 – AOT40 de O <sub>3</sub> , em 2011.....	40
Figura 19 – N <sup>o</sup> ultrapassagens do limiar de informação de O <sub>3</sub> , em 2011 .....	42
Figura 20 – Distribuição mensal das ultrapassagens do limiar de informação de O <sub>3</sub> , em 2011.....	43
Figura 21 – N <sup>o</sup> de ultrapassagens dos limiares de informação e alerta de O <sub>3</sub> , entre 2007 e 2011 .....	44
Figura 22 – N <sup>o</sup> ultrapassagens ao valor limite diário de PM10, em 2011 .....	48
Figura 23 – N <sup>o</sup> de ultrapassagens ao valor limite diário de PM10, entre 2007 e 2011 .....	50
Figura 24 – Média anual de PM10, em 2011.....	51
Figura 25 – Média anual de PM10, entre 2007 e 2011 .....	52
Figura 26 – Média anual de PM2,5, em 2011.....	53
Figura 27 – Média anual de PM2,5, entre 2008 e 2011 .....	54
Figura 28 – Média anual de Benzeno, em 2011.....	58
Figura 29 – Média anual de benzeno, entre 2007 e 2011 .....	59
Figura 30 – Média anual de Tolueno, Etilbenzeno, M+P-Xileno e O-Xileno, em 2011.....	60

Figura 31 – Percentagem de ocorrência do IQAr na Região Norte, em 2011 ..... 62  
 Figura 32 – Contribuição dos poluentes para a classificação do IQAr ar, na Região Norte, em 2011 .... 62

## Índice de Tabelas

Tabela 1 – Métodos de medição em contínuo utilizados nas estações da RMQA-RN..... 7  
 Tabela 2 – Características das estações de medida da qualidade do ar da Região Norte..... 9  
 Tabela 3 – Eficiências por analisador, nas estações da RMQA-RN, em 2011 ..... 11  
 Tabela 4 – Critérios para o cálculo de parâmetros estatísticos de Ozono ..... 13  
 Tabela 5 – Requisitos legais para o CO – Decreto-Lei N° 102/2010, de 23 de Setembro ..... 14  
 Tabela 6 – Requisitos legais para o NO<sub>2</sub> e NO<sub>x</sub> – Decreto-Lei N° 102/2010, de 23 de Setembro ..... 18  
 Tabela 7 – Requisitos legais para o SO<sub>2</sub> – Decreto-Lei N° 102/2010, de 23 de Setembro..... 27  
 Tabela 8 – Requisitos legais para o O<sub>3</sub> – Decreto-Lei N° 102/2010, de 23 de Setembro..... 34  
 Tabela 9 – Situações de excedência do limiar de informação de O<sub>3</sub>, em 2011 ..... 42  
 Tabela 10 – Requisitos legais para as PM<sub>10</sub> – Decreto-Lei N° 102/2010, de 23 de Setembro..... 46  
 Tabela 11 – Requisitos legais para PM<sub>2,5</sub> – Decreto-Lei n° 102/2010, de 23 de Setembro ..... 47  
 Tabela 12 – Objetivo nacional de redução de exposição de PM<sub>2,5</sub>..... 47  
 Tabela 13 – Requisitos legais para o Benzeno – Decreto-Lei N° 102/2010, de 23 de Setembro ..... 57  
 Tabela 14 – Valores guia fixados pela OMS para o tolueno, etilbenzeno e xilenos ..... 57  
 Tabela 15 – Classificação do IQAr para 2011 ..... 61  
 Tabela 16 – Resumo da análise estatística, face aos parâmetros legais fixados para proteção da saúde humana (Decreto-Lei N° 102/2010, de 23 de Setembro), em 2011..... 66





## Sumário

O presente relatório estatístico tem como objetivo avaliar o cumprimento dos níveis dos poluentes atmosféricos medidos em contínuo na Rede de Medida da Qualidade do Ar da Região Norte (RMQA-RN), em 2011, face aos parâmetros estatísticos fixados no Decreto-Lei N° 102/2010, de 23 de Setembro.

É igualmente efetuada uma análise evolutiva da qualidade do ar nos últimos cinco anos (2007-2011).

Na RMQA da Região Norte são monitorizados os seguintes poluentes: monóxido de carbono (CO), óxidos de azoto (NO<sub>x</sub>), dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>), partículas (PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub>), ozono (O<sub>3</sub>), benzeno, tolueno, xilenos e etilbenzeno (BTX).

No presente relatório são utilizados os novos nomes das estações, de acordo com a alteração efetuada em 2010 por esta CCDR. O nome atribuído a todas as estações de medida da qualidade do ar foi alterado de modo a traduzir a área de representatividade de cada uma das estações.

Deste modo, as estações de tráfego passaram a ter o nome da rua ou Local/Freguesia onde estão instaladas, as urbanas e suburbanas de fundo têm o nome da Freguesia/Concelho onde estão instaladas, as estações do tipo industrial passaram a ter o nome correspondente ao local ou à Freguesia respectiva e às estações rurais de fundo foi atribuído o nome da NUT III onde estão inseridas.

No que se refere à avaliação da qualidade do ar, tem-se constatado, em anos anteriores, que em algumas estações da Região Norte os níveis de concentração de PM<sub>10</sub> e NO<sub>2</sub> têm sido superiores aos valores limite fixados na legislação e que o O<sub>3</sub> tem registado todos os anos ultrapassagens aos limiares de informação e de alerta à população.

No caso das PM<sub>10</sub> e no seguimento da aprovação, pelo despacho N<sup>o</sup> 20762/2009, de 16 de Setembro, do Programa de Execução do Plano de Melhoria da Qualidade do Ar da Região Norte (PERN) foram implementadas, no biénio 2009-2011, uma série de medidas com vista à redução dos níveis destas partículas. Estas medidas, incluídas no PERN, centraram-se em seis áreas de atuação diferentes: tráfego automóvel, indústrias, obras de construção civil, aquecimento doméstico, agricultura/florestas e sensibilização ambiental.

Na aglomeração de Braga, foram detetadas excedências de PM<sub>10</sub>, no período 2005-2008, pelo que a CCDR-N elaborou respetivo o Plano de Melhoria da Qualidade do Ar, o qual aguarda, até à data de elaboração do presente relatório, a respetiva publicação em Portaria.

Para o NO<sub>2</sub>, a CCDRN elaborou o respetivo Plano de Qualidade do Ar para as Aglomerações Porto Litoral e Braga, que contempla a definição de medidas que irão permitir reduzir as ultrapassagens registadas nestas aglomerações, desde 2005. Aguarda-se o a publicação deste Plano em Portaria.

Para o O<sub>3</sub>, o ano de 2010 é o primeiro cujos dados serão utilizados para a avaliação do cumprimento do valor alvo para proteção da saúde humana, com base nas médias dos 3 anos consecutivos seguintes. Assim, em 2013, caso existam situações de incumprimento do valor alvo de O<sub>3</sub>, terá que ser elaborado um Plano de Qualidade do Ar, com o objetivo de cumprir este valor.

## 1 - Quadro legislativo

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.

Os princípios estabelecidos nesta Diretiva-Quadro foram transpostos para a ordem jurídica interna pelo **Decreto-Lei N° 276/99, de 23 de Julho**.



As Diretivas Filha (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) que lhe sucederam, estabeleceram os valores limite para os diversos poluentes e foram transpostas para direito interno pelos seguintes diplomas legais:

- **Decreto-Lei N° 111/2002, de 16 de Abril**, que estabelece valores limite para os poluentes monóxido de carbono (CO), óxidos de azoto (NO<sub>x</sub>), partículas em suspensão (PM), dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>), benzeno (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>) e chumbo (Pb);
- **Decreto-Lei N° 320/2003, de 20 de Dezembro**, relativo ao ozono troposférico (O<sub>3</sub>);
- **Decreto-Lei N° 351/2007, de 23 de Outubro**, que estabelece valores alvo para as concentrações de arsénio (Ar), cádmio (Cd), níquel (Ni) e benzo-a-pireno (B(a)P) no ar ambiente.



O Decreto-Lei n.º 276/99, de 23 de Julho, sofreu alterações nos artigos 9º e 12º, por força do **Decreto-Lei N.º 279/2007, de 6 de Agosto**, determinando, entre outras medidas, a elaboração, por parte das CCDR's, de planos de melhoria da qualidade do ar e respetivos programas de execução, destinados a fazer cumprir os valores limite de poluentes atmosféricos dentro de um determinado prazo. O Plano de Melhoria da Qualidade do Ar da Região Norte foi aprovado pela **Portaria N.º 716/2008, de 6 de Agosto** e o respetivo Programa de Execução da Região Norte foi aprovado pelo **Despacho N.º 20762/2009, de 16 de Setembro**.

Em 2008, mais concretamente, em Maio, foi publicada uma nova Diretiva relativa à qualidade do ar ambiente: **Diretiva 2008/50/CE**, com efeitos revogatórios sobre as Diretivas 1996/62/CE, de 27 de Setembro, 1999/30/CE, de 22 de Abril, 2000/69/CE, de 16 de Novembro, 2002/3/CE, de 12 de Fevereiro e a Decisão 97/101/CE, de 27 de Janeiro a partir de 11 de Junho de 2010.



Esta Diretiva 2008/50/CE foi transposta para direito interno pelo **Decreto-Lei N.º 102/2010, de 23 de Setembro**, revogando o Decreto-Lei N.º 276/99, de 23 de Julho, Decreto-Lei N.º 279/2007, de 6 de Agosto, Decreto-Lei N.º 111/2002, de 16 de Abril, Decreto-Lei N.º 351/2007, de 16 de Setembro e Decreto-Lei N.º 320/2003, de 29 de Dezembro.

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

### 2.1 - Composição da rede de medida

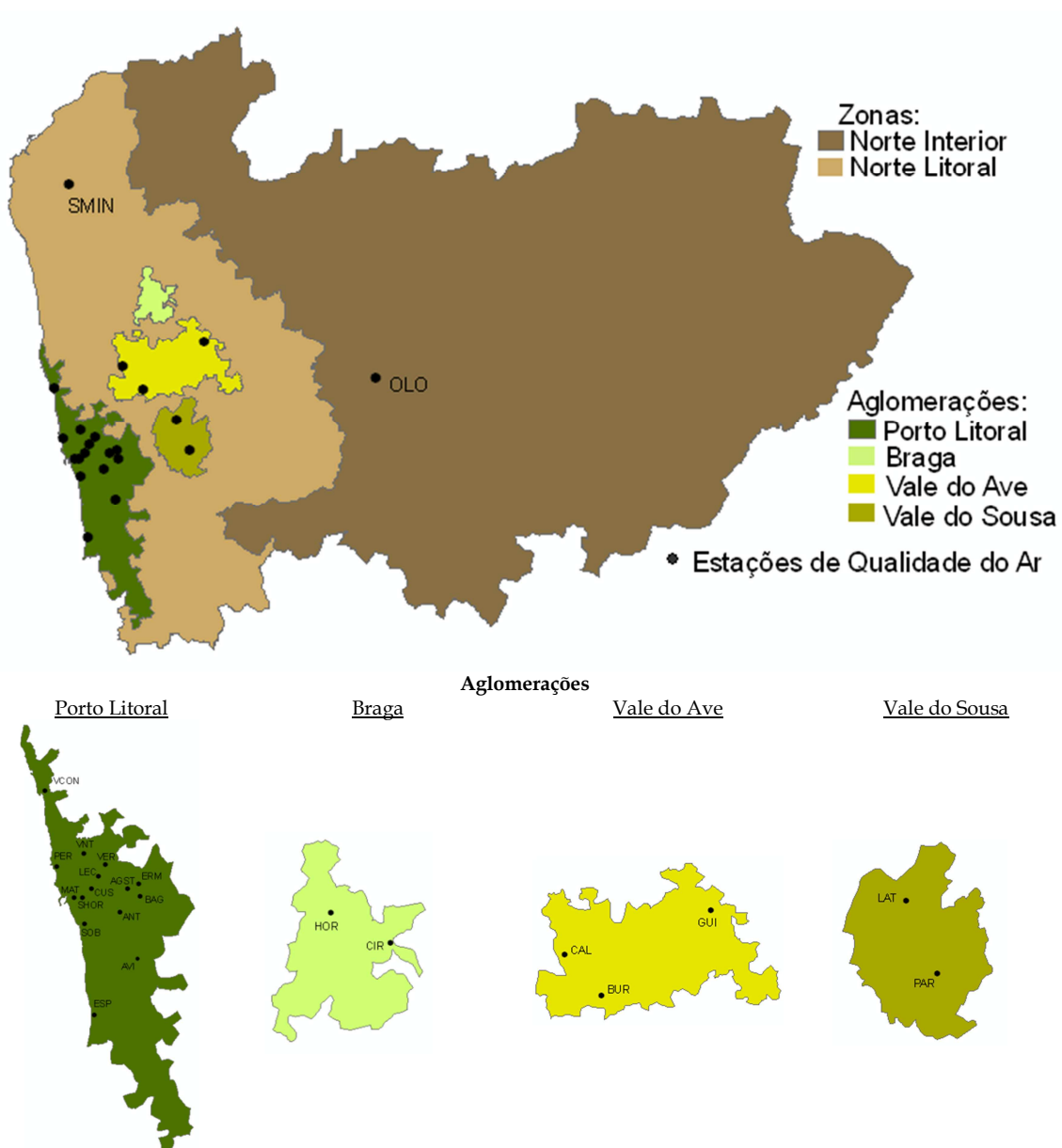
A definição das linhas de orientação da política de gestão da qualidade do ar, a nível nacional, foi efetuada pelo Decreto-Lei N<sup>o</sup> 276/99, de 23 de Julho, e por força deste a Região Norte, para efeitos de avaliação da qualidade do ar, foi dividida em quatro aglomerações e duas zonas. Este diploma foi revogado pelo Decreto-Lei N<sup>o</sup> 102/2010, de 23 de Setembro, mantendo estas diretrizes.

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.km<sup>2</sup>.

De acordo com estes pressupostos, a RMQA da Região Norte é constituída por 4 aglomerações: Porto Litoral, Vale do Ave, Vale do Sousa e Braga e por 2 zonas: Norte Litoral e Norte Interior.

Esta rede de medida é composta por 24 estações de monitorização da qualidade do ar, distribuídas por 16 Concelhos: Porto, Maia, Matosinhos, Valongo, Gondomar, Vila do Conde, Vila Nova de Gaia, Espinho, Paredes, Paços de Ferreira, Braga, Vila Nova de Famalicão, Guimarães, Santo Tirso, Vila Real e Viana do Castelo.

Na figura 1 apresenta-se a distribuição espacial das estações de medida qualidade do ar da rede da Região Norte. As abreviaturas das estações utilizadas para a elaboração deste mapa, são dos nomes antigos.



**Figura 1 - Rede de medida da qualidade do ar da Região Norte**

## 2.2 - As estações de monitorização

As estações estão equipadas com analisadores automáticos que medem em contínuo os poluentes: CO, NO<sub>x</sub> (NO, NO<sub>2</sub> e NO<sub>x</sub>), SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub> e BTX e armazenam as respetivas concentrações em médias de 15 minutos. Os métodos de medição utilizados para a monitorização em contínuo são os descritos na tabela 1. 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 (URL 1), onde podem ser consultados pelo público em geral.

**Tabela 1 - Métodos de medição em contínuo utilizados nas estações da RMQA-RN**

Poluente	Método de Medição
Óxidos de Azoto (NO <sub>x</sub> )	Quimiluminescência
Dióxido de Enxofre (SO <sub>2</sub> )	Fluorescência Pulsada
Partículas (PM <sub>10</sub> )	Atenuação de Radiação Beta
Ozono (O <sub>3</sub> )	Fotometria de ultravioleta
Monóxido de Carbono (CO)	Fotometria de infravermelhos
Benzeno, Tolueno e Xileno (BTX)	Cromatografia na fase gasosa

Relativamente à tipologia das estações de medida da qualidade do ar, estas classificam-se em três tipos, consoante o ambiente em que se inserem e consoante a influência que sofrem:

- Ambiente: urbana (localizada em ambiente urbano - cidades), suburbana (localizada na periferia das cidades) ou rural (localizada em ambiente rural);

- Influência: tráfego (monitorizam a qualidade do ar resultante de emissões diretas do tráfego automóvel), industrial (monitorizam a qualidade do ar resultante de emissões diretas da indústria) e fundo (não estão sob a influência direta de emissões de nenhuma fonte em particular. Representam a poluição a que qualquer pessoa, mesmo que viva longe de fontes de emissão, está sujeita).

Estas classificações interligam-se entre si, existindo estações urbanas de fundo, rurais de fundo, suburbanas de fundo, de tráfego e industriais na Região Norte. 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 km<sup>2</sup>.

Na tabela 2 apresentam-se as estações que compõem a Rede de Medida da Qualidade do Ar da Região Norte, em 2011 e os poluentes nelas monitorizados. No decorrer de 2011, a estação de Matosinhos Centro foi transferida para a Rua da Seara, dentro do mesmo concelho, no entanto, não está representada nesta tabela por ainda não ter iniciado funcionamento, até à data de elaboração do presente relatório.

Para facilitar a leitura desta tabela apresenta-se a correspondência entre os nomes antigos das estações e os novos.

Para além dos níveis de concentração de poluentes atmosféricos, as estações de Custóias e de Vermoim medem também Velocidade e Direção do Vento e as de Douro Norte, Paços de Ferreira, Calendário e de Frossos monitorizam, para além destes parâmetros, Temperatura, Humidade, Radiação solar e Precipitação.



Tabela 2 - Características das estações de medida da qualidade do ar da Região Norte

Aglomeração /Zona	Nome Estação		Tipo	Concelho	Data início	CO	NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>	PM10	PM2,5	O <sub>3</sub>	BTX
	Anterior a 2010	Após 2010										
Porto Litoral	Antas	Francisco Sá carneiro - Campanha	Tráfego	Porto	Out. 2000	√	√	-	√	-	√	-
	Sobreiras	Sobreiras - Lordelo do Ouro	Urbana de Fundo		Dez. 2007	√	√	√	√	√	√	√
	Custóias	Custóias - Matosinhos	Suburbana de Fundo	Matosinhos	Set. 1998	-	√	√	√	-	√	-
	Leça do Balio	Leça do Balio - Matosinhos	Suburbana de Fundo		Out. 1999	√	√	√	√	-	√	-
	Perafita	Meco - Perafita	Industrial		Ago. 2002	√	√	√	√	-	√	√
	S. Hora	João Gomes Laranjo - S. Hora	Tráfego		Set. 2001	√	√	√	√	-	-	-
	Vermoim	D. Manuel II - Vermoim	Tráfego	Maia	Nov. 1999	√	√	√	√	√	√	-
	Vila Nova da Telha	Vila Nova da Telha - Maia	Suburbana de Fundo		Out. 1998	√	√	√	√	-	√	-
	Águas Santas	Afonso Henriques - Águas Santas	Tráfego		Fev. 2005	√	√	√	-	-	-	-
	Baguim	Pe. Joaquim Neves - Baguim	Tráfego	Gondomar	Nov. 1998	√	√	-	-	-	√	-
	Anta - Espinho		Suburbana de Fundo	Espinho	Feb. 2011	√	√	√	√	-	√	-
	Mindelo	Mindelo - V. Conde	Suburbana de Fundo	V. Conde	Dez. 2009	√	√	√	√	-	√	-
	Ermesinde	Ermesinde - Valongo	Urbana de Fundo	Valongo	Out. 1998	-	√	√	√	-	√	-
Avintes		Urbana de Fundo	V. N. Gaia	Jul. 2010	√	√	√	√	-	√	-	
Braga	Circular Sul	Fr. Bartolomeu Mártires - S. Vitor	Tráfego	Braga	Mar. 2004	√	√	-	√	-	-	-
	Horto	Frossos - Braga	Suburbana de Fundo		Mar. 2004	-	√	√	√	-	√	-
Vale do Sousa	Centro de Lacticínios	Paços de Ferreira	Urbana de Fundo	Paços de Ferreira	Feb. 2004	-	√	√	√	√	√	-
	Paredes	Pe. Moreira Neves - Castelões de Cepeda	Tráfego	Paredes	Jan. 2004	√	√	-	√	-	-	√
Vale do Ave	Calendário	Calendário - V. N. Famalicão	Suburbana de Fundo	Famalicão	Mar. 2004	-	√	√	√	-	√	-
	Guimarães	Cónego Dr. Manuel Faria - Azúrem	Tráfego	Guimarães	Abr. 2004	√	√	-	√	-	-	√
	Burgães	Burgães - Sto. Tirso	Urbana de Fundo	Santo Tirso	Dez. 2009	√	√	√	√	-	√	-
Norte Litoral	Senhora do Minho	Minho-Lima	Rural de Fundo	Viana do Castelo	Mar. 2005	-	√	√	√	√	√	-
Norte Interior	Lamas d'Olo	Douro Norte	Rural de Fundo	Vila Real	Feb. 2004	-	√	√	√	√	√	-

### 2.3- Eficiências de funcionamento das estações da RMQA-RN, em 2011

Para o cálculo das eficiências de funcionamento dos analisadores de CO e O<sub>3</sub>, são utilizadas as médias octo-horárias (rácio das médias octo-horárias válidas e as médias octo-horárias possíveis). Para o caso do SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> e C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>, as eficiências são expressas em percentagem do número de horas (número de medições horárias válidas/número de medições horárias possíveis). Para os analisadores de PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub> 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.

O Decreto-Lei N<sup>o</sup> 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 SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO, C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>, PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub>. Para o caso do O<sub>3</sub>, a taxa mínima de recolha de dados é de 90% no Verão e de 75% no Inverno.

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 N<sup>o</sup> 102/2010, de 23 de Setembro, qualquer estação que apresente, nestas condições, uma eficiência igual ou superior a 85% cumpre este objetivo de qualidade.

Na tabela 3 apresentam-se as eficiências de funcionamento obtidas em 2011, por analisador, de todas as estações da RMQA-RN. As eficiências inferiores a 85% encontram-se assinaladas a azul claro.

**Tabela 3 – Eficiências por analisador, nas estações da RMQA-RN, em 2011**

Estação	Concelho	Analisadores							
		CO	NO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	O <sub>3</sub>		PM10	PM2,5	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>
		(%8h)	(%h)	(%h)	Verão (%8h)	Inverno (%8h)	(% dia)	(% dia)	(%h)
Francisco Sá Carneiro	Porto	95	98	n.m.	100	96	76	n.m.	n.m.
Sobreiras		100	100	100	100	100	97	97	n.m.
Custóias	Matosinhos	n.m.	59	99	100	97	99	n.m.	n.m.
Leça do Balio		0	61	93	73	50	50	n.m.	n.m.
Meco -Perafita		76	89	94	98	91	98	n.m.	94
João Gomes Laranjo		89	97	94	n.m.	n.m.	98	n.m.	n.m.
D. Manuel II	Maia	91	97	96	85	97	98	90	n.m.
Vila Nova da Telha		84	15	98	98	100	98	n.m.	n.m.
Afonso Henriques		99	56	100	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.
Pe. Joaquim Neves	Gondomar	96	98	n.m.	100	96	n.m.	n.m.	n.m.
Avintes	V. N. Gaia	95	89	93	96	87	94	n.m.	n.m.
Mindelo	V. Conde	80	100	69	100	99	91	n.m.	n.m.
Ermesinde	Valongo	n.m.	100	100	100	73	100	n.m.	n.m.
Anta – Espinho	Espinho	75	85	84	97	50	84	n.m.	n.m.
Fr. Bartolomeu Mártires	Braga	56	63	n.m.	n.m.	n.m.	28	n.m.	n.m.
Frossos		n.m.	89	95	100	95	96	n.m.	n.m.
Paços de Ferreira	P. Ferreira	n.m.	55	56	38	73	54	53	n.m.
Pe. Moreira Neves	Paredes	33	44	n.m.	n.m.	n.m.	39	n.m.	32
Calendário	Famalicão	n.m.	24	24	2	41	22	n.m.	n.m.
Cónego Dr. Manuel Faria	Guimarães	99	99	n.m.	n.m.	n.m.	85	n.m.	98
Burgães	Santo Tirso	92	96	94	94	97	88	n.m.	n.m.
Minho-Lima	V. Castelo	n.m.	58	61	85	50	50	0	n.m.
Douro Norte	Vila Real	n.m.	87	88	89	81	89	89	n.m.

n.m. – poluente não monitorizado

Da análise da tabela 3, destacam-se quatro estações com eficiências inferiores a 85% em todos os analisadores: Frei Bartolomeu Mártires, Paços de Ferreira, Padre Moreira Neves e Calendário. Estas estações foram desligadas durante alguns meses, por avaria nos respectivos aparelhos de ar condicionado.

Por outro lado, a estação de Minho - Lima sofreu danos, devido a um incêndio que ocorreu em Agosto do ano passado e voltou a ser ativada apenas em Abril de 2011, sendo que o analisador de PM<sub>2,5</sub> não funcionou durante todo o ano.

Leça do Balio registou avarias, ao longo do ano, nos analisadores de NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> e PM<sub>10</sub>, sendo que o de CO teve de ser desligado.

