



**FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA**

Avaliação da qualidade do ar no município de Vila Velha de Ródão

Título: Avaliação da qualidade do ar no município de Vila Velha de Ródão

Equipa: DCEA - FCT / UNL
[Departamento de Ciências e Engenharia do Ambiente da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa]

Coordenação: Prof. Doutor Francisco Ferreira

Elaboração: Eng.º Pedro Gomes
Paulo Pereira

Colaboração: Eng.ª Joana Monjardino
Drª. Luísa Mendes

Data: Abril de 2011

Índice

1. Introdução.....	4
2. Metodologia.....	10
2.1 <i>Caracterização dos locais de monitorização</i>	10
2.2 <i>Meteorologia</i>	11
3. Resultados e discussão.....	12
3.1 <i>Comparação entre os valores monitorizados de PM10 em Vila Velha de Ródão e na EQA do Fundão</i>	20
3.2 <i>Meteorologia</i>	22
3.3 <i>Rosas de poluição para os poluentes medidos</i>	24
4. Conclusões	27
5. Bibliografia	29

1. Introdução

O presente documento consiste no relatório intercalar relativo à campanha de monitorização da qualidade do ar em dois locais no município de Vila Velha de Ródão. Este estudo surge na sequência de uma solicitação por parte da Câmara Municipal de Vila Velha de Ródão, com vista à medição dos níveis de partículas inaláveis (PM_{10}), monóxido de carbono (CO), ozono (O_3), dióxido de azoto (NO_2) e dióxido de enxofre (SO_2) nas proximidades de duas unidades industriais.

1.1 Objectivos

O objectivo deste estudo consistiu na monitorização da qualidade do ar em dois locais da vila de Vila Velha de Ródão, a fim de caracterizar os níveis de poluentes presentes na atmosfera da zona envolvente.

1.2 Enquadramento legislativo

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

Um dos princípios base introduzidos pela Directiva Quadro assenta no estabelecimento de objectivos de qualidade do ar ambiente na UE, os quais visam evitar, prevenir ou limitar efeitos nocivos sobre a saúde humana e sobre o ambiente. O diploma estabelece também que a avaliação da qualidade do ar se faça com base em métodos e critérios comuns em todos os Estados Membros. Esta avaliação deverá dotar todo e cada Estado Membro de informações adequadas sobre a qualidade do ar ambiente, para que o público seja delas informado.

À Directiva Quadro seguiram-se as designadas Directivas Filhas, que estabeleceram os valores normativos para cada poluente identificado, tal como esquematizado na Figura 1.

As duas primeiras Directivas Filhas, transpostas para o direito interno pelo Decreto-Lei n.º 111/2002, de 16 de Abril, vieram estabelecer, relativamente à protecção da saúde humana, valores limite, e

respectivas margens de tolerância a ter em consideração até à sua entrada em vigor, para o NO₂, NO_x, SO₂, PM₁₀, Pb (Directiva 1999/30/CE de 22 de Abril), CO e C₆H₆ (Directiva 2000/69/CE de 16 de Novembro). Foram também fixados limiares de alerta para o SO₂ e NO₂, e valores limite para o SO₂ relativos à protecção dos ecossistemas e de NO_x para protecção da vegetação. Foram ainda estabelecidos limiares de avaliação com o objectivo de definir a estratégia de avaliação de cada zona e aglomeração em função dos níveis encontrados.

A Directiva 2002/3/CE, de 12 de Fevereiro, (3ª Directiva Filha) transposta para o direito interno pelo Decreto-Lei n.º 320/2003, de 20 de Dezembro, estabeleceu valores-alvo e objectivos de longo prazo para o O₃ relativos à protecção da saúde humana e ecossistemas, assim como um limiar de alerta e um limiar de informação ao público. A 4ª Directiva Filha (Directiva 2004/107/CE), transposta pelo Decreto-Lei n.º 351/2007, diz respeito a hidrocarbonetos aromáticos policíclicos e a metais pesados.

Em Maio de 2008 foi publicada a Directiva 2008/50/CE do Parlamento Europeu e do Conselho (de 21 de Maio) relativa à qualidade do ar ambiente e a um ar mais limpo na Europa, que inclui os seguintes elementos chave:

- agrega num só diploma legal a maioria da legislação existente (à excepção da 4ª Directiva Filha) sem alteração dos objectivos de qualidade do ar (excepto no que diz respeito aos limiares de avaliação das PM₁₀);
- estabelece objectivos de qualidade do ar para as PM_{2,5} (partículas finas), incluindo um valor limite e objectivos relacionados com a exposição;
- incluiu a possibilidade de se efectuarem descontos, devido a fontes naturais de poluição, aquando da avaliação de conformidade em relação aos valores limite.