Para além dos requisitos para a determinação da qualidade dos dados, atrás descritos, aplicam-se também regras para o cálculo de parâmetros estatísticos. Segundo a decisão 2001/752/CE, de 26 de Outubro, para o cálculo do tratamento estatístico de dados de CO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub> e C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>, referentes ao período de 1 ano, deve-se aplicar as seguintes regras:

- Média e mediana (P50) - 50% de recolha mínima de dados;
- Percentis (P98 e P99,9) e Máximo - 75% de recolha mínima de dados.

No caso do ozono, os critérios para o cálculo de parâmetros estatísticos estão definidos no Decreto-Lei N<sup>o</sup> 102/2010, de 23 de Setembro. Na tabela 4 são apresentadas essas especificações.

**Tabela 4 – 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)

### 3 – Análise estatística dos dados de qualidade do ar

Neste capítulo efetua-se uma comparação entre os resultados obtidos, em 2011, nas 24 estações que compõem a RMQA-RN, e os valores limite, valores alvo, objetivo a longo prazo e limiares de informação e de alerta à população, fixados no Decreto-Lei N° 102/2010, de 23 de Setembro.

Será também efetuada este tipo de análise para o período entre 2007 e 2011. Durante este período, a localização das estações sofreu alterações, nomeadamente, a estação de Santo Tirso foi realocada para Burgães e a de Vila do Conde foi transferida para Mindelo, no final de 2009. O analisador de CO da estação de Custóias foi desativado, também em 2009. Em 2010, a estação localizada na Boavista foi transferida para as instalações do Parque Biológico de Gaia, em Avintes e a estação de Espinho foi realocada para a Freguesia de Anta, dentro do mesmo Concelho.

### 3.1 – 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.

Na RMQA da Região Norte este poluente é monitorizado em 16 estações, sendo que 8 destas são do tipo de tráfego.

Na tabela 5 apresentam-se os parâmetros legais fixados para o CO no Decreto-Lei N° 102/2010, de 23 de Setembro.

**Tabela 5 - Requisitos legais para o CO - Decreto-Lei N° 102/2010, de 23 de Setembro**

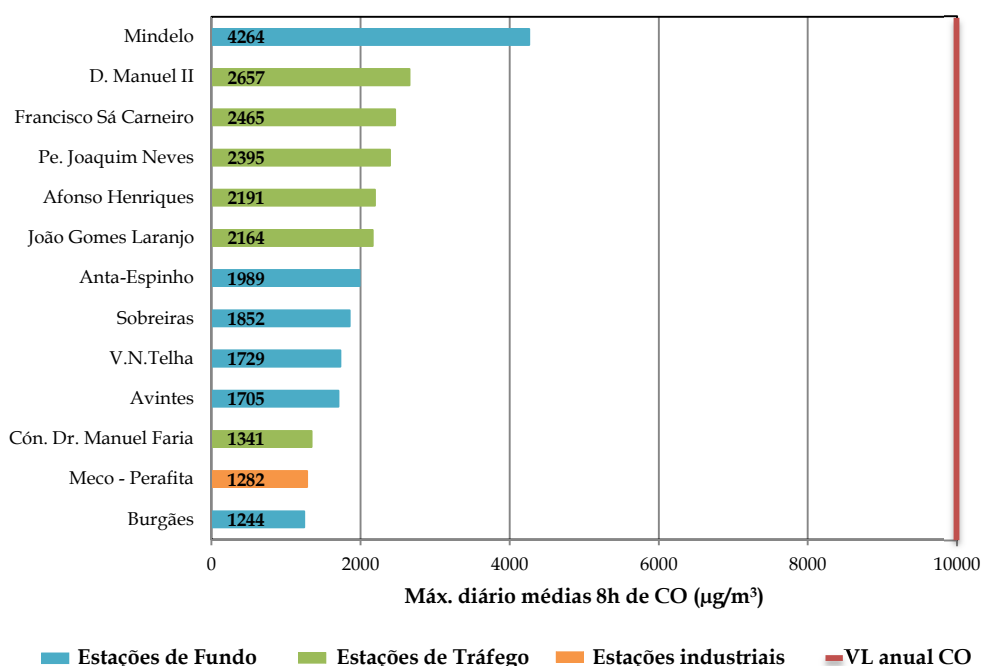
Parâmetro	Período Considerado	Valor Limite ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
Valor limite para proteção da saúde humana	Máximo diário das médias de oito horas	10 000 <sup>(1)</sup>

(1) Já em vigor desde 1 Janeiro de 2005

#### 3.1.1 – Valor limite de CO para proteção da saúde humana

O Decreto-Lei N° 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.

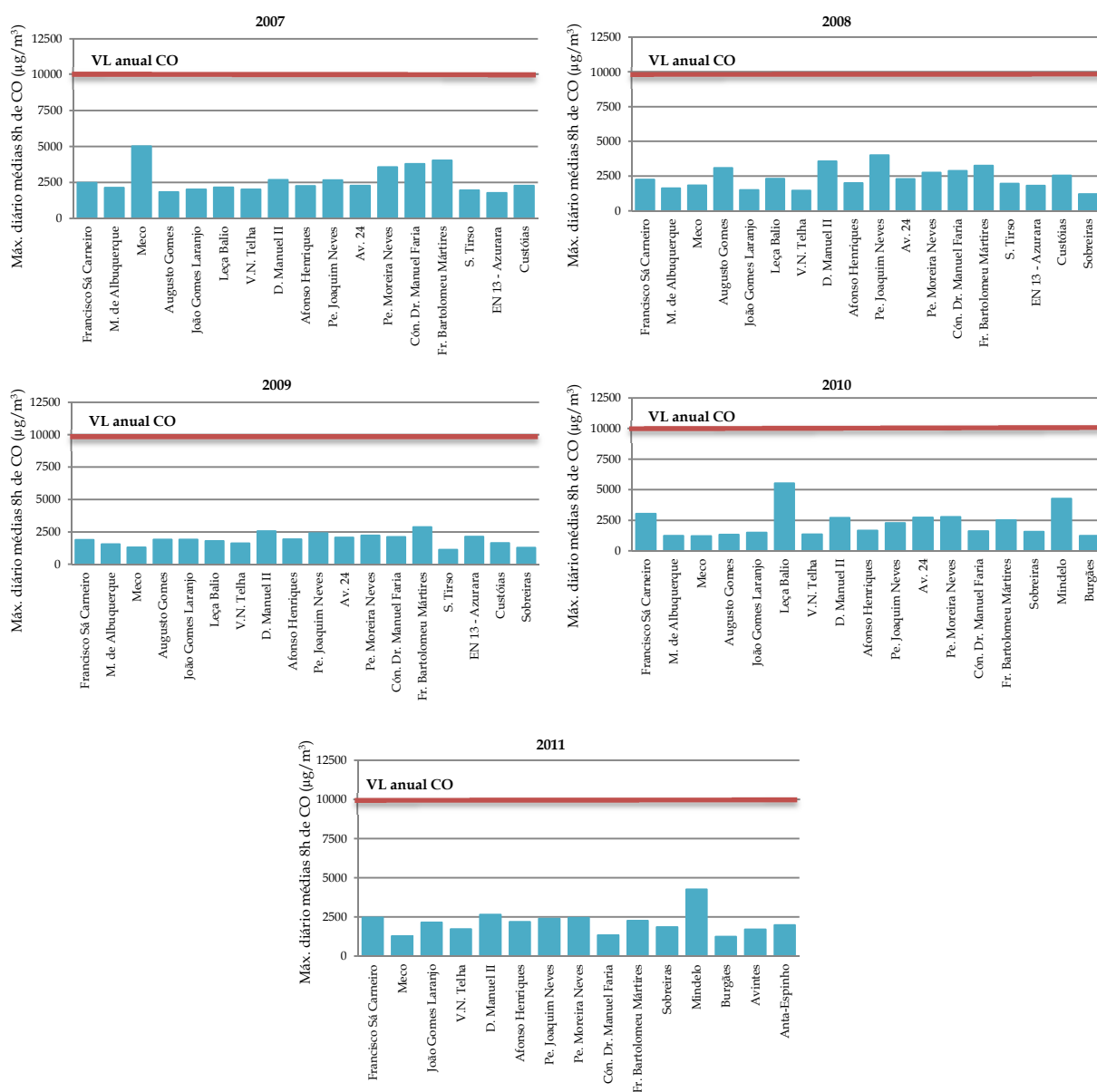
Na Figura 2 apresentam-se os máximos das médias octo-horárias de CO, registados em 2011, para todas as estações da Região Norte que monitorizam este poluente. Não se apresentam os resultados das estações de Leça do Balio, Padre Moreira Neves e Frei Bartolomeu Mártires por não terem registado 75% de eficiência de recolha de dados, necessário para cálculo dos máximos.



**Figura 2 - Máximo diário das médias de 8 horas de CO, em 2011**

Em 2011, nenhuma estação registou ultrapassagens do valor limite de CO para proteção da saúde humana, registando-se, em todas as estações, valores máximos diários das médias octo-horárias inferiores a 5000 µg/m³. A estação de Mindelo foi a que registou o valor máximo de CO mais elevado (4264 µg/m³), devido a obras que ocorreram durante o mês de Outubro, junto às instalações da Piscina Municipal onde a mesma está localizada.

Na figura 3 apresenta-se a evolução, nos últimos cinco anos, dos valores de concentração máxima diária das médias octo-horárias de CO, registados na rede de monitorização da Região Norte. À semelhança de 2011, também não se registaram ultrapassagens do valor limite de CO nos últimos 4 anos.



**Figura 3 - Máximo diário das médias de 8 horas de CO, entre 2007 e 2011**



### 3.2 – Óxidos de azoto (NO<sub>x</sub>, NO<sub>2</sub> e NO)

Os óxidos de azoto (NO<sub>x</sub>), onde se incluem o dióxido de azoto (NO<sub>2</sub>) 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 - NO<sub>2</sub>, pelos oxidantes presentes na atmosfera. O NO<sub>2</sub> é, de entre os óxidos de azoto (NO<sub>x</sub>), o mais importante em termos da saúde humana. Para as concentrações normalmente presentes na atmosfera, o NO não é considerado um poluente perigoso.

O NO<sub>2</sub> 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 alergénios de origem natural.

Por outro lado, os óxidos de azoto (NO<sub>x</sub>) 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<sub>x</sub> na atmosfera, sendo os polímeros naturais e sintéticos os mais afetados.

A legislação nacional em matéria de qualidade do ar ambiente estipula valores limite para o NO<sub>2</sub> e NO<sub>x</sub>. O NO é monitorizado em conjunto com o NO<sub>x</sub> e NO<sub>2</sub>, em todas as estações de medida. Na tabela 6 apresentam-se os parâmetros estatísticos fixados no Decreto-Lei N<sup>o</sup> 102/2010, de 23 de Setembro, para o NO<sub>2</sub> e NO<sub>x</sub>.

**Tabela 6 – Requisitos legais para o NO<sub>2</sub> e NO<sub>x</sub> – Decreto-Lei N<sup>o</sup> 102/2010, de 23 de Setembro**

Poluente	Parâmetro	Período Considerado	Valor Limite (µg/m <sup>3</sup> )	Margem de tolerância (µg/m <sup>3</sup> )
NO <sub>2</sub>	Valor limite horário para proteção da saúde humana	Uma hora	200 <sup>(1)</sup> (a não exceder mais de 18 vezes por ano civil)	2005: 50 2006: 40 2007: 30 2008: 20 2009: 10 2010: 00
	Valor limite anual para proteção da saúde humana	Um ano civil	40 <sup>(1)</sup>	2005: 10 2006: 08 2007: 06 2008: 04 2009: 02 2010: 00
	Limiar de alerta <sup>(3)</sup>	3 horas consecutivas	400	Não se aplica
NO <sub>x</sub>	Nível crítico para proteção da vegetação	Um ano civil	30	Não se aplica

(1) A cumprir a partir de 1 Janeiro de 2010

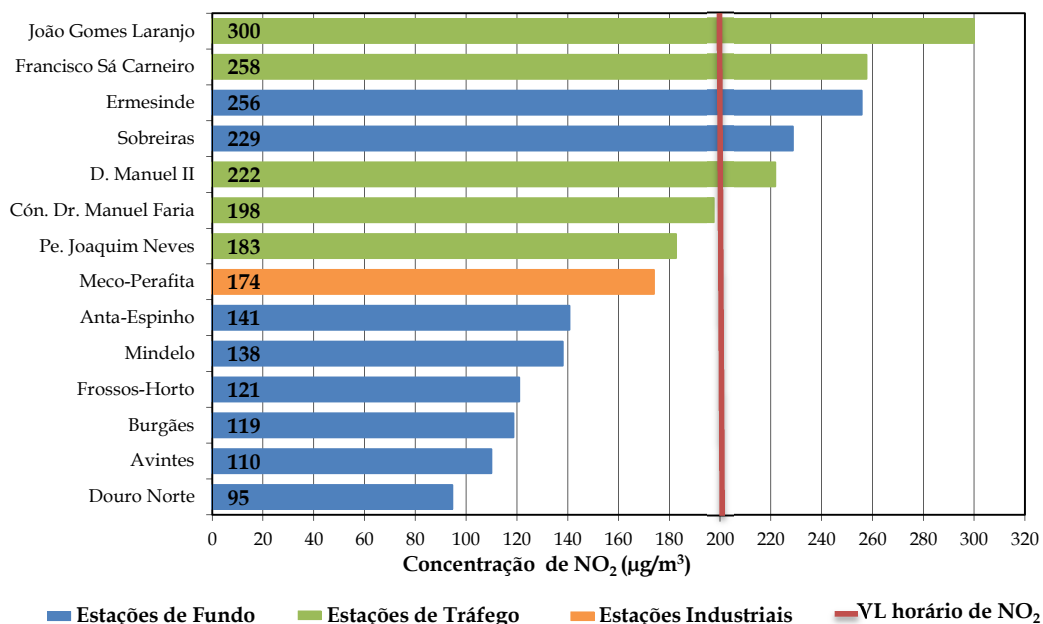
(2) Em locais que sejam representativos da qualidade do ar numa área de pelo menos 100 km<sup>2</sup>, ou numa zona ou aglomeração, consoante o espaço que apresentar menor área.

### 3.2.1 – Valor limite horário de NO<sub>2</sub> para proteção da saúde humana

O Decreto-Lei N<sup>o</sup> 102/2010, de 23 de Setembro fixa para o NO<sub>2</sub> um valor limite para proteção da saúde humana, com base horária (200 µg/m<sup>3</sup>). Este valor limite foi acrescido de uma margem de tolerância até 2009, sendo que não deve ser excedido mais do que 18 horas em cada ano civil.

Na figura 4 apresentam-se os máximos horários de NO<sub>2</sub> registados nas estações da rede de medida, em 2011 e a sua comparação com o valor limite horário.

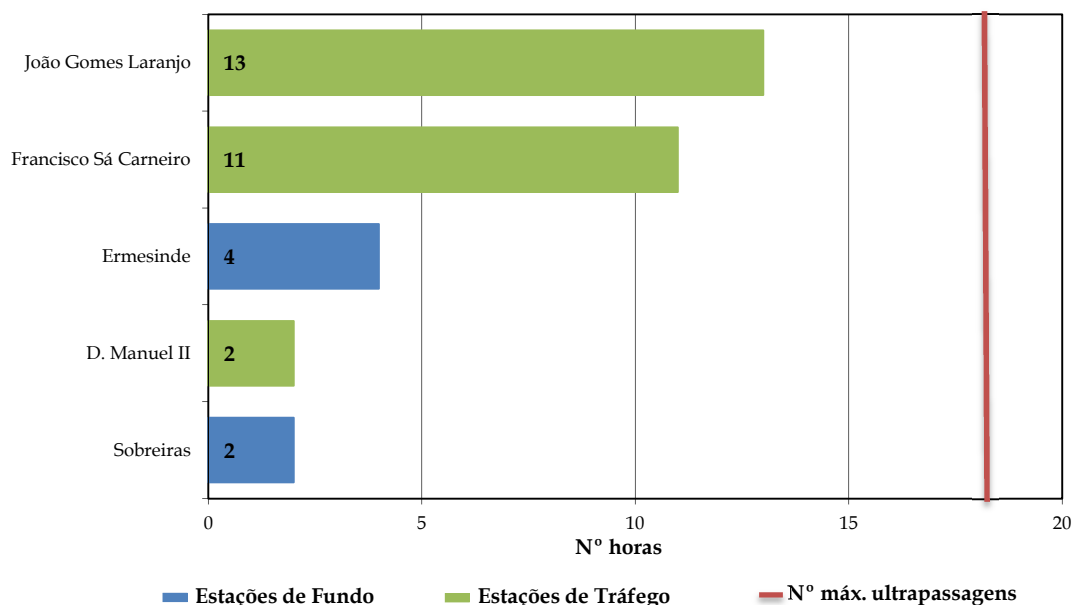
As estações de Vila Nova da Telha, Calendário, Padre Moreira Neves, Custóias, Leça do Balio, Afonso Henriques, Frei Bartolomeu Mártires, Paços Ferreira e Minho-Lima foram excluídas desta análise por terem registado eficiências inferiores a 75%, necessário para o cálculo dos máximos horários.



**Figura 4 - Máximo das médias horárias de NO<sub>2</sub>, em 2011**

Em 2011, registaram-se ultrapassagens ao valor limite horário de NO<sub>2</sub>, na Aglomeração Porto Litoral, nomeadamente em 3 estações de tráfego: João Gomes Laranjo, Francisco Sá Carneiro e D. Manuel II e, ainda, em 2 estações urbanas de fundo: Ermesinde e Sobreiras.

No entanto, nenhuma destas estações está em situação de incumprimento do valor limite horário de NO<sub>2</sub>, porque o número de horas de excedências permitido por ano civil (18 horas) não foi ultrapassado (figura 5).



**Figura 5 - N° ultrapassagens ao valor limite horário de NO<sub>2</sub>, em 2011**

Comparando o número de ultrapassagens ao valor limite horário de NO<sub>2</sub>, acrescido da margem de tolerância, aplicável até 2009, observadas nas estações da rede de medida, entre 2007 e 2011 (figura 6), verifica-se que apenas a estação de Ermesinde registou, em 2009, uma situação de incumprimento, por ter registado mais do que 18 horas de ultrapassagens.

Esta estação é do tipo urbana de fundo e a sua envolvente caracteriza-se por uma zona residencial e comercial. Durante o ano de 2009 ocorreram, na envolvente próxima desta estação, algumas atividades de carácter excecional, nomeadamente a construção de um centro comercial, a asfaltagem das ruas próximas e o arranjo do jardim onde a estação está inserida. Uma causa provável para a ocorrência das várias excedências do valor limite Horário de NO<sub>2</sub> nesta estação pode ter sido as emissões locais provenientes das várias atividades temporárias que tiveram lugar próximo da estação, em conjunto com a existência de condições desfavoráveis à dispersão de poluentes (Borrego *at al.*, 2011).

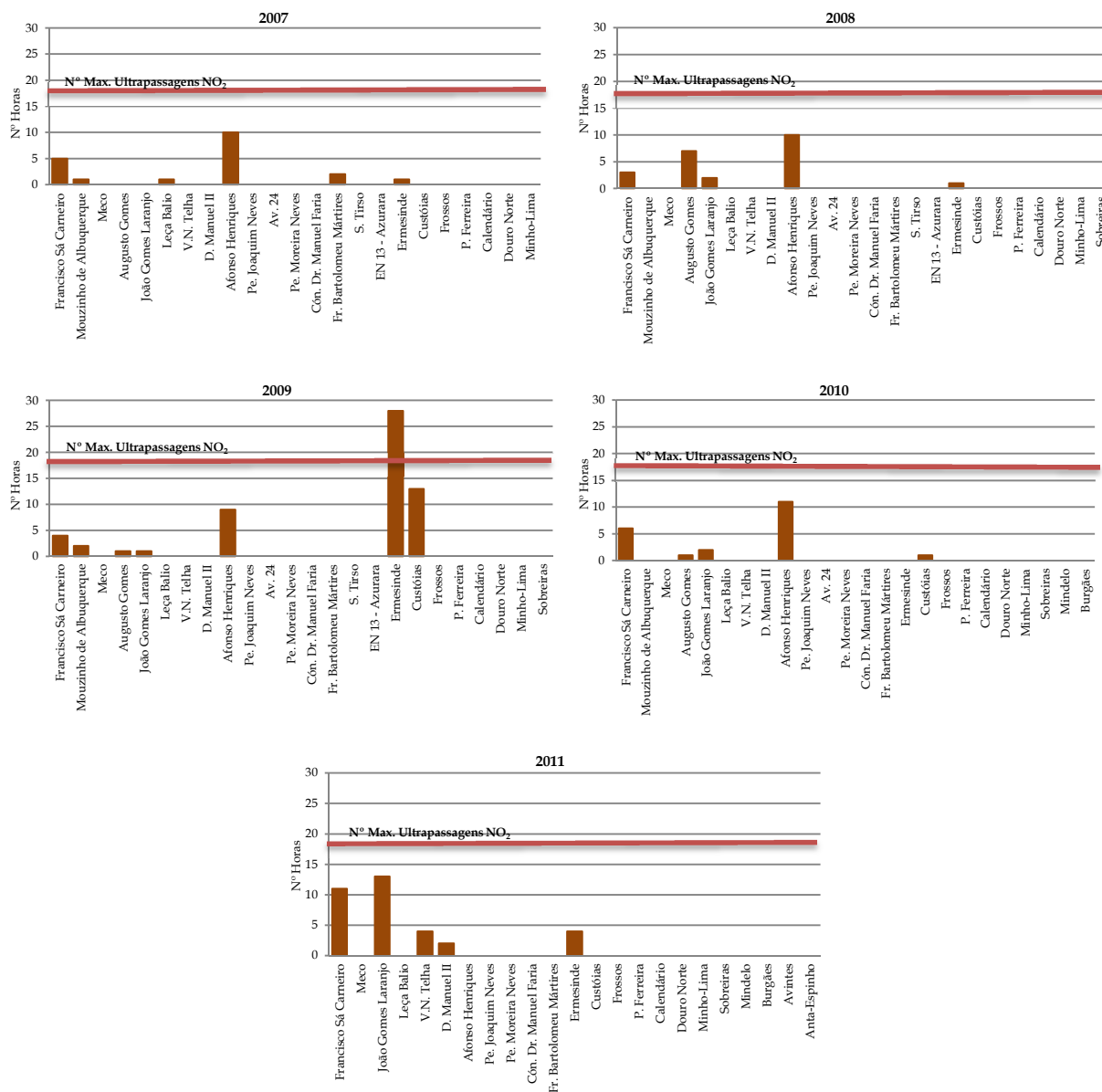
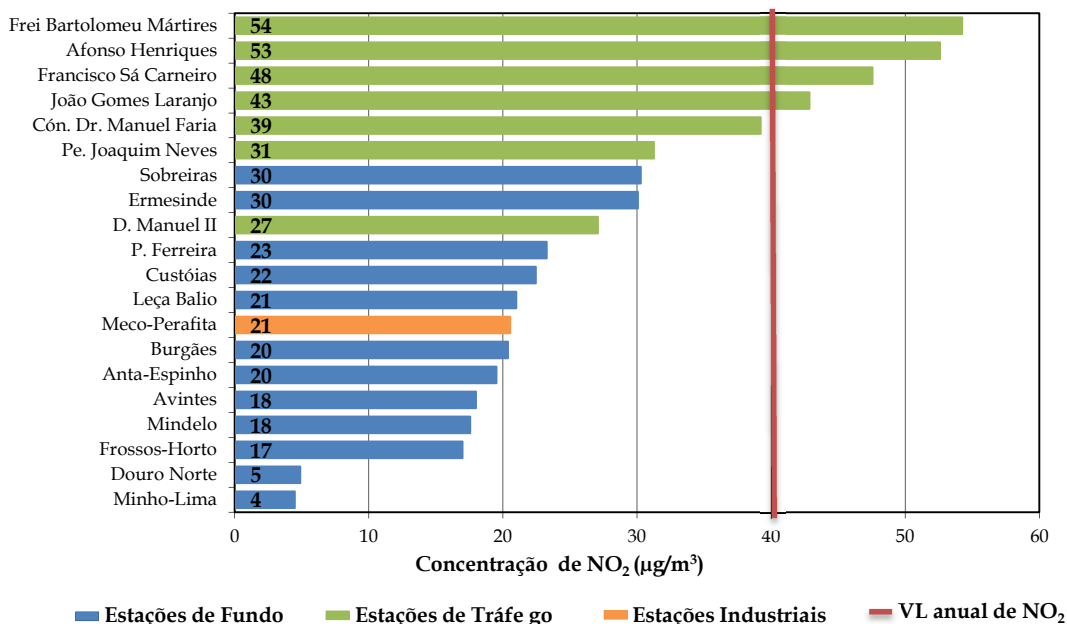


Figura 6 - Nº de ultrapassagens ao valor limite horário de NO<sub>2</sub>, entre 2007 e 2011

### 3.2.2 – Valor limite anual de NO<sub>2</sub> para proteção da saúde humana

O Decreto-Lei N<sup>o</sup> 102/2010, de 23 de Setembro, fixa para o NO<sub>2</sub> um valor limite para proteção da saúde humana, com base anual de 40 µg/m<sup>3</sup>, o qual foi acrescido de uma margem de tolerância até 2009.

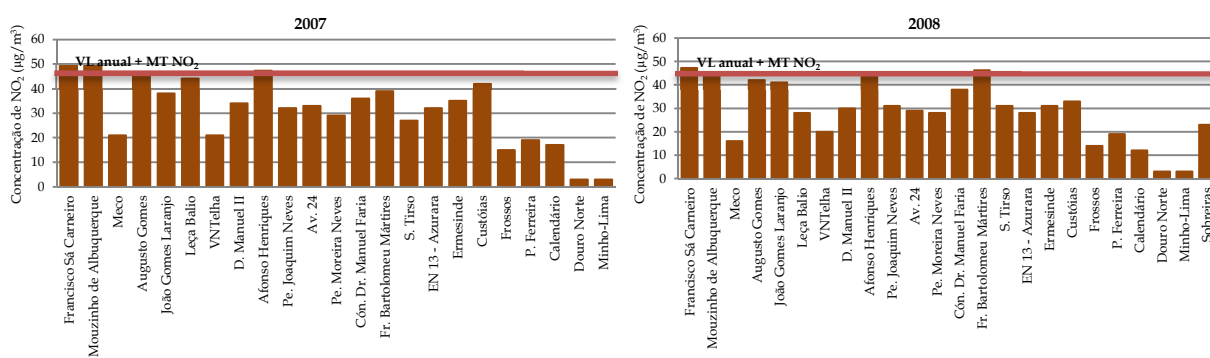
Analisando as médias anuais de NO<sub>2</sub>, registadas em 2011 (figura 7), verifica-se que as estações de tráfego Frei Bartolomeu Mártires, Afonso Henriques, Francisco Sá Carneiro e João Gomes Laranjo registaram valores superiores ao valor limite anual de NO<sub>2</sub> para proteção da saúde humana (40 µg/m<sup>3</sup>). As estações de Padre Moreira Neves, Calendário e Vila Nova da Telha foram excluídas desta análise por não terem registado, em 2011, uma taxa de eficiência de 50%, exigida para o cálculo da média anual.

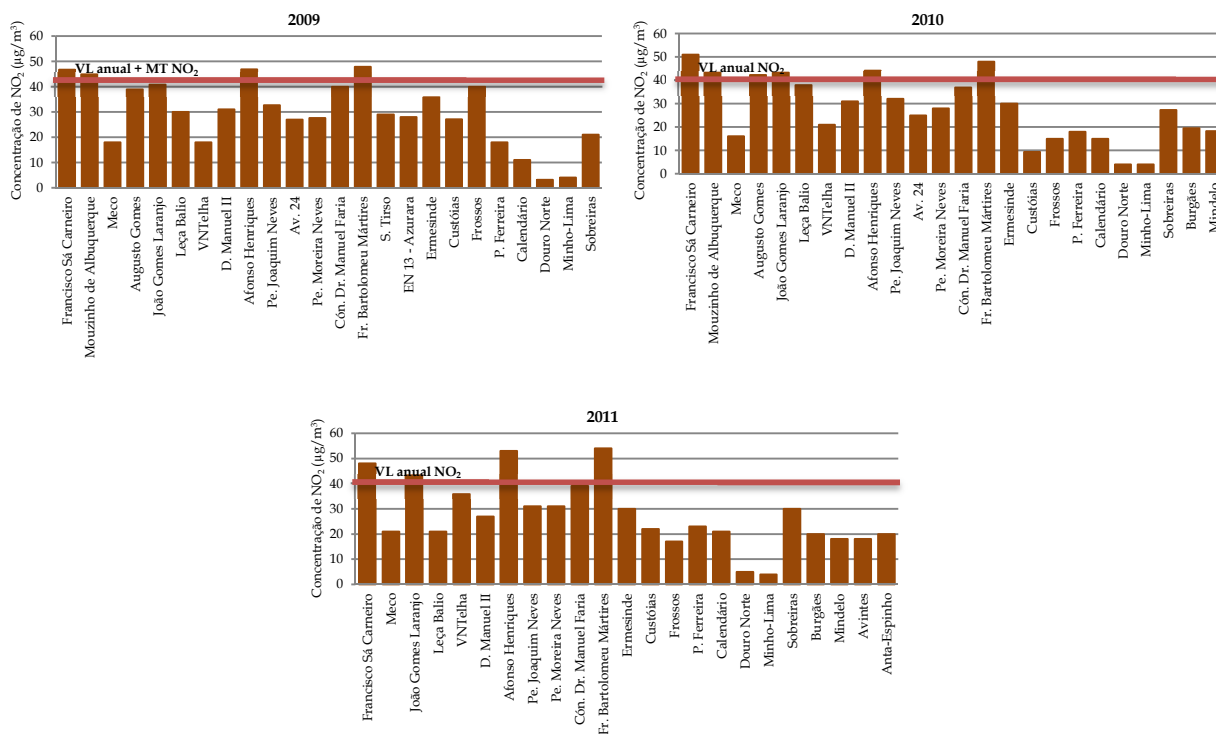


**Figura 7 – Média anual de NO<sub>2</sub>, em 2011**

Relativamente aos anos anteriores (figura 8) e tendo em conta o valor limite anual de NO<sub>2</sub>, acrescido da margem de tolerância, aplicável até 2009, verifica-se que 5 estações de tráfego localizadas na aglomeração Porto Litoral (Francisco Sá Carneiro, Mouzinho de Albuquerque, Augusto Gomes, Afonso, Henriques, João Gomes Laranjo) e uma localizada na aglomeração de Braga (Frei Bartolomeu Mártires), se destacam por registarem sistematicamente excedências.

É de salientar que as estações localizadas em Mouzinho de Albuquerque e na Rua Augusto Gomes, foram desativadas no decorrer de 2010 e transferidas para outros locais, por não cumprirem os critérios de localização em micro e macro escala. Nas restantes estações, verifica-se que os níveis de fundo existentes nas respetivas envolventes são elevados, exigindo a implementação de medidas locais, direcionadas sobretudo para o setor do tráfego, que permitam reduzir as concentrações de NO<sub>2</sub> para valores abaixo do respetivo valor limite.





**Figura 8 - Média anual de NO<sub>2</sub>, entre 2007 e 2011**

Apesar de não estarem definidos na legislação vigente parâmetros estatísticos para o NO, apresentam-se na figura 9 as médias anuais registadas para este poluente, em todas as estações da RMQA-RN, em 2011. Verifica-se que as médias de NO são mais baixas que as de NO<sub>2</sub>.



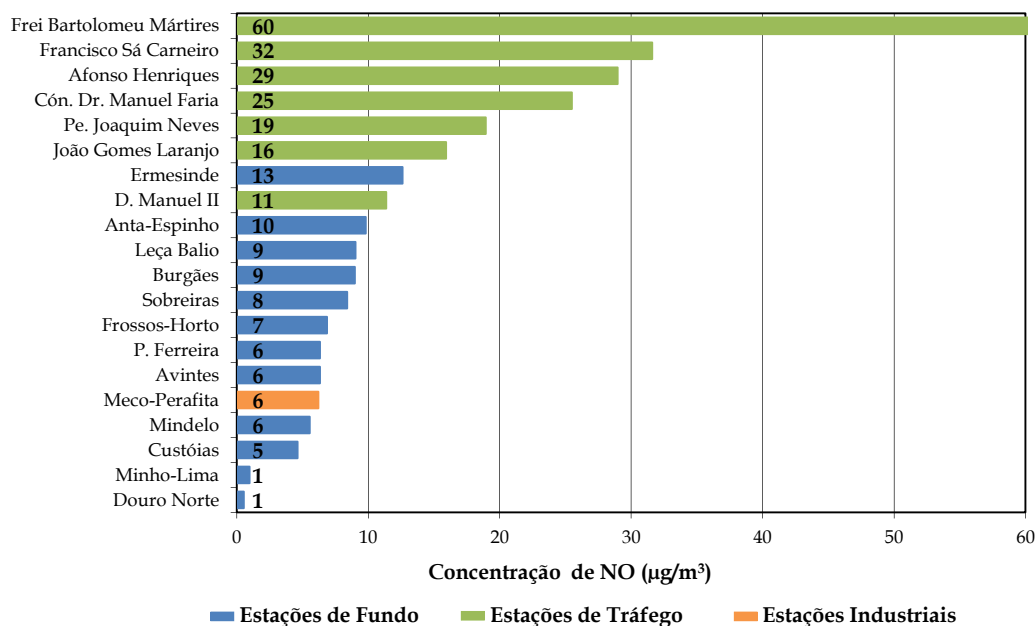


Figura 9 - Média anual de NO, em 2011

### 3.2.3 - Limiar de alerta de NO<sub>2</sub>

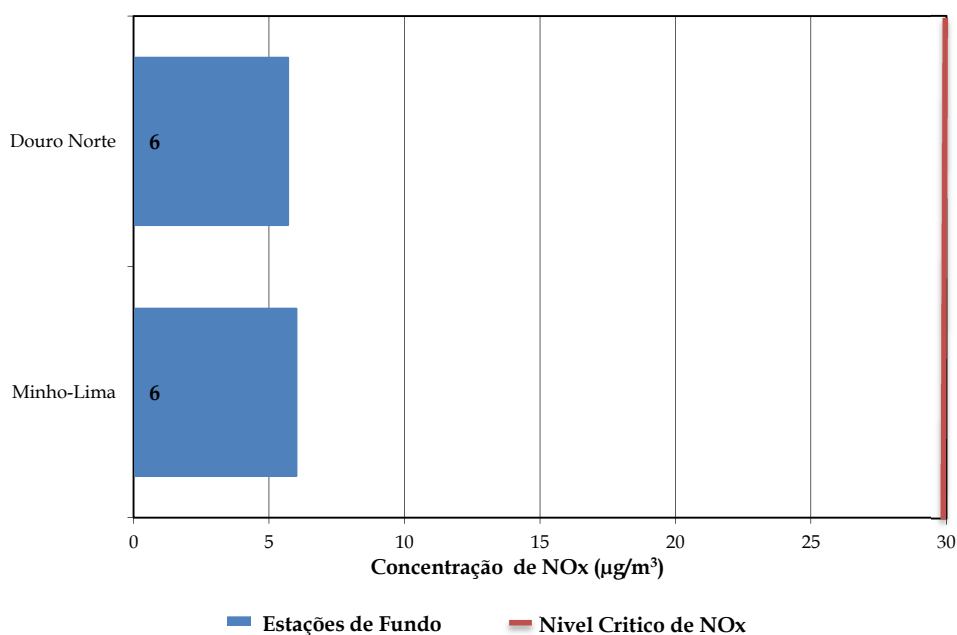
O limiar de alerta para o NO<sub>2</sub>, fixado no Decreto-Lei N<sup>o</sup> 102/2010, de 23 de Setembro, é de 400 µg/m<sup>3</sup>, medido em pelo menos 3 horas consecutivas. À semelhança dos anos anteriores, em 2011 não se registaram situações de excedência a este valor, em nenhuma estação da RMQA da Região Norte.

### 3.2.4 - Nível crítico de NO<sub>x</sub> para proteção da vegetação

O Decreto-Lei N<sup>o</sup> 102/2010, de 23 de Setembro estabelece um nível crítico de NO<sub>x</sub> para proteção da vegetação, de 30 µg/m<sup>3</sup>. 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 km<sup>2</sup>. 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 10 apresentam-se as médias anuais de NOx registadas nas estações rurais de fundo de Douro Norte, em Vila Real e Minho-Lima, em Viana do Castelo. Nenhuma destas estações excedeu o nível crítico de NOx para proteção da vegetação.



**Figura 10 - Média anual de NOx nas estações rurais de fundo, em 2011**

### 3.3 – Dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>)

O SO<sub>2</sub> é um gás denso, incolor, não inflamável, altamente tóxico e a sua inalação pode ser fortemente irritante.

É produzido naturalmente pelos vulcões. 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 (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), contribuindo portanto para a formação de chuvas ácidas, com as consequentes acidificação das águas e solos, lesões em plantas e degradação de materiais.

No que respeita às concentrações de SO<sub>2</sub>, no ar ambiente, o Decreto-Lei N<sup>o</sup> 102/2010, de 23 de Setembro, fixa para este poluente os requisitos legais descritos na tabela 7.

Na RMQA da Região Norte, este poluente é monitorizado em 18 estações.

**Tabela 7 - Requisitos legais para o SO<sub>2</sub> - Decreto-Lei N<sup>o</sup> 102/2010, de 23 de Setembro**

Parâmetro	Período Considerado	Valor Limite (µg/m <sup>3</sup> )	Margem de Tolerância (µg/m <sup>3</sup> )
Valor limite horário para proteção da saúde humana	Uma hora	350 <sup>(1)</sup> (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 <sup>(2)</sup>	3 horas consecutivas	500	Não se aplica

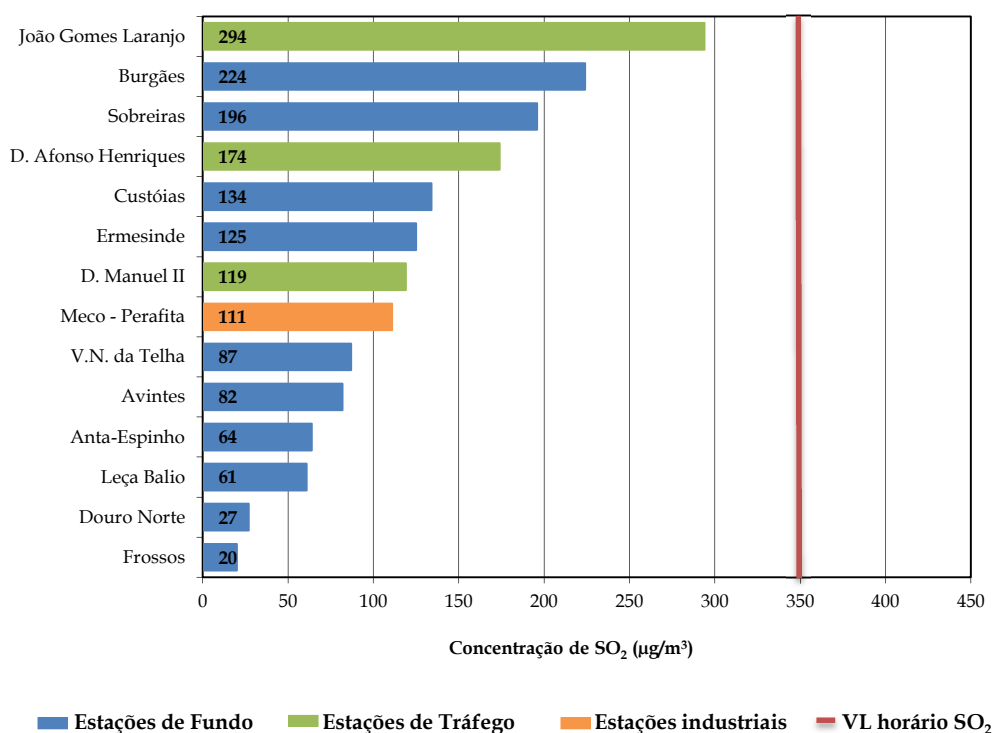
(1) Já em vigor desde 1 de Janeiro de 2005

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

### 3.3.1 – Valor limite horário de SO<sub>2</sub> para proteção da saúde humana

O Decreto-Lei N<sup>o</sup> 102/2010, de 23 de Setembro fixa, para o SO<sub>2</sub>, um valor limite com base horária (350 µg/m<sup>3</sup>), o qual não pode ser excedido mais do que 24 horas em cada ano civil.

Na figura 11 apresentam-se os máximos horários de SO<sub>2</sub>, registados em 2011 e a sua comparação com o respetivo valor limite. Nenhuma estação registou ultrapassagens do valor limite horário de SO<sub>2</sub> para proteção da saúde humana. As estações de Mindelo, Paços de Ferreira, Calendário e Minho-Lima registaram eficiências inferiores a 75%, pelo que não entraram nesta análise.



**Figura 11 – Máximos horários de SO<sub>2</sub>, em 2011**

### 3.3.2 – Valor limite diário de SO<sub>2</sub> para proteção da saúde humana

O Decreto-Lei N<sup>o</sup> 102/2010, de 23 de Setembro, fixa um valor limite para o SO<sub>2</sub>, com base diária de 125 µg/m<sup>3</sup>, o qual não deve ser excedido mais do que 3 dias em cada ano civil.

Na figura 12 representam-se os valores máximos diários de SO<sub>2</sub> registados em 2011, nas estações da Região Norte, face ao valor limite aplicável. Nenhuma estação registou situações de incumprimento.

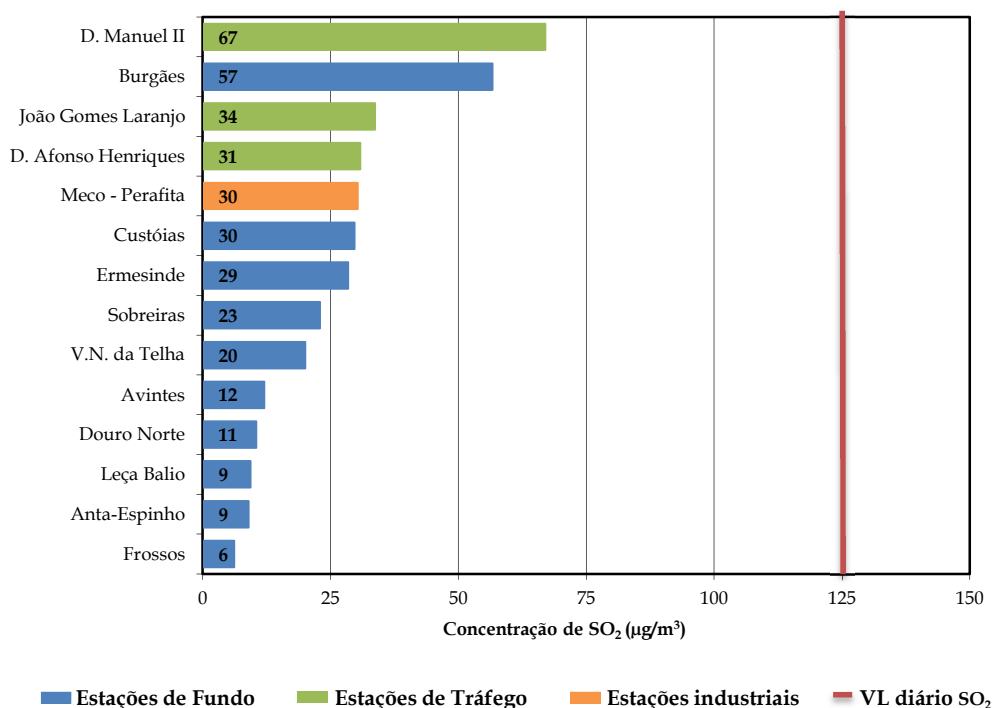


Figura 12 – Máximos diários de SO<sub>2</sub>, em 2011

Relativamente aos anos anteriores, e tendo em conta os valores limite horário e diário de SO<sub>2</sub>, apresenta-se na figura 13 a evolução do número de ultrapassagens registadas entre 2007 e 2011. Verifica-se que nenhuma das estações registou situações de incumprimento face aos valores limite fixados para este poluente.

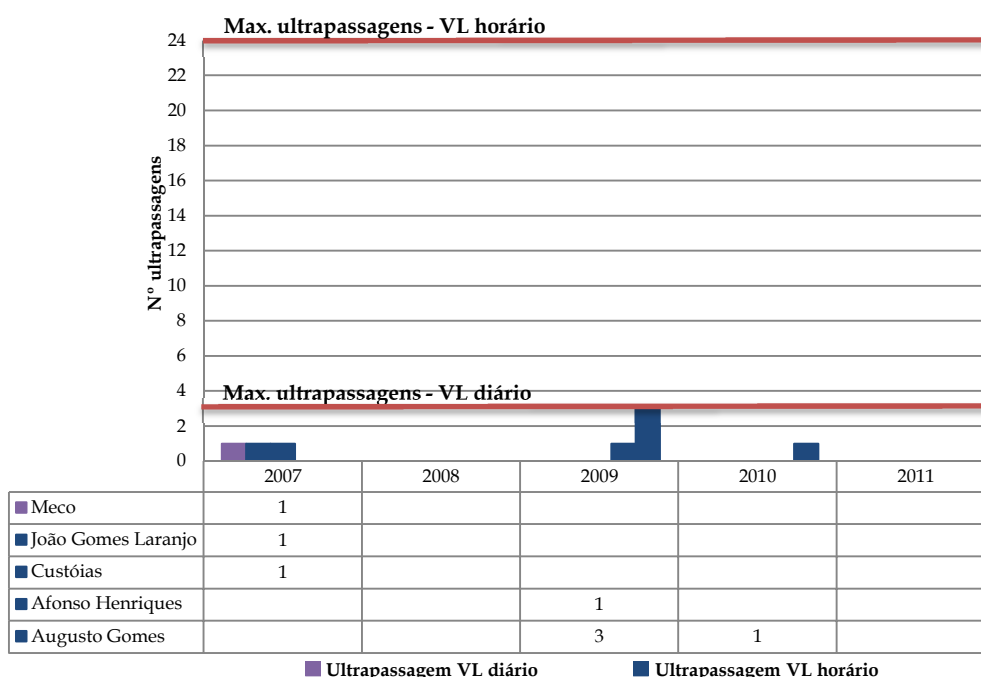


Figura 13 - Nº de ultrapassagens ao valor limite horário e diário de SO<sub>2</sub>, entre, 2007 e 2011

### 3.3.3 - Nível crítico de SO<sub>2</sub> para proteção dos ecossistemas

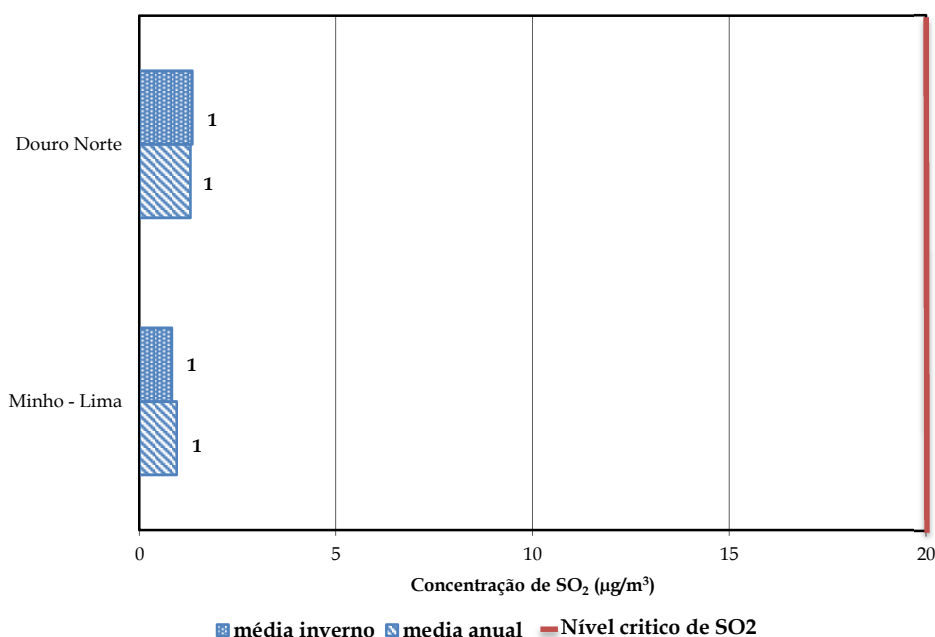
O Decreto-Lei N<sup>o</sup> 102/2010 fixa um nível crítico de SO<sub>2</sub> para proteção dos ecossistemas de 20 µg/m<sup>3</sup>, tendo em conta o ano civil e o período de Inverno (de 1 de Outubro a 31 de Março).

Como já foi referido para o caso do NO<sub>x</sub>, os locais de amostragem que permitem avaliar o cumprimento dos níveis de poluentes atmosféricos, para proteção da

vegetação e dos ecossistemas, devem ter requisitos muito específicos de modo a cumprirem o seu objetivo.

Assim, para análise do nível crítico de SO<sub>2</sub> vai-se entrar em conta apenas com as estações rurais de fundo, que pelas suas características de localização, em micro e macro escala, são representativas da qualidade do ar de pelo menos uma área de 1000 km<sup>2</sup>.

Na figura 14 apresenta-se as médias anuais e de Inverno de SO<sub>2</sub>, registadas nas estações de Douro Norte e Minho-Lima, em 2011. Constata-se que não ocorreram excedências do nível crítico de SO<sub>2</sub> para proteção dos ecossistemas.



**Figura 14 - Média anual e de Inverno de SO<sub>2</sub>, nas estações rurais de fundo, em 2011**

Relativamente aos anos anteriores, o comportamento foi semelhante, não se tendo registado nenhuma situação de incumprimento, em relação ao nível crítico de SO<sub>2</sub> para proteção dos ecossistemas.

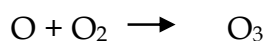
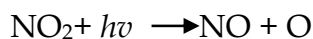
### 3.3.4 – Limiar de alerta de SO<sub>2</sub>

O limiar de alerta para o SO<sub>2</sub>, definido no Decreto-Lei N<sup>o</sup> 102/2010, de 23 de Setembro, é de 500 µg/m<sup>3</sup>, medido em três horas consecutivas. Em 2011, à semelhança dos últimos 4 anos, não se registou nenhum episódio de ultrapassagem deste limiar.