A Directiva 2008/50/CE foi transposta para o direito nacional, juntamente com a 4ª Directiva Filha (2004/107/CE), através do Decreto-Lei n.º 102/2010, de 23 de Setembro.

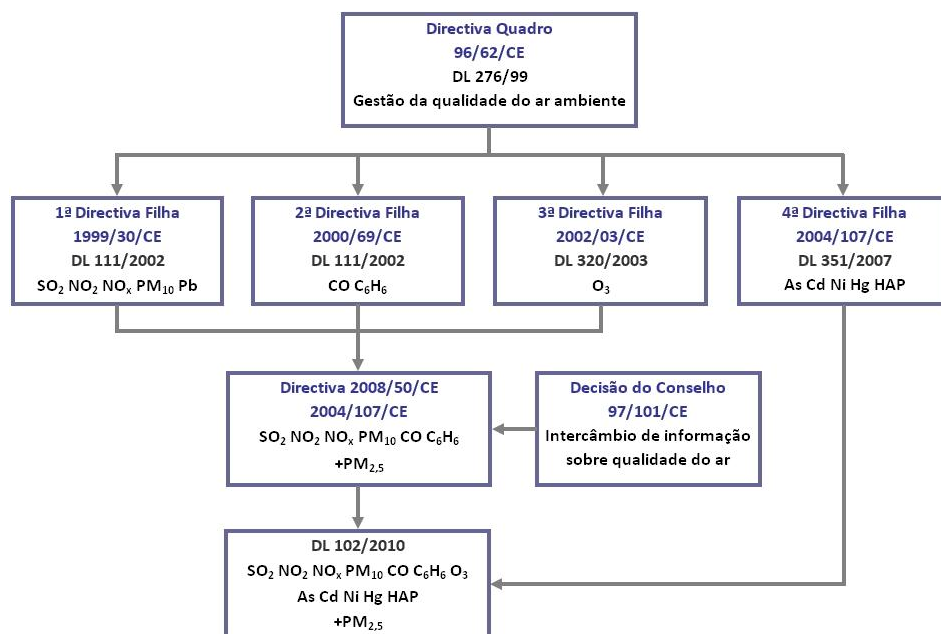


Figura 1 - Representação esquemática do enquadramento legislativo da avaliação e gestão da qualidade do ar ambiente na UE e em Portugal

Na Tabela 1 apresenta-se as principais fontes emissoras e os efeitos na saúde humana dos poluentes medidos.

Tabela 1 - Poluentes atmosféricos e principais fontes e efeitos na saúde humana

Poluente	Fontes emissoras	Efeitos na saúde humana
NO₂	O dióxido de azoto resulta da queima de combustíveis nas unidades industriais e da combustão, a altas temperaturas, nos motores dos veículos automóveis. Na combustão a elevadas temperaturas o azoto e o oxigénio moleculares do ar formam os óxidos de azoto, sobretudo monóxido de azoto que se oxida em grande parte a dióxido de azoto.	O NO ₂ , ao ter pouca afinidade pela água das mucosas, alcança as regiões profundas do tracto respiratório e inibe algumas funções dos pulmões, tais como a resposta imunológica, diminuindo a resistência às infecções. Assim, os seus efeitos traduzem-se no aumento da susceptibilidade a doenças respiratórias, principalmente em crianças, e também no aumento da possibilidade de ataques de asma.
SO₂	O dióxido de enxofre provém fundamentalmente da combustão dos combustíveis fósseis que contêm enxofre. É um gás que é emitido principalmente por fontes industriais (tais como: refinarias petrolíferas, indústria do papel e indústria química, centrais térmicas) e também pelo tráfego rodoviário (embora cada vez menos devido à redução da percentagem de enxofre nos combustíveis).	Os seus efeitos encontram-se associados a doenças respiratórias, como a bronquite crónica e asma, e cardiovasculares. É um dos gases que mais contribui para a acidificação das águas e vegetação, para a formação de <i>smog</i> , e também pode provocar más condições de visibilidade. Uma parte do SO ₂ transforma-se em pequenas partículas de sulfatos que chegam às vias respiratórias.
PM₁₀	As partículas em suspensão (mistura de partículas no estado sólido ou líquido) provêm das cinzas, da fuligem e de outras partículas produzidas principalmente pela combustão de carvão e fuel-óleo na indústria e nos	As vilosidades e mucosas nasais capturam as partículas de maior diâmetro impedindo que cheguem aos pulmões. Porém as mais finas (produzidas pelo tráfego), por serem de menor dimensão,