## 3.4 – Ozono (O<sub>3</sub>)

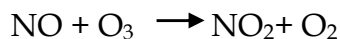
O ozono (O<sub>3</sub>) é um gás incolor (apresentando-se com cor azul-escura quando em estado líquido), cujas moléculas são formadas por três átomos de oxigénio. Está presente, sob a forma gasosa, na troposfera, constituindo uma pequena fração desta. A maior parte do ozono (cerca de 90% do total existente 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<sub>2</sub>. A destruição fotoquímica do NO<sub>2</sub> 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<sub>3</sub>, provocando um decréscimo da sua concentração, voltando a formar NO<sub>2</sub>:





Assim, obtém-se um estado de equilíbrio dinâmico na formação e destruição do O<sub>3</sub>. Contudo, na presença de COV na atmosfera amplia-se a probabilidade de formação de O<sub>3</sub>, na medida em que os radicais orgânicos reagem com o NO formando NO<sub>2</sub> adicional, que por sua vez, na presença de radiação pode levar à produção de mais O<sub>3</sub>. Também o metano (CH<sub>4</sub>) e o monóxido de carbono (CO) são gases preponderantes nos níveis de O<sub>3</sub> registados, uma vez que competem pelo radical hidroxilo (OH), influenciando posteriormente a quantidade de NO<sub>x</sub> disponível para a formação de O<sub>3</sub>.

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 acção 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 O<sub>3</sub> 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 O<sub>3</sub> está ainda relacionado com a degradação de vários materiais, tais como borrachas, têxteis e pinturas (Borrego, *et al.*, 2009).

Na Região Norte, o O<sub>3</sub> é monitorizado em 18 estações de qualidade do ar, sendo que a maioria delas é do tipo de fundo e localizam-se em ambiente urbano, suburbano e rural. Na tabela 8 apresentam-se os parâmetros estatísticos fixados para o O<sub>3</sub>, no Decreto-Lei N<sup>o</sup> 102/2010, de 23 de Setembro.

**Tabela 8 – Requisitos legais para o O<sub>3</sub> – Decreto-Lei N<sup>o</sup> 102/2010, de 23 de Setembro**

Parâmetro	Período Considerado	Valor Limite (µg/m <sup>3</sup> )
Valor alvo para proteção da saúde humana – 2010 <sup>(1)</sup>	Máximo diário das médias de 8 horas	120 µg/m <sup>3</sup> (a não exceder mais de 25 vezes por ano civil; calculado em média em relação a 3 anos)
Valor alvo para proteção da vegetação – 2010 <sup>(1)</sup>	AOT40 calculado com base em valores horários medidos de Maio a Julho (inclusive)	18.000 µg/m <sup>3</sup> .h (calculado em média em relação a 5 anos)
Objetivo a longo prazo para proteção da saúde humana	Máximo diário das médias diárias de 8 horas, por ano civil	120 µg/m <sup>3</sup>
Objetivo a longo prazo para proteção da vegetação	AOT40 calculado com base em valores horários medidos de Maio a Julho (inclusive)	6.000 µg/m <sup>3</sup> .h
Limiar de informação	Uma hora	180 µg/m <sup>3</sup>
Limiar de alerta	Uma hora	240 µg/m <sup>3</sup>

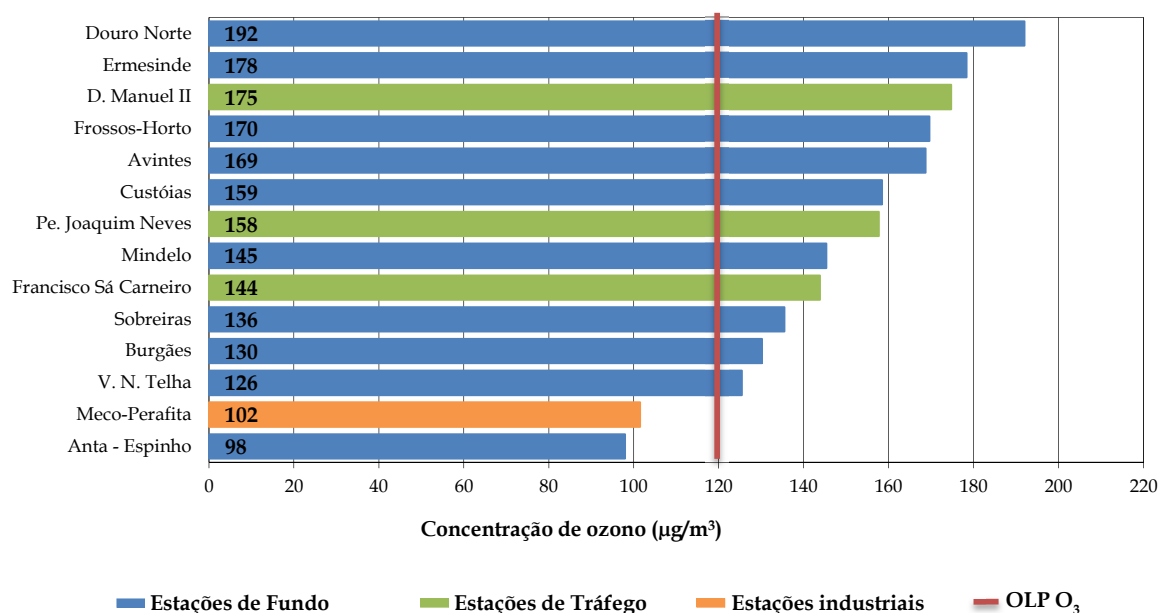
(1) O cumprimento dos valores alvo será avaliado a partir de 2010, o primeiro ano cujos dados serão utilizados para calcular a avaliação da conformidade nos três ou cinco anos seguintes, consoante o caso. Caso os dados anuais utilizados para a determinação das médias relativas a três ou cinco anos não 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.

### 3.4.1 – Valor alvo e objetivo a longo prazo de O<sub>3</sub> para proteção da saúde humana

O Decreto-Lei N<sup>o</sup> 102/2010, de 23 de Setembro, fixa um valor alvo de O<sub>3</sub> para proteção da saúde humana, de 120 µg/m<sup>3</sup>, 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. As médias dos dados de 2010, 2011 e 2012 serão utilizados para a avaliação do cumprimento deste valor alvo. Em 2013, caso existam situações de incumprimento, terá que ser elaborado um Plano de Qualidade do Ar para o O<sub>3</sub>, com o objetivo de cumprir o referido valor alvo.

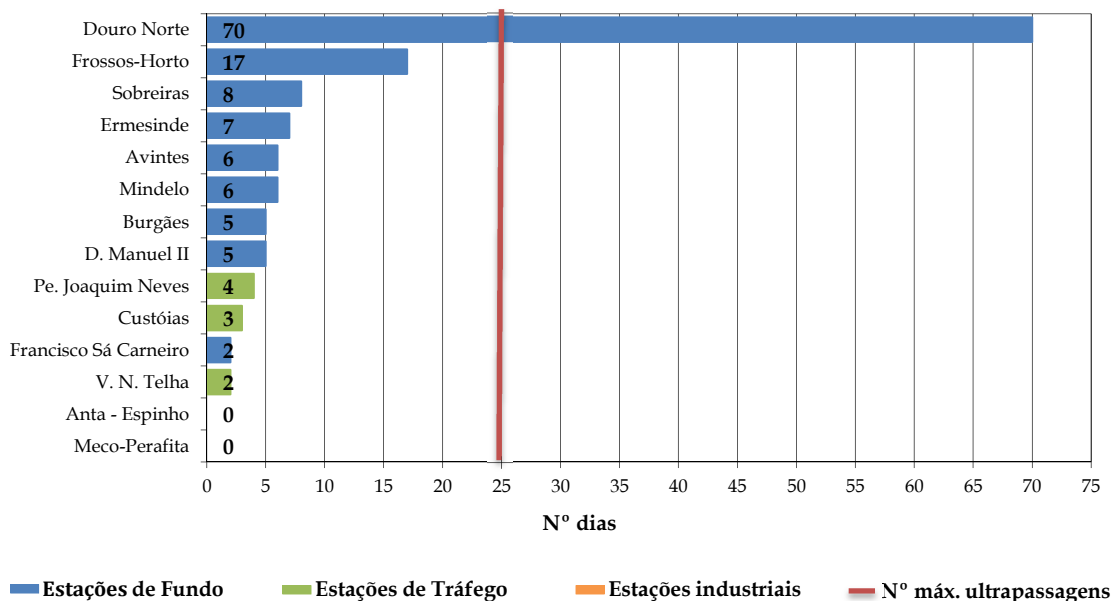
O mesmo diploma legal fixa ainda um objetivo a longo prazo de O<sub>3</sub> para proteção da saúde humana, que se traduz no valor máximo diário das médias octo - horárias e que não pode ultrapassar o valor de 120 µg/m<sup>3</sup>. De acordo com a definição do Decreto-Lei N<sup>o</sup> 102/2010, de 23 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 15 apresentam-se os máximos das médias octo-horárias de O<sub>3</sub>, nas estações da RMQA-RN, em 2011 e a respetiva comparação com o objetivo a longo prazo para proteção da saúde humana. Excluíram-se desta análise as estações de Calendário, Leça do Balio, Minho-Lima e Paços de Ferreira, por não cumprirem o requisito de 75% de eficiência de funcionamento, para o cálculo dos máximos. Comparando os máximos das médias de 8 horas de O<sub>3</sub> registados nas estações, constata-se que, em 2011, todas excederam o objetivo a longo prazo fixado para este poluente, exceto Meco - Perafita e Anta - Espinho.



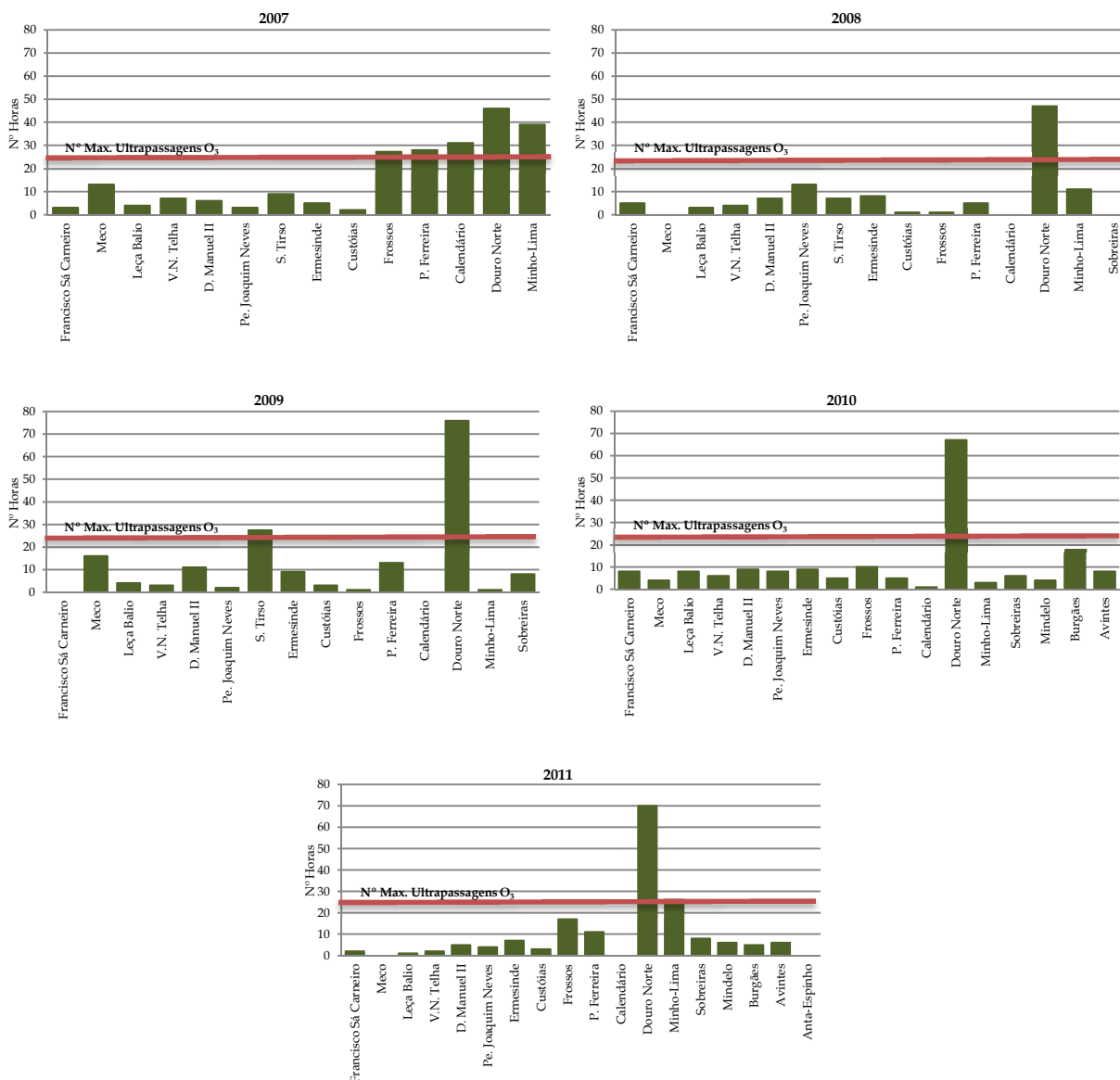
**Figura 15 - Máximo das médias octo-horárias de O<sub>3</sub>, em 2011**

Analisando o número de ultrapassagens registadas em cada uma das estações (figura 16) verifica-se que apenas a estação de Douro Norte está em situação de incumprimento, face ao valor alvo de O<sub>3</sub> para proteção da saúde humana, dado que o Decreto-Lei N<sup>o</sup> 102/2010, de 23 de Setembro fixa em 25 o número de vezes que este valor pode ser excedido.



**Figura 16 - N° de ultrapassagens ao valor alvo de O<sub>3</sub>, em 2011**

Relativamente aos anos anteriores, apresenta-se na figura 17, o número de ultrapassagens ao valor alvo de O<sub>3</sub> registadas entre 2007 e 2011. Da análise desta figura destaca-se, por um lado, o ano de 2007, como aquele em que mais estações registaram ultrapassagens ao valor alvo de O<sub>3</sub> superiores ao número máximo permitido e por outro, a situação da estação Douro Norte, localizada na Zona Norte Interior, que registou consecutivamente ultrapassagens, entre 2007 e 2011.



**Figura 17 - N° de ultrapassagens ao valor alvo de O<sub>3</sub>, entre 2007 e 2011**

### 3.4.2 - Valor alvo e objetivo a longo prazo de O<sub>3</sub> para proteção da vegetação (AOT40)

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 O<sub>3</sub> 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 e do objetivo a longo prazo de O<sub>3</sub> para proteção da vegetação.

As estações que entram para avaliação do cumprimento destes 2 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. A estação de Calendário registou uma falha de dados entre Maio e Julho, pelo que não entrou nesta análise.

Em 2011, as estações de Calendário, Leça do Balio, D. Manuel II, Minho-Lima, Paços de Ferreira e Douro Norte obtiveram, entre Maio e Julho, uma eficiência inferior a 90%, tendo sido necessário calcular o AOT40 estimado.

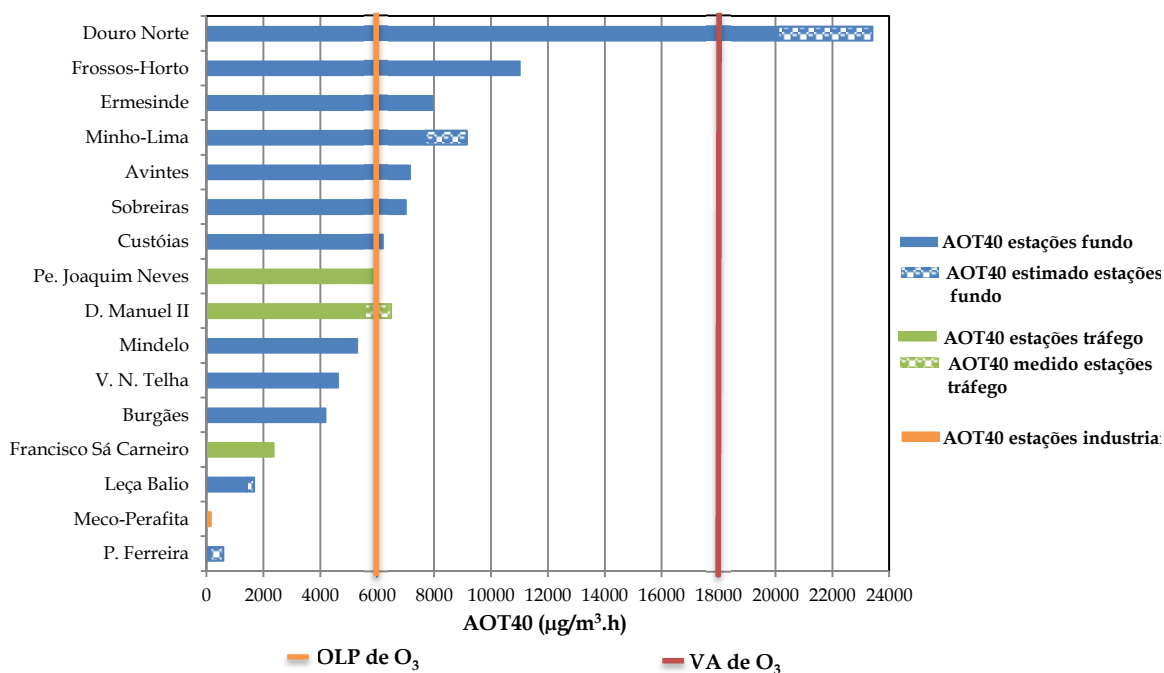


Figura 18 - AOT40 de O<sub>3</sub>, em 2011

Em 2011, como se pode verificar na figura 18, as estações de Custóias, Sobreiras, Avintes, Minho-Lima, Ermesinde, Frossos e Douro Norte não cumpriram o valor estipulado para o objetivo a longo prazo de O<sub>3</sub> para proteção da vegetação (6 000µg/m<sup>3</sup>.h).

Relativamente ao valor alvo para proteção da vegetação (18 000µg/m<sup>3</sup>.h), apenas a estação rural de fundo de Douro Norte está em incumprimento.

### 3.4.3 - Limiares de informação e de alerta à população de O<sub>3</sub>

O Decreto-Lei N<sup>o</sup> 102/2010, de 23 de Setembro fixa, para o O<sub>3</sub> dois limiares: o de informação (180 µg/m<sup>3</sup>) e o de alerta à população (240 µg/m<sup>3</sup>). O primeiro limiar corresponde ao nível acima do qual uma exposição de curta duração acarreta riscos para a saúde humana de grupos particularmente sensíveis da população (pessoas

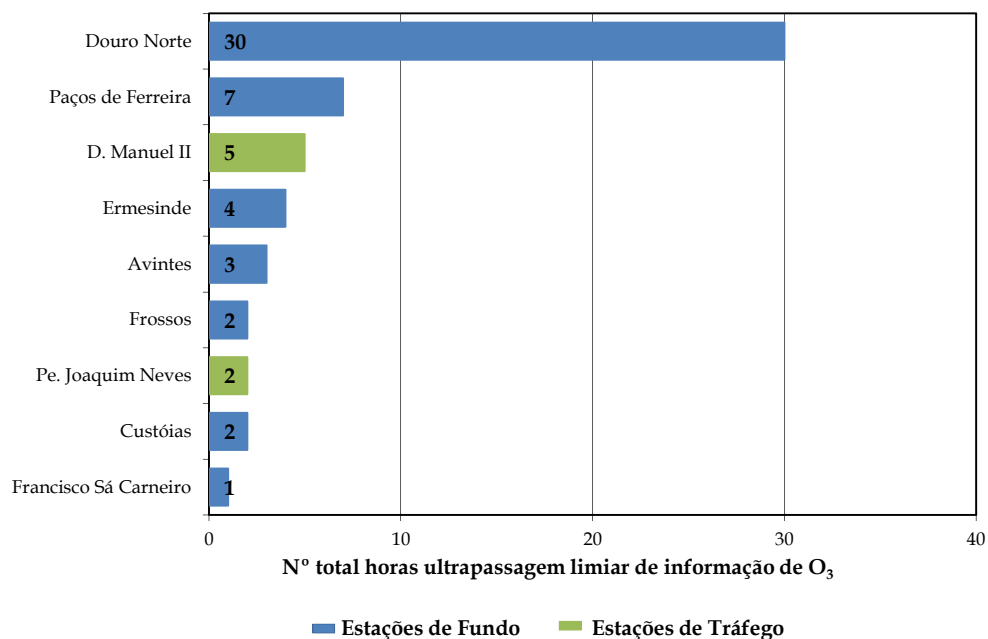


com problemas respiratórios, de alergia ou asmáticos, idosos e crianças) e a partir do qual é necessária a divulgação horária atualizada. O limiar de alerta corresponde ao nível acima do qual uma exposição de curta duração apresenta riscos para a saúde humana da população em geral e a partir do qual devem ser tomadas medidas imediatas, mais concretamente devem ser elaborados planos de ação a curto prazo sempre que o limiar de alerta de O<sub>3</sub> seja excedido durante mais de 3 horas consecutivas.

Sempre que ocorrem ultrapassagens aos limiares de informação e de alerta de O<sub>3</sub>, a CCDR-N desencadeia os procedimentos estipulados na legislação em vigor, mais concretamente a divulgação em tempo real, todos os dias, incluindo fim de semana, sobre a localização ou zona da ocorrência, o tipo de limiar excedido, a hora e duração da ocorrência e a concentração média horária 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 CCDRN (URL 2).

Na figura 19 apresenta-se o número de ultrapassagens do limiar de informação à população de O<sub>3</sub> (180 µg/m<sup>3</sup>) registadas nas estações da RMQA-RN, em 2011. Foram 9 as estações que excederam este limiar, num total de 56 horas, destacando-se a de Douro Norte com 30 horas de ultrapassagem. Na tabela 9 apresentam-se em pormenor os dias em que ocorreram estas situações de excedência.

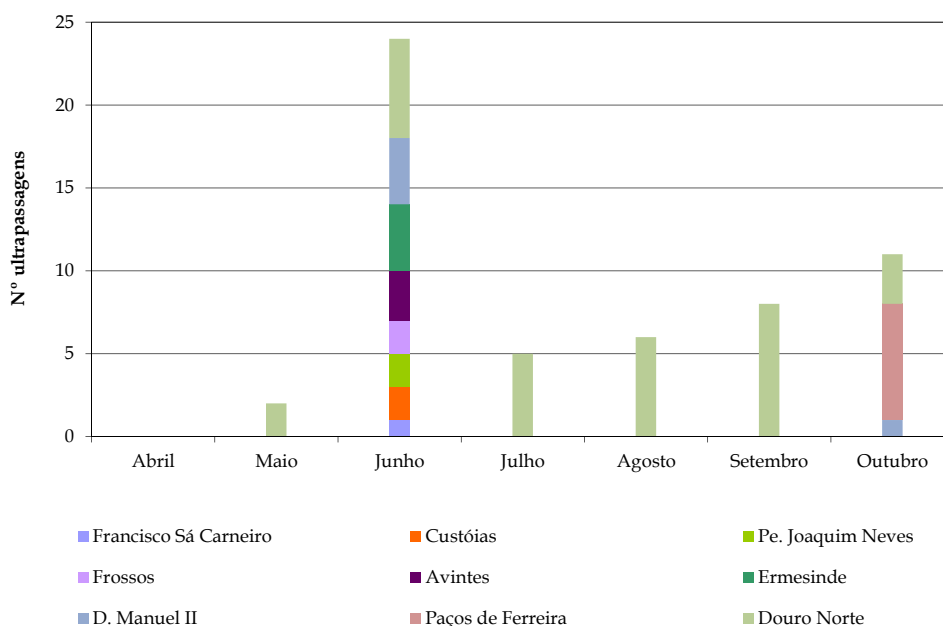


**Figura 19 - N° ultrapassagens do limiar de informação de O<sub>3</sub>, em 2011**

**Tabela 9 - Situações de excedência do limiar de informação de O<sub>3</sub>, em 2011**

Estação	Mês	Dia	Conc. Máx. (µg/m <sup>3</sup> )	Hora início	Duração (h)
Francisco Sá Carneiro	6	26	184	14	1
Custóias	6	26	197	13	2
D. Manuel II	6	26	215	13	4
	10	13	187	15	1
Ermesinde	6	26	220	13	4
Pe. Joaquim Neves	6	26	198	14	2
Paços de Ferreira	10	3	200	15	2
	10	4	181	16	1
	10	12	184	16	1
	10	15	215	15	3
Frossos	6	26	184	16	2
Douro Norte	5	11	191	17	1
	5	26	207	16	1
	6	25	218	18	6
	7	1	219	18	2
	7	30	196	15	3
	8	11	205	17	1
	8	12	205	17	3
	8	16	183	16	1
	8	19	191	19	1
	9	15	223	16	2
	9	21	204	16	3
	9	22	187	16	3
	10	12	200	19	2
	10	18	193	17	1
Avintes	6	26	218	13	3

Na figura 20 apresenta-se a distribuição mensal dos episódios de ultrapassagem do limiar de informação de O<sub>3</sub>, em 2011. Junho foi o mês que registou mais ocorrências, nas estações de Francisco Sá Carneiro, Frossos, D. Manuel II, Custóias, Avintes, Padre Joaquim Neves, Ermesinde e Douro Norte. Esta última estação observou consecutivamente excedências do limiar de informação de O<sub>3</sub>, entre Maio e Outubro.



**Figura 20 - Distribuição mensal das ultrapassagens do limiar de informação de O<sub>3</sub>, em 2011**

Em relação ao limiar de alerta à população de O<sub>3</sub>, não se registaram em 2011 situações de excedência em nenhuma estação.

Na figura 21 apresenta-se a evolução do número de ultrapassagens do limiar de informação e de alerta de O<sub>3</sub>, registadas entre 2007 e 2011. Nestes últimos cinco anos, o ano de 2010 foi aquele que registou um maior número de horas e de estações com excedências do limiar de informação e do limiar de alerta de O<sub>3</sub>.

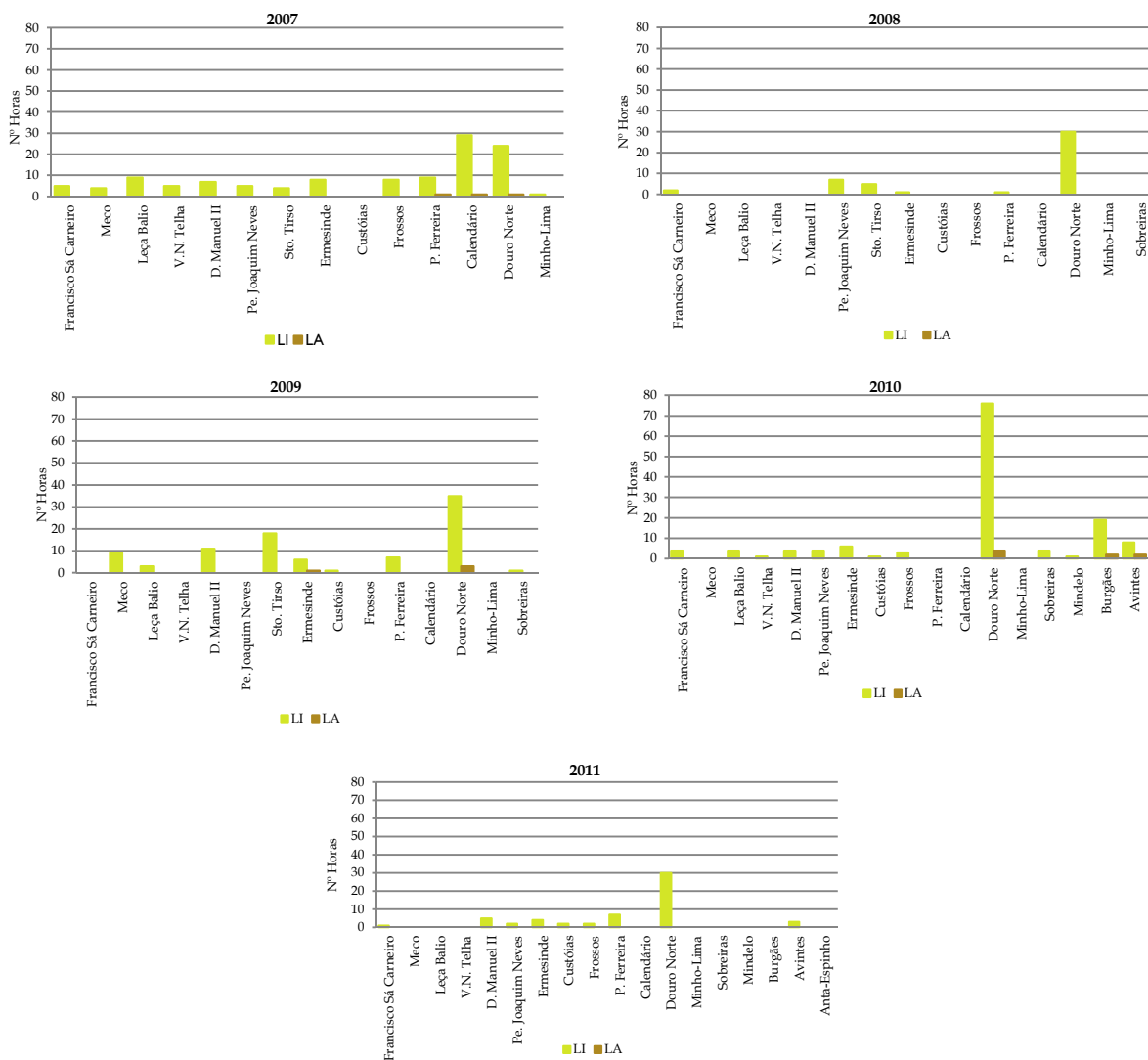


Figura 21 - N<sup>o</sup> de ultrapassagens dos limiares de informação e alerta de O<sub>3</sub>, entre 2007 e 2011

### 3.5 – 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 e 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, mas também 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 dado 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.

O Decreto-Lei N<sup>o</sup> 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 de PM10 registada seja imputável apenas a este tipo de fonte, esta não é considerada para efeitos de cumprimento dos valores limite fixados para este poluente.

Quer isto dizer que, anualmente, é necessário avaliar a origem de cada episódio de ultrapassagem do valor limite (diário e anual) de PM10 e efetuar o respetivo desconto aos dias em que a origem é exclusivamente de fontes naturais. A entidade responsável pela elaboração do Relatório Anual de Identificação de Eventos Naturais é a Agência Portuguesa do Ambiente (APA). Devido a cortes orçamentais este estudo não foi elaborado para 2011, pelo que a análise efetuada no presente relatório para as PM10 não conta com os descontos dos dias em que ocorreram eventos naturais.

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

O Decreto-Lei N<sup>o</sup> 102/2010, de 23 de Setembro fixa para as PM10 os parâmetros estatísticos apresentados na tabela 10.

No caso das PM2,5, apesar de sempre ter sido dada a indicação, em termos legais, da necessidade de ser garantida a instalação e a operacionalidade de estações de medição deste poluente, antes da publicação da Diretiva - Quadro (2008/50/CE) não existiam, a nível Nacional, valores normativos para este poluente. Esta situação alterou-se com a transposição desta Diretiva pelo Decreto-Lei N<sup>o</sup> 102/2010, de 23 de Setembro (tabelas 11 e 12).

**Tabela 10 - Requisitos legais para as PM10 - Decreto-Lei N<sup>o</sup> 102/2010, de 23 de Setembro**

Parâmetro	Período considerado	Valor limite ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Margem de Tolerância ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
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

**Tabela 11 - Requisitos legais para PM<sub>2,5</sub> - Decreto-Lei nº 102/2010, de 23 de Setembro**

Parâmetro	Período considerado	Valor limite ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
Valor alvo (2010)	Ano civil	25
Valor limite (1ª fase) <sup>(1)</sup>	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) <sup>(2)</sup>	Ano civil	20

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

(2) 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.

**Tabela 12 - Objetivo nacional de redução de exposição de PM<sub>2,5</sub>**

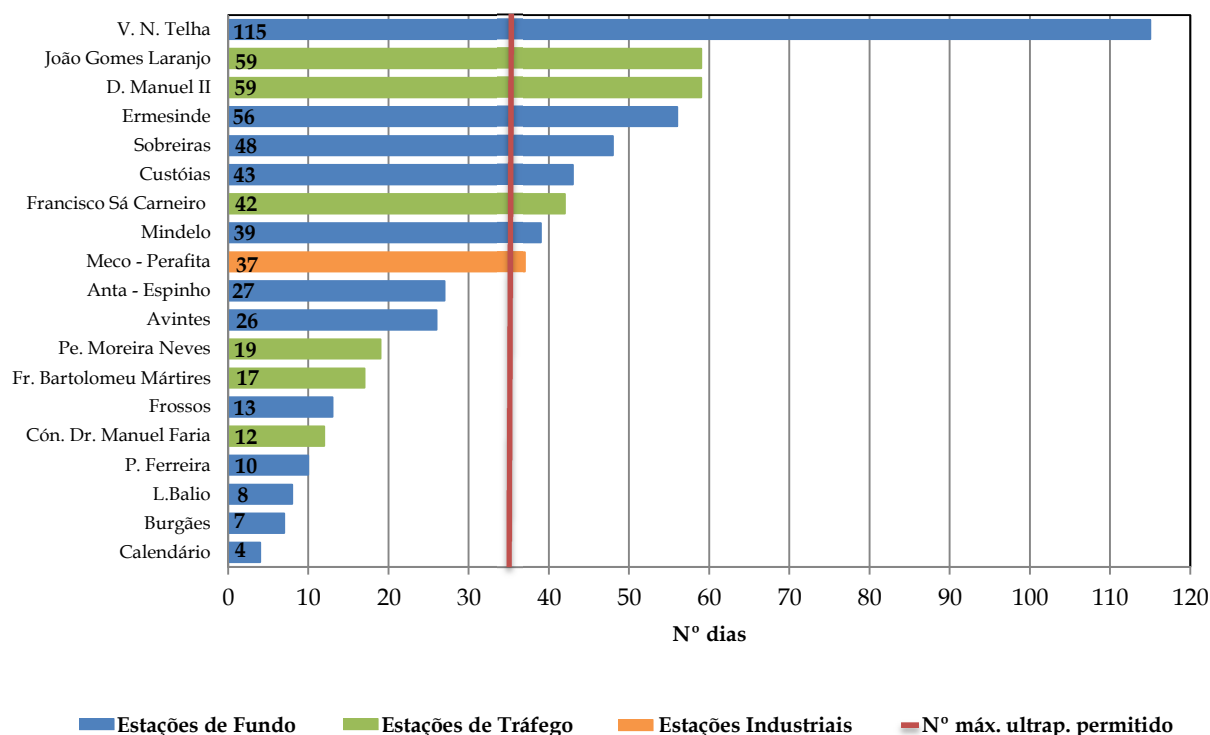
Objetivo de redução de exposição relativo ao IEM em 2010		Ano para observância do objetivo de redução de exposição
Concentrações iniciais em $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Objetivo de redução em %	2020
<8,5=8,5	0	
>8,5 - <13	10	
=13 - <18	15	
=18 - <22	20	
>=22	Todas as medidas adequadas para alcançar o objetivo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

### 3.5.1 – Valor limite diário de PM10 para proteção da saúde humana

O Decreto-Lei N<sup>o</sup> 102/2010, de 23 de Setembro, define um valor limite de PM10 para proteção da saúde humana, com base diária, de 50 µg/m<sup>3</sup>, o qual não deve ser excedido mais do que 35 dias em cada ano civil.

Na figura 22 apresenta-se o número de ultrapassagens ao valor limite diário de PM10, registadas nestas estações, em 2011.

Foram 9 as estações que excederam o valor limite diário de PM10 em número superior ao permitido na legislação: Vila Nova da Telha, João Gomes Laranjo, D. Manuel II, Ermesinde, Sobreiras, Custóias, Francisco Sá Carneiro, Mindelo e Perafita.



**Figura 22 – N<sup>o</sup> ultrapassagens ao valor limite diário de PM10, em 2011**

As estações em incumprimento situam-se em zonas urbanas, com ambiente de tráfego, industrial e de fundo.



No Anexo 2 apresenta-se, em detalhe, as situações de excedência do valor limite diário de PM10, registadas em 2011.

Na Figura 23 apresenta-se a evolução do número de estações em incumprimento, relativamente ao valor limite diário de PM10, no período entre 2007 e 2011.

Durante este período registaram-se ultrapassagens do valor limite diário de PM10 em todas as aglomerações da Região Norte. As estações rurais de fundo, localizadas nas Zonas Norte Interior e Norte Litoral, nunca registaram situações de incumprimento.

O ano de 2007 foi o que registou um maior número de ultrapassagens, comparado com os anos seguintes. As estações localizadas em Espinho (Avenida 24) e Vila do Conde (Azurara) mantiveram a situação de incumprimento ao longo dos anos, até terem sido realocizadas por estarem sobre a influência direta de fontes de emissão de partículas, mais concretamente uma churrasqueira, em ambos os casos.

É de destacar, ainda, a situação da estação de Vila Nova da Telha que em 2010 e 2011 registou um número elevado de excedências, devido à influência de obras que ocorreram na sua envolvente.

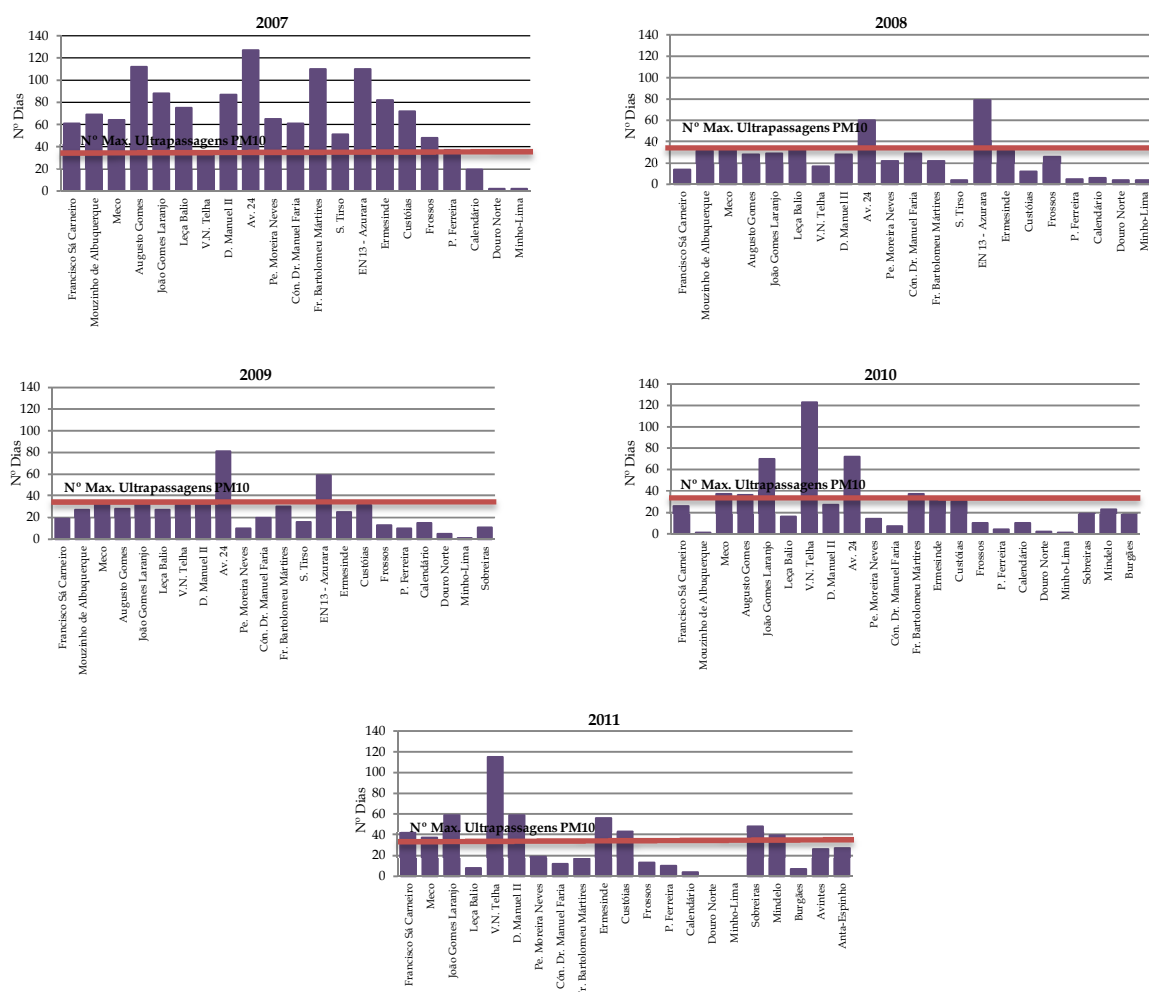


Figura 23 - Nº de ultrapassagens ao valor limite diário de PM10, entre 2007 e 2011

### 3.5.2 - Valor limite anual de PM10 para proteção da saúde humana

O Decreto-Lei Nº 102/2010, de 23 de Setembro, define um valor limite de PM10 para a proteção da saúde humana, com base anual, de 40 µg/m<sup>3</sup>.

Na figura 24 apresenta-se as médias anuais de PM10, registadas nas estações da rede de medida, em 2011. Excluíram-se desta análise as estações de Padre Moreira Neves,

Frei Bartolomeu Mártires e de Calendário, por não cumprirem o requisito de eficiência de funcionamento superior a 50%, para cálculo da média anual.

Em 2011, apenas a estação de Vila Nova da Telha registou uma situação de incumprimento, face ao valor limite anual de PM10.

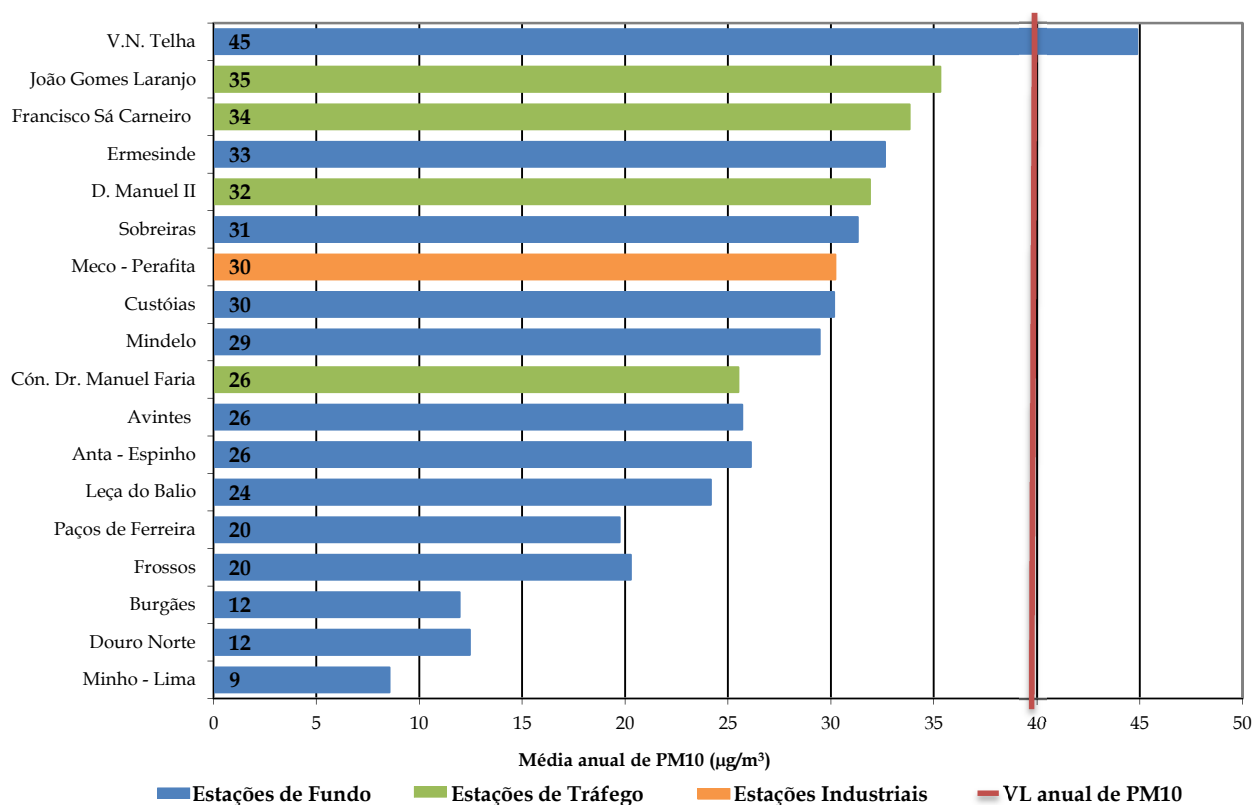
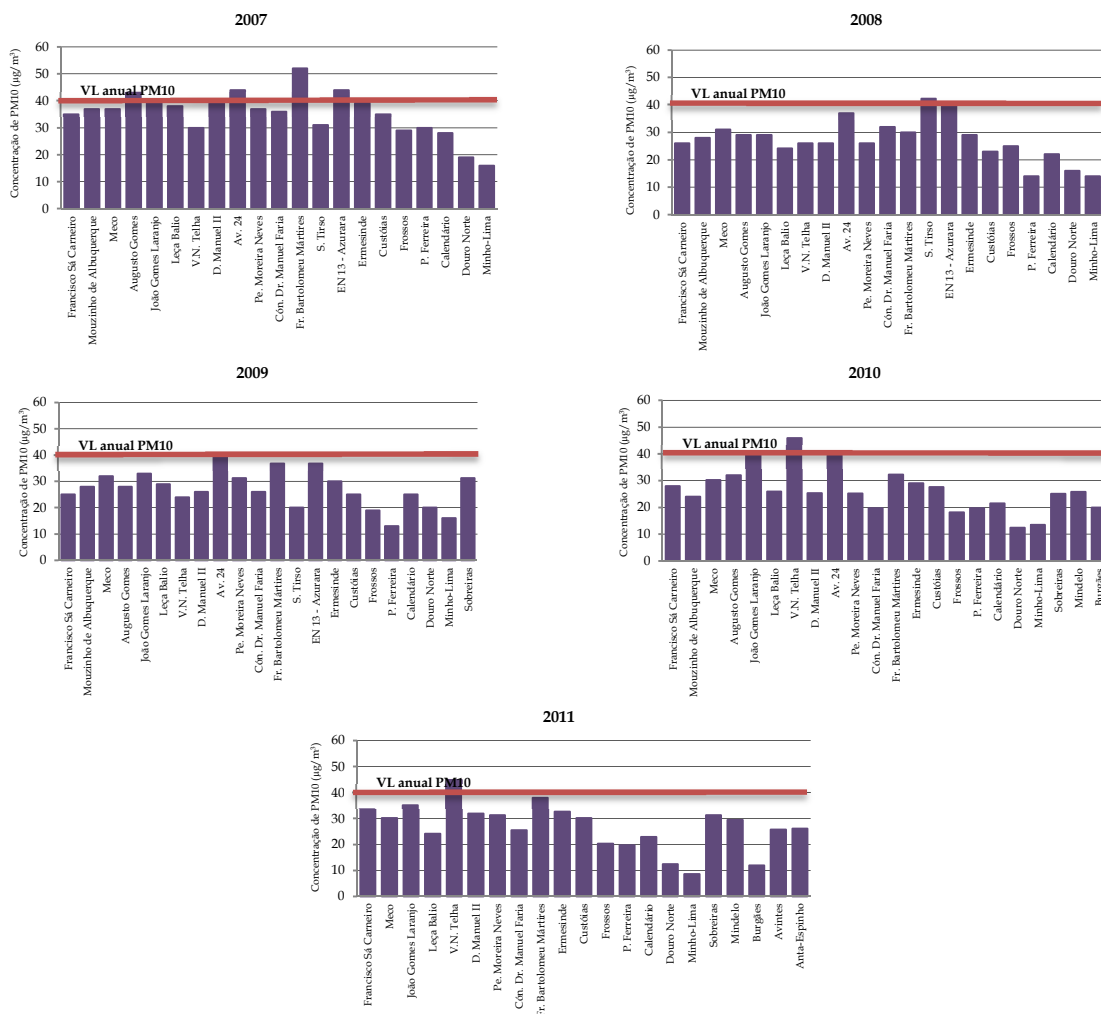


Figura 24 - Média anual de PM10, em 2011

Em relação aos anos anteriores, apresenta-se na figura 25 as médias anuais de PM10 registadas, entre 2007 e 2011, nas estações da RMQA da Região Norte. Pode-se observar uma diminuição dos níveis de fundo de PM10, nos últimos 5 anos.

Em 2007, quatro estações (Augusto Gomes, Avenida 24, Frei Bartolomeu Mártires e En 13 - Azurara) registaram excedências ao valor limite anual de PM10. Nos anos seguintes observou-se um decréscimo do número de estações em incumprimento, sendo que em 2008 ocorreu apenas uma excedência na estação de Santo Tirso, em

2009 nenhuma estação ultrapassou este valor limite e em 2010 e 2011 apenas a estação de Vila Nova da Telha esteve em incumprimento.



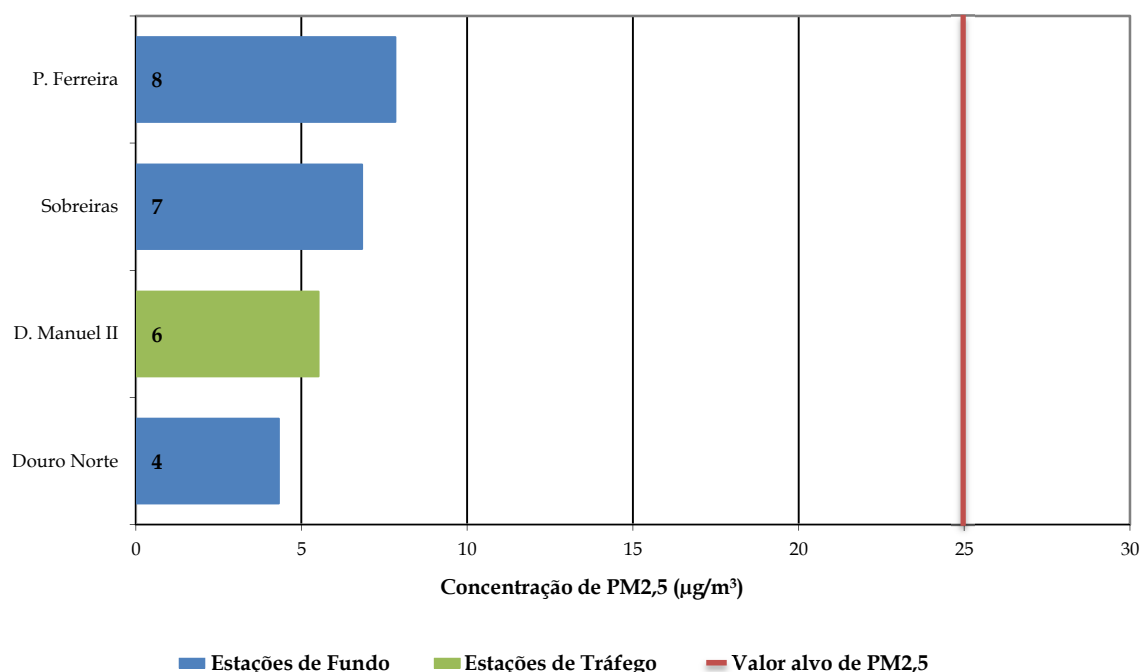
**Figura 25 - Média anual de PM10, entre 2007 e 2011**

### 3.5.3 – Valor alvo e valor limite de PM<sub>2,5</sub>

O Decreto-Lei N<sup>o</sup> 102/2010, de 23 de Setembro, fixa um valor alvo de PM<sub>2,5</sub>, de 25 µg/m<sup>3</sup>, a cumprir desde 1 de Janeiro de 2010, o qual irá transformar-se em valor limite, a partir de 2015.

Na figura 26 apresentam-se as médias anuais de PM<sub>2,5</sub> obtidas nas estações que monitorizam este poluente e a sua comparação com o valor alvo. Não se apresentam os resultados da estação de Minho-Lima porque o respetivo analisador ficou danificado, devido a um incêndio que ocorreu na estação, não existindo registo de dados para este poluente em 2011.

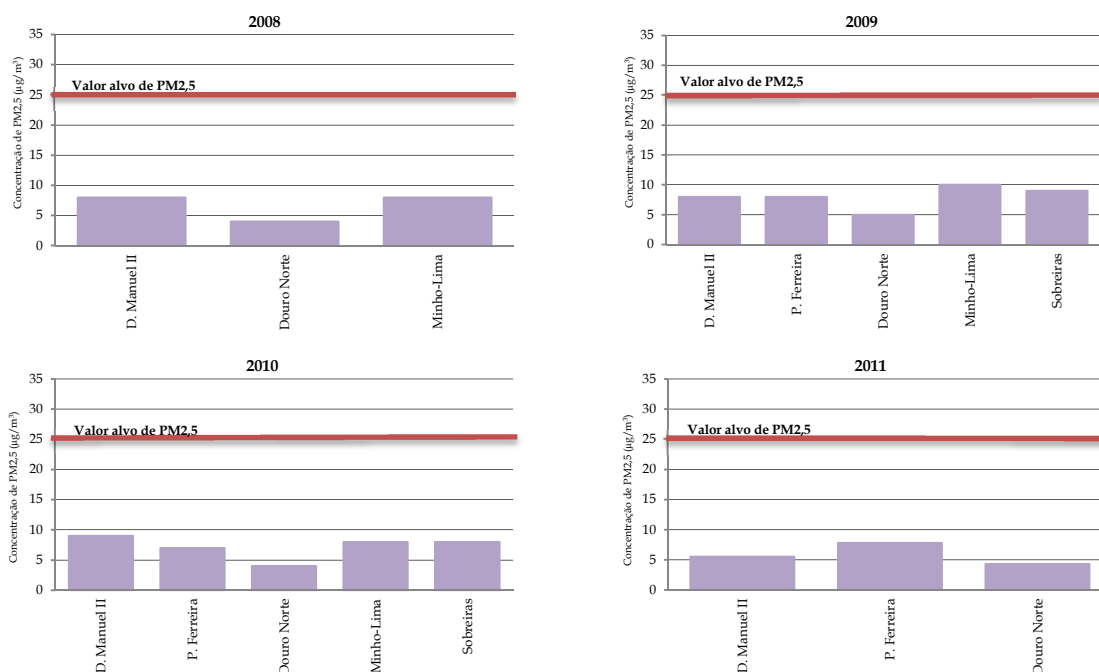
Todas as estações registaram médias inferiores aos valores alvo.



**Figura 26 – Média anual de PM<sub>2,5</sub>, em 2011**

Na figura 27 apresenta-se a evolução das médias anuais de PM<sub>2,5</sub>, registadas entre 2008, data de publicação da Diretiva 2008/50/CE, e 2011 e a respetiva comparação com o valor alvo e o valor limite acrescido de margem de tolerância.

Neste período de tempo nenhuma estação registou ultrapassagens ao valor alvo de PM<sub>2,5</sub>.



**Figura 27 - Média anual de PM<sub>2,5</sub>, entre 2008 e 2011**

### 3.5.4 - Objetivo Nacional de redução de exposição de PM<sub>2,5</sub>

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<sup>o</sup> 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<sub>2,5</sub>, relativa aos anos de 2009, 2010 e 2011 obteve-se o valor do IEM para o ano de referência de 2010, a nível Nacional, de 9,6 ug/m<sup>3</sup>, o qual corresponde a um objetivo de redução de 10 %. 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.

### 3.6 – 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, excepto metano (COVNM), do próprio metano (CH<sub>4</sub>), 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 medição em contínuo de um grupo de compostos orgânicos aromáticos – o BTX: benzeno, tolueno, etilbenzeno, m+pxileno

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: são por um lado, 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 e 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 (URL2).

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

No que respeita à concentração de BTX na atmosfera, o Decreto-Lei N<sup>o</sup> 102/2010, de 23 de Setembro, regulamenta apenas o benzeno (tabela 13). Para os outros compostos, tais como o tolueno, etilbenzeno, m+p-xileno e o-xileno a Organização Mundial de Saúde (OMS) estabelece valores guia (tabela 14).



**Tabela 13 - Requisitos legais para o Benzeno - Decreto-Lei N° 102/2010, de 23 de Setembro**

Parâmetro	Período Considerado	Valor Limite ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Margem de Tolerância ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
Valor limite anual para proteção da saúde humana	1 ano	5	2005 - 5 2006 - 4 2007 - 3 2008 - 2 2009 - 1 2010 - 0

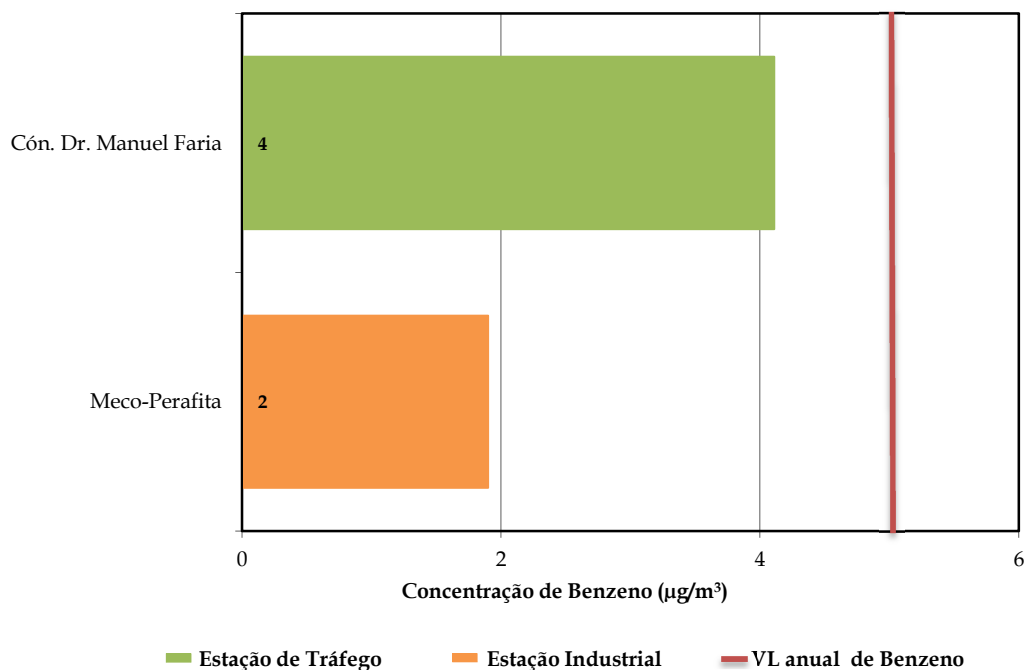
**Tabela 14 - Valores guia fixados pela OMS para o tolueno, etilbenzeno e xilenos**

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

### 3.6.1 - Valor limite anual de benzeno para proteção da saúde humana

O Decreto-Lei N° 102/2010, de 23 de Setembro, fixa para o benzeno um valor limite anual para proteção da saúde humana, de  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Este valor limite foi acrescido de uma margem de tolerância até 2009.

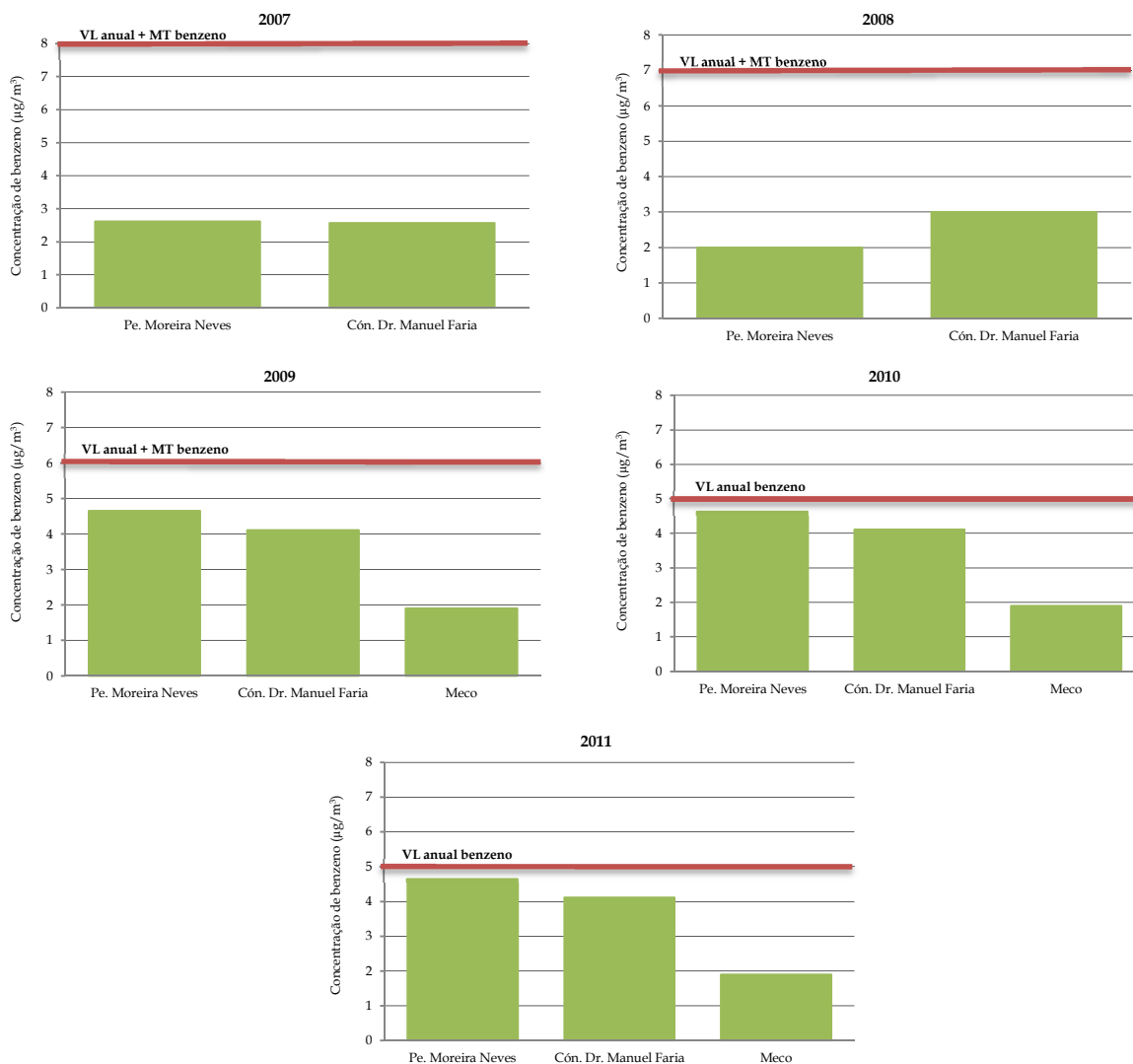
Na figura 28 representam-se as médias anuais de benzeno ( $\text{C}_6\text{H}_6$ ) registadas nas estações de Padre Moreira Neves, Cónego Dr. Manuel Faria e Meco - Perafita. Nenhuma destas estações registou, em 2011, situações de incumprimento face ao valor limite anual.



**Figura 28 - Média anual de Benzeno, em 2011**

A figura 29 apresenta as médias anuais de benzeno para o período entre 2007 e 2011 e a respetiva comparação com o valor limite, acrescido da margem de tolerância aplicável entre 2007 e 2009. É de referir que a estação de Perafita começou a medir benzeno apenas em Setembro de 2009.

Nenhuma das estações registou situações de incumprimento do valor limite anual de benzeno.



**Figura 29 - Média anual de benzeno, entre 2007 e 2011**

No que respeita às medições de Tolueno, Etilbenzeno, M+p-xileno e O-xileno, apresentam-se, na figura 30, as médias anuais de concentração destes poluentes nas estações de Padre Moreira Neves, Cónego Dr. Manuel Faria e Meco - Perafita.

Como se observa na figura 30, as estações de tráfego localizadas em Paredes (Padre Moreira Neves) e em Guimarães (Cón. Dr. Manuel Faria) registaram médias de tolueno, etilbenzeno, m+p-xileno e o-xileno mais elevadas, relativamente à estação industrial Meco - Perafita, o que se justifica por as primeiras serem fortemente influenciadas pelas emissões do tráfego.

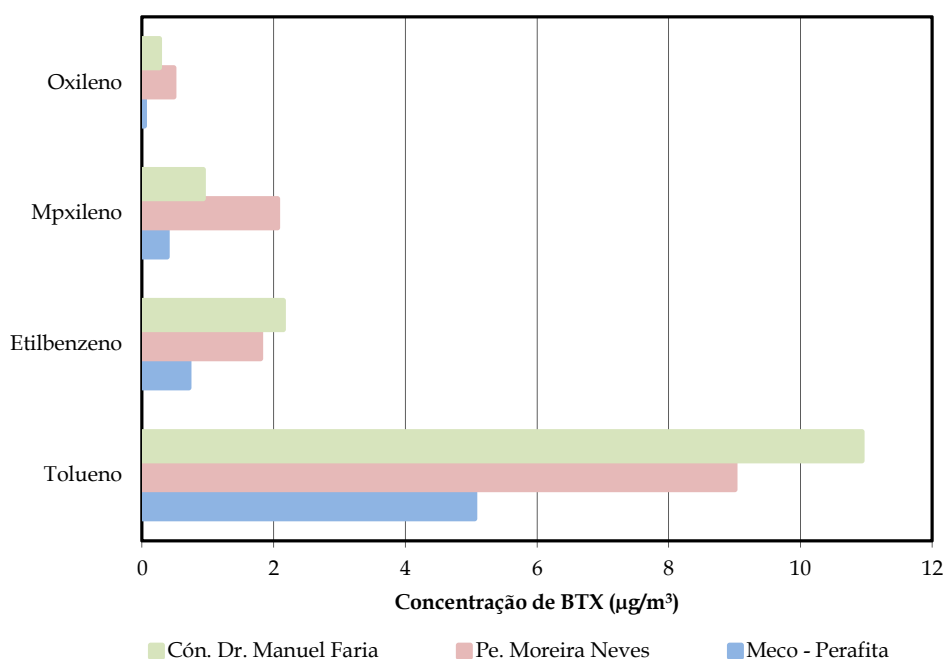


Figura 30 – Média anual de Tolueno, Etilbenzeno, M+P-Xileno e O-Xileno, em 2011

#### 4 - Índices de qualidade do ar (IQAr)

O índice de qualidade do ar (IQAr) de uma determinada zona ou aglomeração resulta da média aritmética, calculada para cada um dos poluentes medidos em todas as estações instaladas nessa zona ou aglomeração. Os valores assim determinados são comparados com as gamas de concentrações associadas a uma escala de cores, sendo os piores poluentes responsáveis pelo índice global. O índice

varia, para cada poluente, entre Muito Bom e Mau e as classes de classificação têm em conta os valores limite fixados para cada poluente.

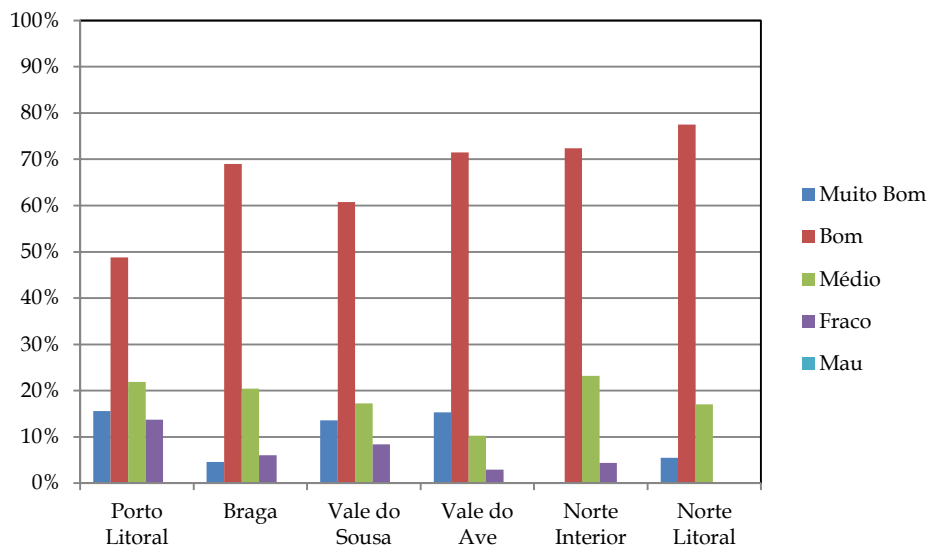
Os poluentes englobados no índice de qualidade do ar são o dióxido de azoto (NO<sub>2</sub>), o dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>), o monóxido de carbono (CO), medido segundo a média registada durante 8h consecutivas (CO 8h), o ozono (O<sub>3</sub>) e as partículas inaláveis ou finas, cujo diâmetro médio é inferior a 10 µm (PM<sub>10</sub>). Na tabela 15 apresenta-se a classificação dos índices para 2011 No Anexo 3 apresentam-se alguns concelhos de saúde a ter em conta, em função do IQAr.

**Tabela 15 - Classificação do IQAr para 2011**

Poluente em causa / Classificação	CO		NO <sub>2</sub>		O <sub>3</sub>		PM <sub>10</sub>		SO <sub>2</sub>	
	Min	Máx	Min	Máx	Min	Máx	Min	Máx	Min	Máx
Mau	10000	----	400	----	240	----	120	----	500	----
Fraco	8500	9999	200	399	180	239	50	119	350	499
Médio	7000	8499	140	199	120	179	35	49	210	349
Bom	5000	6999	100	139	60	119	20	34	140	209
Muito Bom	0	4999	0	99	0	59	0	19	0	139

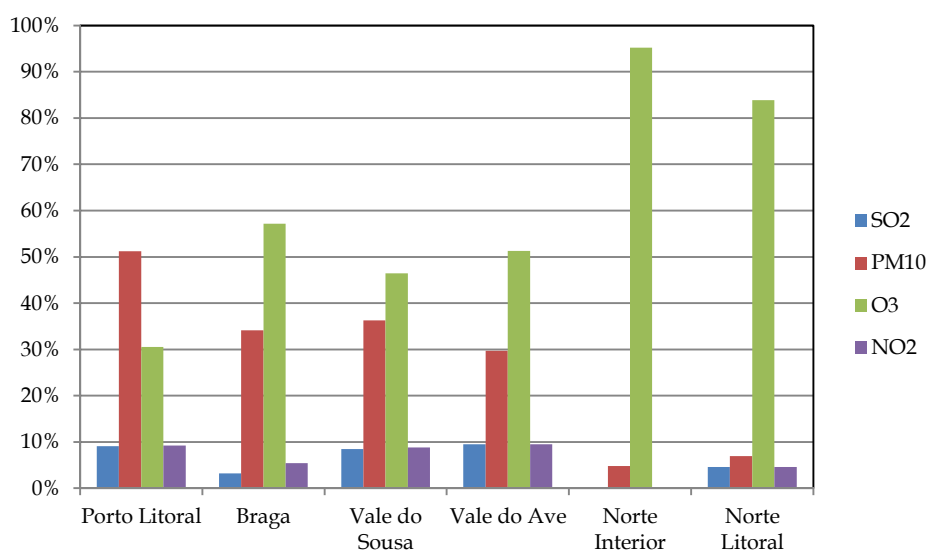
O índice de qualidade do ar, para todas as zonas e aglomerações do País, pode ser consultado no site da Agência Portuguesa do Ambiente (URL3). Com base nos dados disponibilizados por todas as CCDR's, é possível consultar neste site, um índice final, relativo ao dia anterior e um índice provisório, que é uma estimativa do valor do índice final.

Apresenta-se na figura 31 a percentagem de ocorrência do IQAr, em 2011, nas 4 aglomerações e duas zonas da Região Norte. Em 2011 a classificação de "Bom" foi a predominante nesta região.



**Figura 31 - Percentagem de ocorrência do IQAr na Região Norte, em 2011**

No que respeita à contribuição de cada um dos poluentes para a classificação do IQAr, em 2011, conclui-se pela análise da figura 32, que o ozono foi aquele que mais influenciou a classificação do índice na Região Norte, com principal enfoque para as zonas Norte Interior e Norte Litoral. Na aglomeração Porto Litoral, as PM10 tiveram uma maior preponderância nesta classificação.



**Figura 32 - Contribuição dos poluentes para a classificação do IQAr ar, na Região Norte, em 2011**

## 5 – Conclusões

No presente relatório foi efetuada a análise estatística dos dados de qualidade do ar, obtidos nas 24 estações da Rede de Medida da Qualidade do Ar da Região Norte (RMQA-RN) em 2011 e a respetiva avaliação do cumprimento, face aos valores limite, valores alvo e limiares, fixados no Decreto-Lei N<sup>o</sup> 102/2010, de 23 de Setembro. Foi igualmente efetuada uma análise da evolução da qualidade do ar nos últimos cinco anos.

A análise recaiu nos poluentes monóxido de carbono (CO), óxidos de azoto (NO<sub>x</sub>), dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>), partículas (PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub>), ozono (O<sub>3</sub>) e benzeno, tolueno, xilenos, etilbenzeno (BTX).

Efetua-se de seguida o resumo dos resultados obtidos para cada poluente, em 2011. De uma forma sucinta, não se registaram situações de incumprimento no que diz respeito aos níveis de SO<sub>2</sub>, Benzeno, PM<sub>2,5</sub> e CO observados nas estações da RMQA da Região Norte. No que toca às PM<sub>10</sub>, NO<sub>2</sub> e O<sub>3</sub>, verificou-se a ocorrência de algumas situações de ultrapassagem dos valores limite e valores alvo para proteção da saúde humana, fixados no Decreto-Lei N<sup>o</sup> 102/2010, de 23 de Setembro.

Quanto ao valor limite horário de NO<sub>2</sub> para proteção da saúde humana, registaram-se ultrapassagens na aglomeração Porto Litoral, nomeadamente em 5 estações: João Gomes Laranjo, Francisco Sá Carneiro, D. Manuel II, Ermesinde e Sobreiras. No entanto, nenhuma destas estações está em situação de incumprimento porque o número de horas de excedências permitido por ano civil (18 horas) não foi ultrapassado.

O valor limite anual para proteção da saúde humana de NO<sub>2</sub>, foi excedido nas estações de Frei Bartolomeu Mártires, Afonso Henriques, Francisco Sá Carneiro e João Gomes Laranjo.

Relativamente às PM10, foram 9 as estações que excederam o valor limite diário de PM10, para proteção da saúde humana, em número superior ao permitido na legislação: Vila Nova da Telha, João Gomes Laranjo, D. Manuel II, Ermesinde, Sobreiras, Custóias, Francisco Sá Carneiro, Mindelo e Meco - Perafita. O valor limite anual de PM10 para proteção da saúde humana foi ultrapassado apenas na estação de Vila Nova da Telha. Na envolvente desta estação ocorreram obras durante 2011, que influenciaram os valores elevados de PM10 registados.

O Decreto-Lei N<sup>o</sup> 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 para este poluente.

Quer isto dizer que, anualmente é necessário avaliar a origem de cada episódio de ultrapassagem do valor limite (diário e anual) de PM10 e efetuar o respetivo desconto aos dias em que a origem é exclusivamente de fontes naturais. A entidade responsável pela elaboração do Relatório Anual de Identificação de Eventos Naturais é a Agência Portuguesa do Ambiente (APA). Devido a cortes orçamentais este estudo não foi elaborado para 2011, pelo não foi possível efetuar o desconto dos eventos naturais, que ocorreram durante este ano, às excedências de PM10 registadas.

No que diz respeito ao ozono, todas as estações ultrapassaram o objetivo a longo prazo, com exceção das estações de Meco - Perafita e Anta - Espinho. No entanto, apenas a estação de Douro Norte registou excedências superiores ao permitido na legislação, estando assim em situação de incumprimento no que diz respeito ao valor alvo de O<sub>3</sub> para proteção da saúde humana.



O limiar de informação à população de O<sub>3</sub> foi excedido em 9 estações, num total de 56 horas, destacando-se a de Douro Norte com 30 horas de ultrapassagem. Em relação ao limiar de alerta à população de O<sub>3</sub>, não se registaram, em 2011, situações de excedência em nenhuma estação.

Na tabela 16 apresentam-se estes resultados de forma sistematizada, sendo possível verificar, para cada poluente, qual foi o comportamento registado, face aos valores limite, valores alvo e objetivos a longo prazo para proteção da saúde humana, fixados no Decreto-Lei N<sup>o</sup> 102/2010, de 23 de Setembro. Foram identificadas 4 situações distintas, que se encontram diferenciadas pelos símbolos utilizados.

**Tabela 16 – Resumo da análise estatística, face aos parâmetros legais fixados para proteção da saúde humana (Decreto-Lei Nº 102/2010, de 23 de Setembro), em 2011**

Estação	CO	NO <sub>2</sub>		SO <sub>2</sub>		O <sub>3</sub>		PM10		PM2,5	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	
	V. L.	V. L.H.	V.L.A.	V. L.H.	V.L.D.	O. L. P.	V. A.	V. L.D.	V.L.A.	V. A.	V. L.	
Porto Litoral	Francisco Sá Carneiro	☺	☹	☹	n.m.	n.m.	☹	☺	☹	☺	n.m.	n.m.
	Sobreiras	☺	☹	☺	☺	☺	☹	☺	☹	☺	☺	n.m.
	Custóias	n.m.	☹	☺	☺	☺	☹	☺	☹	☺	n.m.	n.m.
	Leça do Balio	☹	☹	☺	☺	☺	☹	☹	☺	☺	n.m.	n.m.
	Meco - Perafita	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☹	☺	n.m.	☺
	João Gomes Laranjo	☺	☹	☹	☺	☺	n.m.		☹	☺	n.m.	n.m.
	D. Manuel II	☺	☹	☺	☺	☺	☹	☺	☹	☺	☺	n.m.
	Vila Nova da Telha	☺	☹	☹	☺	☺	☹	☺	☹	☹	n.m.	n.m.
	Afonso Henriques	☺	☹	☹	☺	☺	n.m.		☺	☺	n.m.	n.m.
	Pe. Joaquim Neves	☺	☺	☺	n.m.	n.m.	☹	☺	n.m.	☺	n.m.	n.m.
	Anta - Espinho	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	n.m.	n.m.
	Mindelo	☺	☺	☺	☹	☹	☹	☺	☹	☺	n.m.	n.m.
	Ermesinde	n.m.	☹	☺	☺	☺	☹	☺	☹	☺	n.m.	n.m.
	Avintes	☺	☺	☺	☺	☺	☹	☺	☺	☺	n.m.	n.m.
Braga	Fr. Bartolomeu Mártires	☹	☹	☹	n.m.	n.m.	n.m.		☺	☹	n.m.	n.m.
	Frossos	n.m.	☺	☺	☺	☺	☹	☺	☺	☺	n.m.	n.m.
Vale do Sousa	Paços de Ferreira	n.m.	☹	☺	☹	☹	☹	☹	☺	☺	☺	n.m.
	Pe. Moreira Neves	☹	☹	☹	n.m.	n.m.	n.m.		☺	☹	n.m.	☺
Vale do Ave	Calendário	n.m.	☹	☹	☹	☹	☹	☹	☺	☹	n.m.	n.m.
	Cónego Dr. Manuel Faria	☺	☺	☺	n.m.	n.m.	n.m.		☺	☺	n.m.	☺
	Burgães	☺	☺	☺	☺	☺	☹	☺	☺	☺	n.m.	n.m.
Norte Litoral	Minho-Lima	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

Relativamente à análise evolutiva dos dados que qualidade do ar, no período entre 2007 a 2011 conclui-se que persistem algumas situações de incumprimento, no que diz respeito aos poluentes NO<sub>2</sub>, PM10 e O<sub>3</sub>.

Durante este período e no que diz respeito ao NO<sub>2</sub>, persistiram as excedências do valor limite anual para proteção da saúde humana nas estações de Francisco Sá Carneiro, Afonso Henriques, João Gomes Laranjo, Frei Bartolomeu Mártires, Mouzinho de Albuquerque e Augusto Gomes.

É de salientar que as estações localizadas em Mouzinho de Albuquerque e na Rua Augusto Gomes, foram desativadas no decorrer de 2010 e transferidas para outros locais, por não cumprirem os critérios de localização em micro e macro escala.

Relativamente às PM10, pode-se concluir que o número de estações de qualidade do ar em incumprimento do valor limite anual de PM10 para proteção da saúde humana diminuiu. Em 2010 e 2011, apenas a estação de Vila Nova de Telha registou ultrapassagens deste valor limite. Os trabalhos de construção civil que decorreram junto a esta estação foram identificados como uma das principais causas do elevado número de excedências registado.

No que diz respeito ao número de ultrapassagens do valor limite diário de PM10 para proteção da saúde humana, observou-se igualmente, um decréscimo generalizado do número de excedências no período de 2007 a 2011. O ano de 2011 contrariou a tendência de descida no número de estações em incumprimento deste valor limite. No entanto, é preciso realçar que não existe informação para 2011 sobre a identificação dos episódios de eventos naturais, pelo que não foi possível efetuar o respetivo desconto às excedências registadas neste ano, tal como está previsto no Decreto-Lei n<sup>o</sup> 102/2010, de 23 de Setembro.

No que diz respeito ao O<sub>3</sub>, o ano de 2007 foi o que registou um maior número de estações com ultrapassagens ao valor alvo de O<sub>3</sub> para proteção da saúde humana, em número superior ao permitido (25 vezes). Por outro lado, destaca-se a situação da estação Douro Norte, localizada na Zona Norte Interior, que registou consecutivamente ultrapassagens, entre 2007 e 2011.

Tendo em conta os limiares de informação e de alerta à população de O<sub>3</sub>, conclui-se que o ano de 2010 foi aquele que registou um maior número de horas e de estações com excedências destes limiares.

Outro tema abordado neste relatório é o índice de qualidade do ar (IQAr). Em 2011 a classificação de “Bom” foi a predominante nesta região.

No que respeita à contribuição de cada um dos poluentes para a classificação do IQAr, em 2011, conclui-se que o ozono foi aquele que mais influenciou a classificação do índice na Região Norte, com principal enfoque para as zonas Norte Interior e Norte Litoral. Na aglomeração Porto Litoral, as PM<sub>10</sub> tiveram uma maior preponderância nesta classificação.

## 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 – NO<sub>2</sub>*. IDAD e Departamento de Ambiente da Universidade de Aveiro, Portugal, Setembro 2011.
- URL 1: Base de Dados Nacional de Qualidade do Ar: <http://www.qualar.org>
- URL 2: Portal da CCDR-N: <http://www.ccdr-n.pt>
- URL 3: Portal da Organização Mundial de Saúde: <http://www.euro.who.int>

## Anexos

### Anexo 1 - Renomeação das estações da RMQA-RN, a partir de 2010

Nome antigo	Tipo	Localização	Novo nome
Antas	Tráfego	Porto	Francisco Sá Carneiro - Campanha
Sobreiras	Urbana de Fundo		Sobreiras - Lordelo do Ouro
Ermesinde	Urbana de Fundo	Valongo	Ermesinde - Valongo
Baguim	Tráfego	Gondomar	Pe. Joaquim Neves - Baguim
Vermoim	Tráfego	Maia	D. Manuel II - Vermoim
Vila Nova da Telha	Suburbana de Fundo		V. N. Telha - Maia
Águas Santas	Tráfego		Afonso Henriques - Águas Santas
Matosinhos Centro	Tráfego	Matosinhos	Seara - Matosinhos
Custóias	Urbana Fundo		Custóias - Matosinhos
Leça do Balio	Suburbana de Fundo		Leça do Balio - Matosinhos
Perafita	Suburbana Industrial		Meco - Perafita
Senhora da Hora	Tráfego		João Gomes Laranjo - S. Hora
Espinho	Tráfego	Espinho	Av. 24 - Espinho
Espinho	Suburbana de Fundo		Anta - Espinho
Avintes	Urbana de fundo	V. N. Gaia	Avintes - Vila Nova de Gaia
Mindelo	Urbana de Fundo	V. Conde	Mindelo - Vila do Conde
Burgães	Urbana de Fundo	Santo Tirso	Burgães - Santo Tirso
Circular Sul	Tráfego	Braga	Fr. Bartolomeu Mártires - S Vitor
Horto	Suburbana de Fundo		Frossos - Braga
Centro de Lacticínios	Urbana de Fundo	Paços de Ferreira	Paços de Ferreira
Paredes	Tráfego	Paredes	Pe. Moreira Neves - Castelões de Cepeda
Calendário	Suburbana de Fundo	Famalicão	Calendário - VN Famalicão
Guimarães	Tráfego	Guimarães	Cónego Dr. Manuel Faria - Azurém
Senhora do Minho	Rural Fundo	Viana do Castelo	Minho-Lima
Lamas d'Olo	Rural Fundo	Vila Real	Douro Norte

## Anexo 2 – Ultrapassagens do valor limite diário de PM10, em 2011

Data	Média diária de PM10 (µg/m³)								
	Meco	Mindelo	V. N. Telha	Francisco Sá Carneiro	Custóias	Sobreiras	Ermesinde	D. Manuel II	João Gomes Laranjo
01-01-2011	-	53	57	-	-	-	-	-	-
02-01-2011	-	-	64	-	-	-	-	-	-
03-01-2011	-	-	62	-	-	-	-	-	-
12-01-2011	-	-	56	-	-	-	-	-	-
13-01-2011	-	-	58	-	-	-	-	-	-
14-01-2011	63	-	69	-	-	-	-	52	-
15-01-2011	-	-	61	-	-	-	-	-	-
19-01-2011	-	-	55	-	-	-	-	-	-
26-01-2011	-	-	62	-	-	-	-	-	-
27-01-2011	-	74	110	68	57	67	76	73	71
29-01-2011	-	-	56	-	-	51	52	55	-
30-01-2011	-	-	62	-	-	-	51	-	-
01-02-2011	-	-	58	54	58	65	56	58	55
02-02-2011	-	78	89	63	63	63	65	67	75
03-02-2011	-	82	110	72	97	76	85	86	82
04-02-2011	-	99	113	79	79	76	92	94	94
05-02-2011	-	101	141	83	97	94	106	104	100
06-02-2011	108	95	134	77	80	93	103	86	96
07-02-2011	-	58	97	59	55	64	70	67	66
08-02-2011	-	-	74	-	-	-	51	-	-
10-02-2011	-	-	55	-	-	-	-	-	-
20-02-2011	-	-	57	-	-	-	-	-	-
21-02-2011	-	-	59	-	-	-	-	-	-
22-02-2011	56	-	-	-	-	-	-	-	-
24-02-2011	-	52	78	-	-	-	51	52	55
25-02-2011	-	-	88	-	56	63	64	51	72
26-02-2011	53	-	-	-	-	-	-	-	-
04-03-2011	-	-	57	-	-	-	-	-	-
08-03-2011	-	-	61	-	-	-	-	-	-
09-03-2011	-	-	60	-	-	-	-	-	-
10-03-2011	-	53	80	-	-	69	52	-	56
11-03-2011	-	-	89	-	51	63	58	55	54
16-03-2011	-	-	51	-	-	-	-	-	-
17-03-2011	64	-	-	-	-	-	-	-	-
18-03-2011	54	-	62	-	-	-	-	-	-
19-03-2011	-	-	65	-	-	51	-	-	-
25-03-2011	-	-	78	-	-	63	-	-	53
06-04-2011	-	-	87	-	-	-	-	52	-
07-04-2011	-	90	125	78	75	89	74	86	87
08-04-2011	-	61	121	72	68	67	68	74	78
09-04-2011	-	-	57	-	-	-	-	-	-
12-04-2011	-	-	57	-	-	-	-	-	-
13-04-2011	-	-	68	-	-	-	-	-	-
14-04-2011	-	-	-	56	56	53	54	58	62
15-04-2011	-	-	72	-	-	-	-	-	53
16-04-2011	-	-	60	-	-	-	-	-	-
17-04-2011	-	-	71	-	-	-	-	-	-
18-04-2011	-	-	65	-	-	-	-	-	-
27-04-2011	-	-	55	-	-	-	-	-	-
28-04-2011	63	-	-	-	-	-	-	-	-
29-04-2011	-	-	72	-	-	-	-	-	-
07-05-2011	-	-	-	100	-	-	-	-	-
09-05-2011	-	-	-	72	-	-	-	-	-
10-05-2011	-	-	56	88	-	-	-	-	54
11-05-2011	-	-	63	-	-	-	-	-	61
12-05-2011	-	-	53	-	-	-	-	-	59
13-05-2011	-	-	66	-	-	-	-	-	53
17-05-2011	-	-	57	-	-	-	-	-	-
18-05-2011	-	-	61	-	-	-	-	-	-
23-05-2011	57	-	-	-	-	-	-	-	-
24-05-2011	-	-	65	-	-	-	-	-	-
25-05-2011	-	-	71	-	-	-	-	-	53
26-05-2011	-	-	74	-	-	-	-	-	-

Data	Média diária de PM10 (µg/m³)								
	Meco	Mindelo	V. N. Telha	Francisco Sá Carneiro	Custóias	Sobreiras	Ermesinde	D. Manuel II	João Gomes Laranjo
27-05-2011	-	-	51	-	-	-	-	-	-
28-05-2011	-	-	53	-	-	-	-	-	-
02-06-2011	66	-	54	-	-	-	-	-	-
04-06-2011	-	-	57	-	-	-	-	-	-
05-06-2011	-	-	66	59	-	-	-	-	-
06-06-2011	-	-	57	-	-	-	-	-	-
08-06-2011	-	-	-	52	-	-	-	-	-
24-06-2011	-	-	-	-	-	-	55	-	-
25-06-2011	-	-	93	-	-	54	-	-	-
26-06-2011	-	-	-	61	59	57	73	71	64
27-06-2011	-	-	69	-	-	-	-	-	-
28-06-2011	-	-	60	-	-	-	-	-	-
30-06-2011	-	-	64	-	-	-	-	-	-
01-07-2011	-	-	90	-	56	-	-	59	52
02-07-2011	-	-	56	-	-	-	-	-	-
03-07-2011	53	-	-	-	-	-	-	-	-
04-07-2011	93	-	-	-	-	-	-	-	-
05-07-2011	67	-	-	-	-	-	-	-	-
06-07-2011	52	-	-	-	-	-	-	-	-
07-07-2011	56	-	-	-	-	-	-	-	-
27-07-2011	51	-	53	-	-	-	-	-	-
28-07-2011	84	-	-	-	-	-	-	-	-
29-07-2011	-	-	97	-	-	-	52	-	-
30-07-2011	-	-	64	-	-	-	-	-	-
04-08-2011	52	-	-	-	-	-	-	-	-
06-08-2011	85	-	-	-	-	-	-	-	-
07-08-2011	67	-	-	-	-	-	-	-	-
08-08-2011	55	-	-	-	-	-	-	-	-
09-08-2011	84	-	-	-	-	-	-	-	-
10-08-2011	56	-	-	-	-	-	-	-	-
11-08-2011	-	-	97	-	60	56	56	52	65
12-08-2011	-	-	54	-	-	52	53	-	51
19-08-2011	-	-	61	-	-	-	-	-	-
20-08-2011	-	-	74	-	-	-	-	-	51
21-08-2011	-	-	75	-	-	-	54	-	-
30-08-2011	71	-	-	-	-	-	-	-	-
31-08-2011	91	-	-	-	-	-	-	-	-
13-09-2011	-	-	-	-	-	70	-	-	-
14-09-2011	52	-	63	-	-	111	-	-	-
21-09-2011	-	-	72	-	-	-	-	-	-
22-09-2011	52	-	68	-	-	-	-	-	-
23-09-2011	-	-	51	-	-	-	-	-	-
27-09-2011	-	-	65	-	-	-	-	-	-
28-09-2011	-	-	65	54	-	53	55	-	54
29-09-2011	-	82	-	-	57	-	53	56	79
30-09-2011	-	98	93	54	67	-	61	67	84
01-10-2011	-	66	101	57	61	61	61	70	71
02-10-2011	-	-	70	-	-	-	-	-	-
03-10-2011	-	58	82	65	59	55	60	61	63
04-10-2011	52	69	53	82	79	-	73	77	84
05-10-2011	-	76	76	67	60	74	69	71	78
06-10-2011	-	52	89	59	-	54	57	58	66
07-10-2011	-	-	57	-	-	-	-	-	-
10-10-2011	-	58	-	-	-	-	-	-	-
11-10-2011	-	83	89	57	52	63	-	57	52
12-10-2011	-	64	85	78	73	73	81	77	83
13-10-2011	-	101	-	66	75	79	81	82	86
14-10-2011	-	149	87	77	94	92	85	102	105
15-10-2011	-	124	136	77	83	80	105	115	96
16-10-2011	-	91	139	88	78	73	109	108	86
17-10-2011	-	68	-	72	81	83	109	89	89
18-10-2011	-	58	-	67	59	64	83	65	69
20-10-2011	-	-	78	-	-	-	-	-	-
21-10-2011	58	57	85	-	59	-	-	68	52
22-10-2011	53	105	-	51	65	59	73	83	67
23-10-2011	57	54	-	-	-	-	-	-	-
27-10-2011	59	-	-	-	-	-	-	-	-
28-10-2011	78	-	-	-	-	-	-	-	-



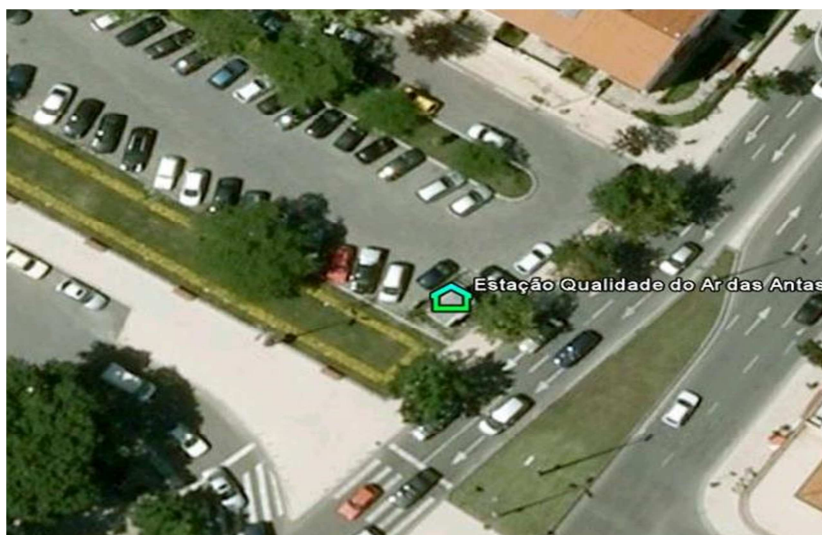
Data	Média diária de PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )								
	Meco	Mindelo	V. N. Telha	Francisco Sá Carneiro	Custóias	Sobreiras	Ermesinde	D. Manuel II	João Gomes Laranjo
29-10-2011	-	-	58	-	-	-	-	-	-
30-10-2011	-	65	86	-	53	60	-	101	61
04-11-2011	56	-	-	-	-	-	-	-	-
09-11-2011	55	-	-	-	-	-	-	-	-
10-11-2011	54	-	-	-	-	-	-	-	-
13-11-2011	-	-	60	-	-	-	-	-	-
17-11-2011	-	-	60	-	-	-	-	77	-
24-11-2011	-	-	53	-	-	-	-	-	-
25-11-2011	-	-	72	52	57	55	-	84	57
26-11-2011	-	-	58	-	57	53	56	93	55
27-11-2011	-	-	58	58	65	66	69	118	67
28-11-2011	-	-	-	-	57	-	65	111	59
29-11-2011	-	-	80	60	-	54	60	79	56
30-11-2011	-	-	76	-	-	-	-	59	-
04-12-2011	-	-	52	-	-	-	-	-	-
07-12-2011	-	-	-	-	-	-	51	64	-
08-12-2011	-	-	63	-	-	-	51	70	51
09-12-2011	-	-	83	-	-	-	56	72	-
13-12-2011	55	-	-	-	-	-	-	-	-
14-12-2011	57	-	-	-	-	-	-	-	-
17-12-2011	-	-	-	-	-	-	-	61	-
18-12-2011	-	-	-	-	-	-	53	61	-
19-12-2011	-	-	-	-	-	-	52	69	-
20-12-2011	-	60	-	66	58	65	74	108	66
21-12-2011	-	-	51	55	-	-	56	90	57
22-12-2011	-	57	65	-	-	-	-	85	60
26-12-2011	-	57	58	-	-	-	-	-	-
27-12-2011	-	80	67	73	71	69	81	87	73
28-12-2011	-	84	65	88	79	86	114	93	102
29-12-2011	-	-	-	-	55	59	59	64	64
30-12-2011	-	56	-	59	61	57	69	70	88
31-12-2011	-	86	89	98	89	96	119	112	-
<b>Total dias</b>	<b>37</b>	<b>39</b>	<b>115</b>	<b>42</b>	<b>43</b>	<b>48</b>	<b>56</b>	<b>59</b>	<b>59</b>

### Anexo 3 – Conselhos de saúde em função do IQAr

Índice	Condições meteorológicas	Conselhos de Saúde
<b>Mau</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Anticiclone com vento fraco;</li> <li>- Estabilidade prolongada;</li> <li>- Depressão do norte de África com uma corrente de SE no continente transportando poeiras do deserto;</li> <li>- Ozono: forte radiação / tempo quente contínuo.</li> </ul>	<p>Todos os adultos devem <b>evitar esforços físicos ao ar livre</b>. Os grupos sensíveis (crianças, idosos e indivíduos com problemas respiratórios) deverão <b>permanecer em casa com as janelas fechadas</b> e utilizando de preferência sistemas apropriados de circulação/refrigeração do ar.</p>
<b>Fraco</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Anticiclone com vento fraco;</li> <li>- Situações de transição do estado do tempo;</li> <li>- Estabilidade;</li> <li>- Depressão do norte de África com uma corrente de SE no continente transportando poeiras do deserto;</li> <li>- Ozono: forte radiação/ temperaturas elevadas associadas a dias de céu limpo.</li> </ul>	<p>As pessoas sensíveis (crianças, idosos e indivíduos com problemas respiratórios) devem <b>evitar atividades físicas intensas ao ar livre</b>. Os doentes do foro respiratório e cardiovascular devem ainda respeitar escrupulosamente os tratamentos médicos em curso ou recorrer a cuidados médicos extra, em caso de agravamento de sintomas. A população em geral deve <b>evitar a exposição a outros factores de risco</b>, tais como o <b>fumo do tabaco</b> e a exposição a <b>produtos irritantes contendo solventes</b> na sua composição.</p>
<b>Médio</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diversas situações meteorológicas com características de tempo agradáveis.</li> </ul>	<p>As pessoas muito sensíveis, nomeadamente crianças e idosos com doenças respiratórias devem <b>limitar as actividades ao ar livre</b>.</p>
<b>Bom</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Passagem de frentes com atividade moderada;</li> <li>- Outras situações meteorológicas com ventos moderados.</li> </ul>	<p>Nenhuns</p>
<b>Muito Bom</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vento moderado a forte;</li> <li>- Temperaturas frescas;</li> <li>- Ocorrência de precipitação;</li> <li>- Passagem de frentes com atividade moderada.</li> </ul>	<p>Nenhuns</p>

## Anexo 4 – Localização das estações da RMQA da Região Norte

### Francisco Sá Carneiro



Localização: Praça Francisco Sá Carneiro - Porto



Fotografias da estação e da sua envolvente

## Avintes

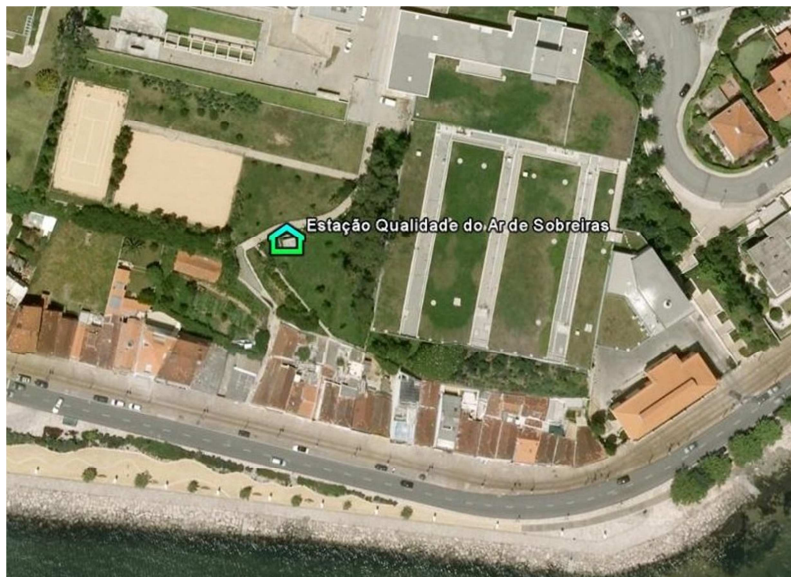


**Localização: Parque Biológico de Gaia - V. N. Gaia**



**Fotografias da estação e da envolvente**

## Sobreiras

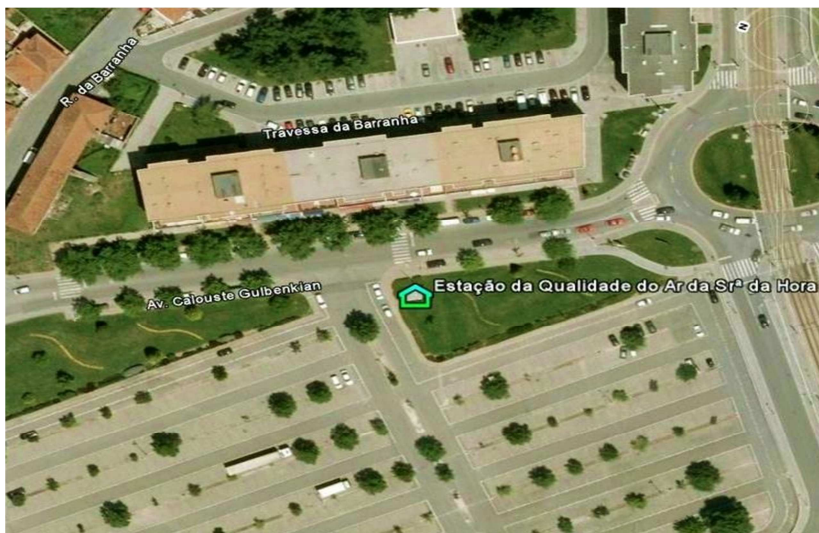


**Localização: Lordelo do Ouro - Porto**



**Fotografias da estação e sua envolvente**

## João Gomes Laranjo

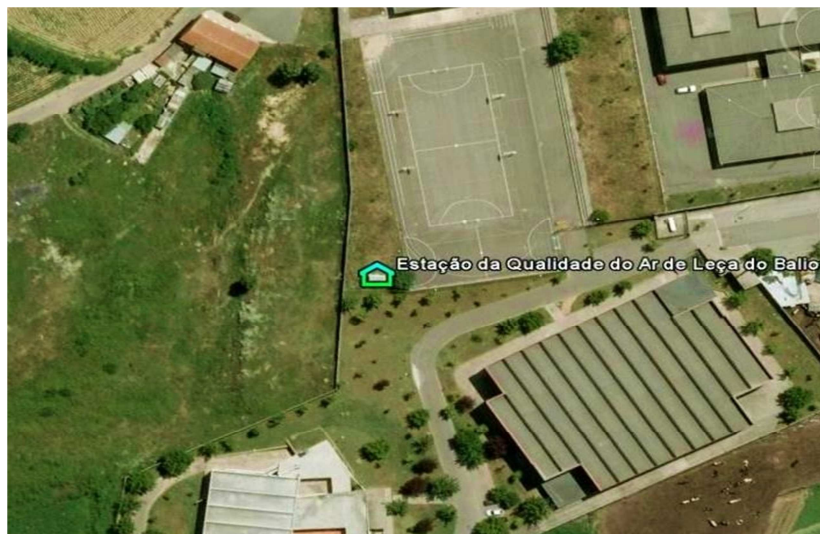


Localização: Avenida João Gomes Laranjo - Matosinhos



Fotografias da estação e sua envolvente

## Leça do Balio

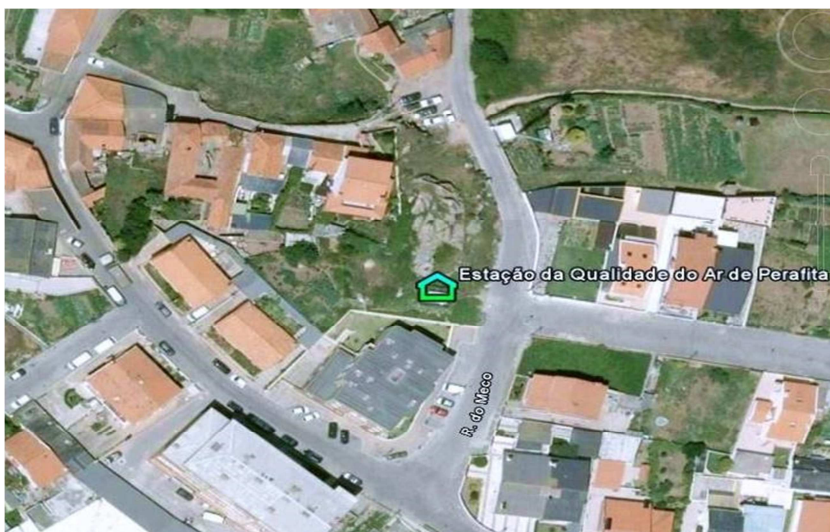


**Localização: Lugar da Agrela - Matosinhos**



**Fotografias da estação e sua envolvente**

**Meco - Perafita**



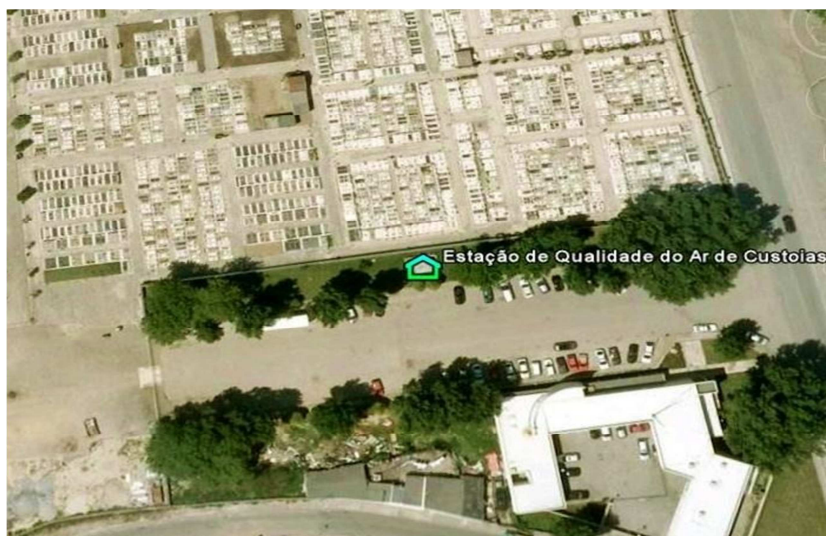
**Localização: Rua do Meco - Matosinhos**



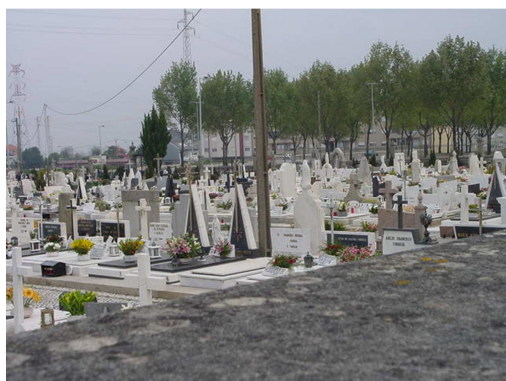
**Fotografias da estação e sua envolvente**



## Custóias



**Localização: Rua Nova de São Gens - Matosinhos**



**Fotografias da estação e sua envolvente**

## Padre Joaquim Neves

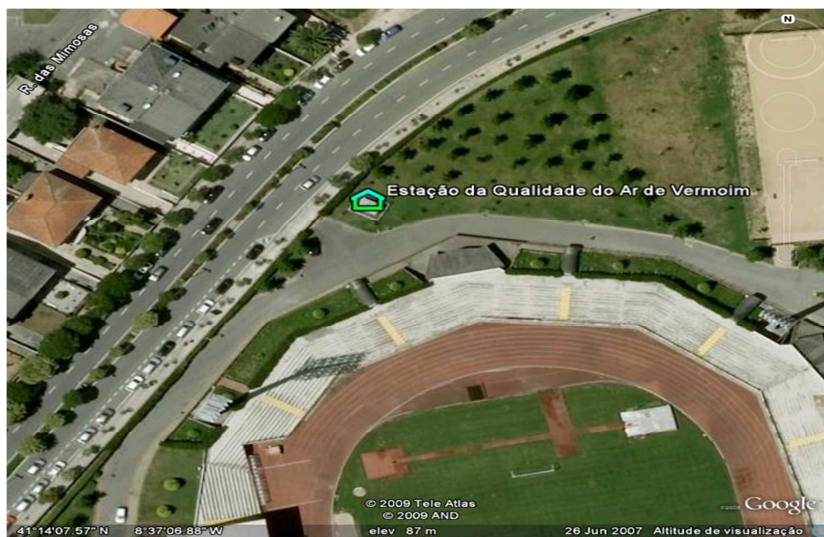


**Localização: Rua Padre Joaquim Neves - Gondomar**



**Fotografias da estação e sua envolvente**

## D. Manuel II

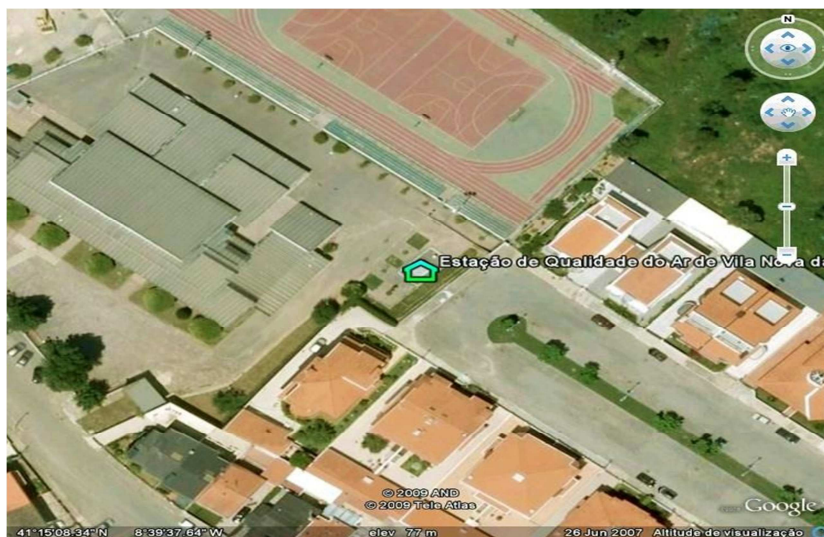


**Localização: Avenida D. Manuel II - Maia**



**Fotografias da estação e sua envolvente**

## Vila Nova da Telha

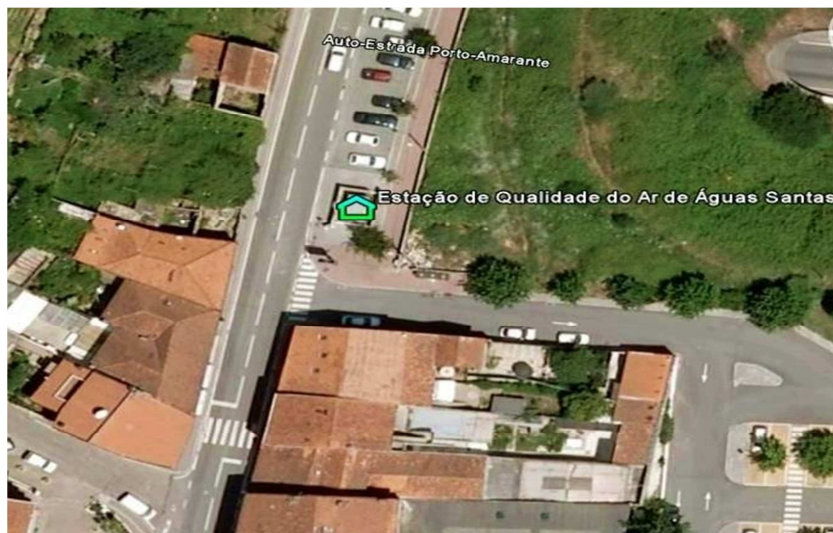


Localização: Urnabização do Lيدador - Edifício da Escola Primária - Maia



Fotografias da estação e sua envolvente

**Afonso Henriques**

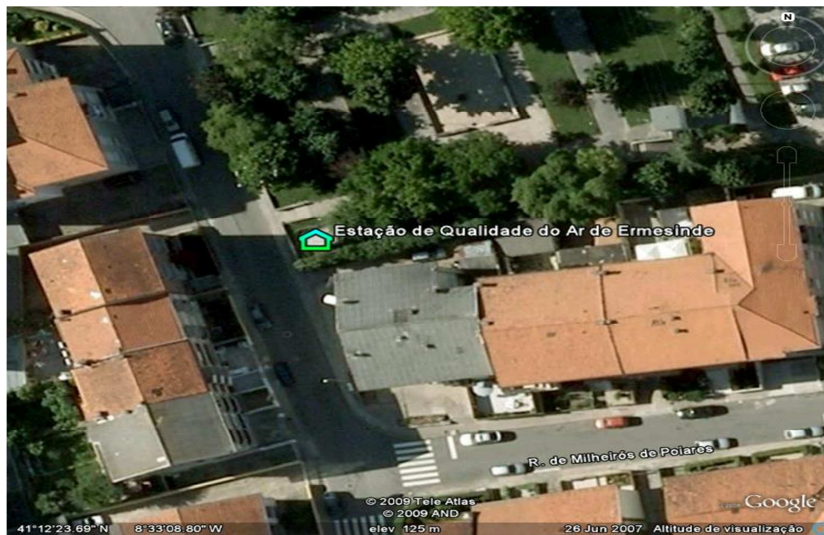


**Localização: Rua D. Afonso Henriques - Maia**



**Fotografias da estação e sua envolvente**

## Ermesinde



**Localização: Rua 25 de Abril - Valongo**



**Fotografias da estação sua envolvente**

## Anta - Espinho

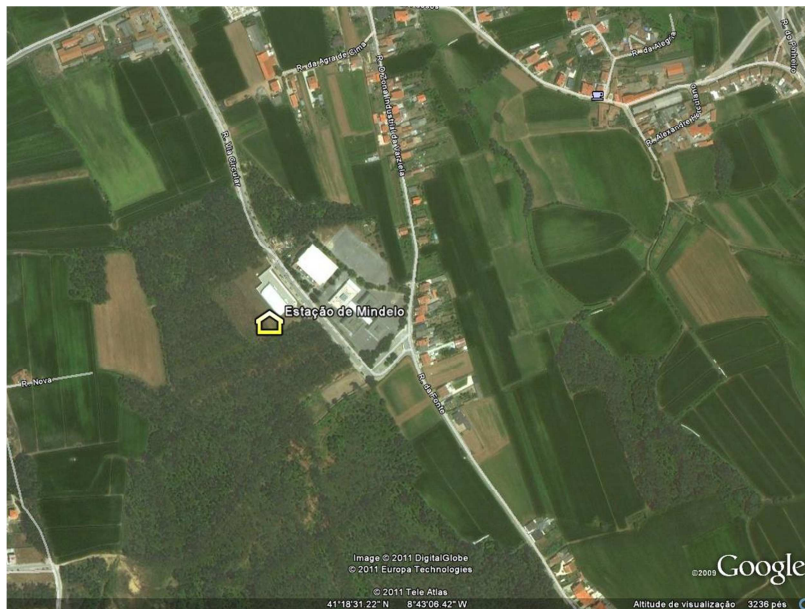


**Localização: Avenida 24 - Espinho**



**Fotografia da estação**

## Mindelo



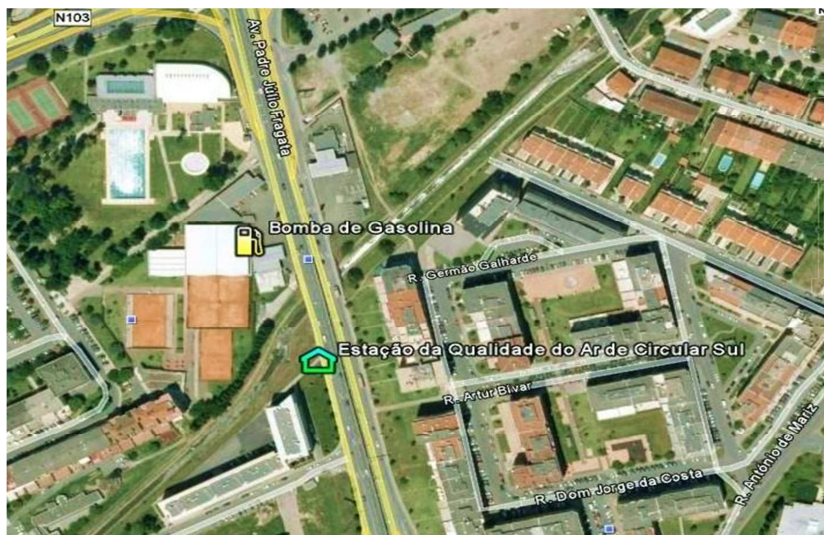
**Localização: Piscinas Municipais de Mindelo – Vila do Conde**



**Fotografias da estação e sua envolvente**



## Frei Bartolomeu Mártires

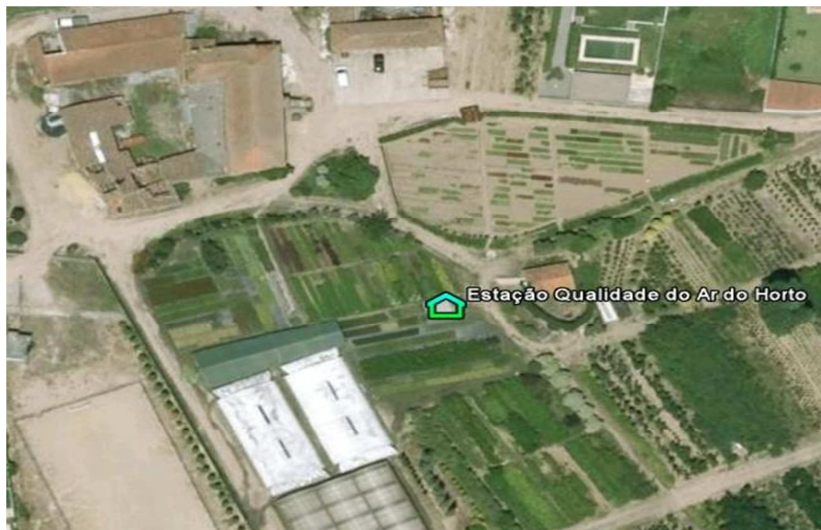


Localização: Avenida Frei Bartolomeu dos Mártires - Braga



Fotografias da estação e sua envolvente

## Frossos

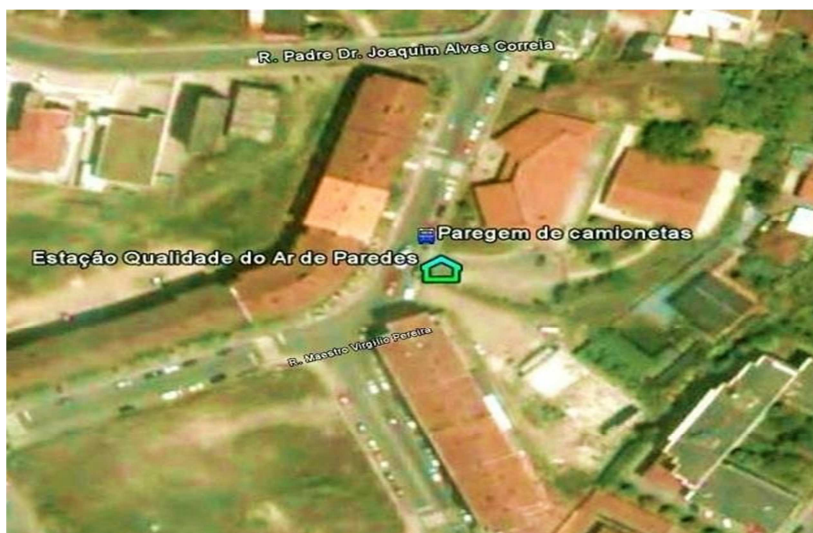


Localização: Lugar da Lameira - Braga



Fotografias da estação e sua envolvente

## Padre Moreira Neves

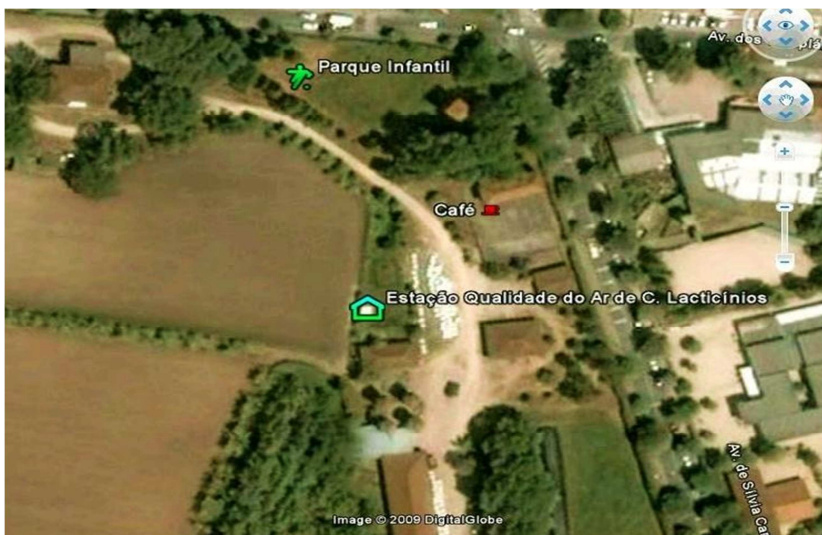


Localização: Lugar da Longra - Paredes



Fotografias da estação e sua envolvente

## Paços de Ferreira



**Localização: Avenida dos Templários - Paços de Ferreira**



**Fotografias da estação e sua envolvente**

## Burgães



**Localização: Parque da Rabada – Burgães - Santo Tirso**



**Fotografias da estação e sua envolvente**

## Calendário

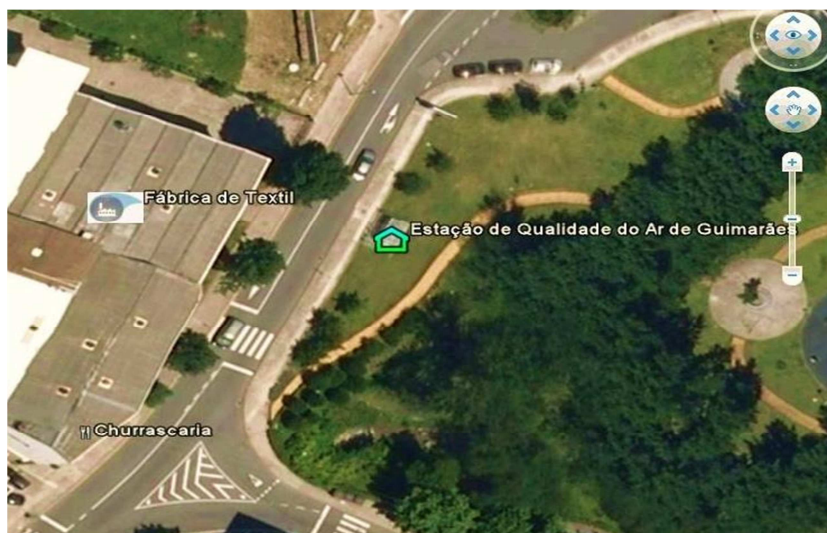


**Localização: Lugar do Outeiro - V.N. Famalicão**



**Fotografias da estação e sua envolvente**

## Cónego Dr. Manuel Faria



Localização: Rua Cónego Dr. Manuel Faria - Guimarães



Fotografias da estação e sua envolvente

## Douro Norte



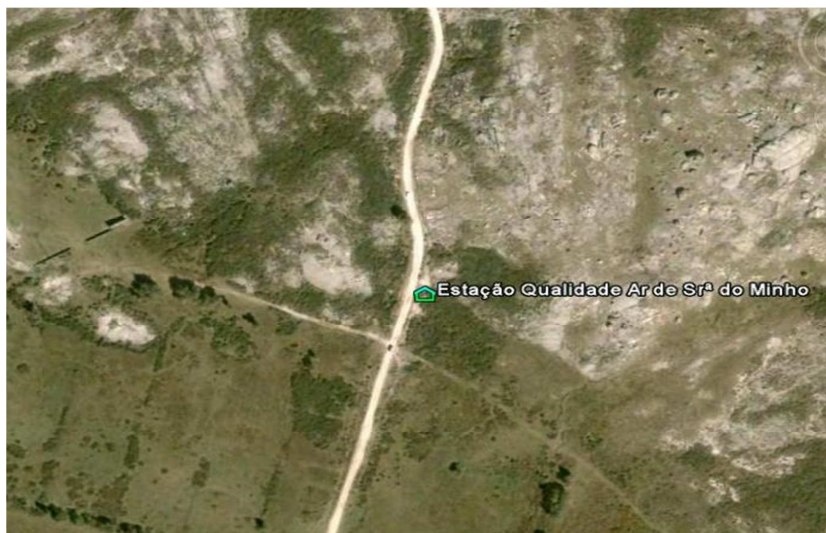
**Localização: Lomba - Vila real**



**Fotografias da estação e sua envolvente**



**Minho-Lima**



**Localização: Alto do Monte - Viana do Castelo**



**Fotografias da estação e sua envolvente da estação**