	<p>automóveis.</p> <p>São geradas em processos industriais, resultando também do tráfego rodoviário (sendo emitidas nos gases de escape dos veículos a gasóleo e provenientes do desgaste dos pneus e dos travões), de processos de queima, de movimentações de terras e da ressuspensão provocada pela passagem de veículos nas estradas.</p> <p>Também podem ocorrer fenómenos naturais de transporte de partículas a longa distância – eventos naturais. São exemplo disso as elevadas concentrações de partículas finas registadas em Portugal e que têm origem nos desertos do Norte de África.</p>	<p>como é o caso das $PM_{2,5}$ (partículas em suspensão de diâmetro aerodinâmico inferior a $2,5\ \mu m$), conseguem penetrar no sistema respiratório, com consequências mais graves em termos de saúde.</p> <p>As partículas microscópicas podem afectar a actividade respiratória, com especial incidência em população de risco como as crianças e idosos, e agravar o estado de saúde em pessoas que sofram de doenças respiratórias e cardiovasculares.</p> <p>O seu risco não depende tanto da sua concentração mas sim de outros parâmetros como o seu tamanho e a sua toxicidade. As partículas em suspensão também afectam o coberto vegetal e reduzem a visibilidade.</p>
CO	<p>O monóxido de carbono provém essencialmente das emissões geradas pelos veículos a gasolina, principalmente dos mais antigos, e por alguns processos industriais. Por vezes ocorrem elevadas concentrações de CO em espaços confinados, ou ao longo das vias de circulação em situações de longas filas de trânsito.</p>	<p>Este poluente reduz a capacidade de transporte de oxigénio até aos tecidos vitais pelo sangue, afectando os sistemas cardiovascular e nervoso. Em concentrações mais reduzidas pode ser grave para indivíduos com doenças cardiovasculares e reduz o desempenho desportivo. As elevadas concentrações podem causar sintomas como dores de cabeça e fadiga.</p>
O₃	<p>O ozono é um poluente secundário, resultando geralmente da transformação fotoquímica de certos poluentes primários na atmosfera, em particular dos óxidos de azoto (NO_x) e dos compostos orgânicos voláteis (COV), sob o efeito da radiação ultravioleta.</p>	<p>O ozono é um poderoso oxidante, podendo uma exposição crónica agravar os sintomas de irritação do tracto respiratório e provocar dificuldades respiratórias (p. ex. impossibilidade de respirar fundo, inflamações brônquicas ou tosse).</p> <p>Uma intoxicação aguda provoca uma reacção inflamatória ao nível das mucosas respiratórias e agrava os sintomas de problemas respiratórios preexistentes.</p>

No presente estudo foi avaliada a conformidade das concentrações de PM_{10} , CO, NO_2 , O_3 e SO_2 medidas no município de Vila Velha de Ródão, face aos valores-limite de base legal estabelecidos no Decreto-lei n.º 102/2010 de 23 de Setembro, que regulamenta este poluente. Os valores-limite aplicáveis aos poluentes medidos são apresentados nas tabelas seguintes.

Tabela 2 - Valores relativos a PM_{10} definidos no Decreto-Lei n.º 102/2010 para a protecção da saúde humana

Poluente	PM_{10}	
Diploma legal	Decreto-Lei 102/2010	
Parâmetro	Media diária ($\mu g/m^3$)	Média anual ($\mu g/m^3$)
VL	50 ^a	40 ^b
<p>VL – Valor limite;</p> <p>^a não ultrapassar mais do que 35 vezes num ano. É avaliado usando o indicador 36º máximo diário;</p> <p>^b avaliado usando o indicador média anual.</p>		

Tabela 3. Valores relativos ao NO₂ definidos no Decreto-Lei n.º 102/2010 para a protecção da saúde humana

Poluente	NO ₂	
Diploma legal	Decreto-Lei 102/2010	
Parâmetro	Media horária (µg/m ³)	Média anual (µg/m ³)
Data de cumprimento do valor limite	a partir de 1 de Janeiro de 2010	a partir de 1 de Janeiro de 2010
LIA	100 ^a	26 ^b
LSA	140 ^a	32 ^b
VL	200 ^a	40 ^b
MT 2009	10	2 ^b
VL+MT 2009	210 ^a	42 ^b
Limiar de alerta	400 ^c	

LIA - Limiar inferior de avaliação; LSA – Limiar superior de avaliação; VL – Valor limite; MT – Margem de tolerância;
^a a não ultrapassar mais do que 18 vezes num ano. É avaliado usando o indicador 19º máximo horário, quando comparado com os valores registados nas estações de monitorização de qualidade do ar;
^b é avaliado usando o indicador média anual, quando comparado com os valores registados nas estações de monitorização de qualidade do ar;
^c a não ultrapassar numa área superior a 100km² ou numa aglomeração consoante a que apresentar menor área, durante 3 ou mais horas consecutivas.

Tabela 4. Valores relativos ao PM₁₀ definidos no Decreto-Lei n.º 102/2010 para a protecção da saúde humana

Poluente	PM ₁₀	
Diploma legal	Decreto-Lei 102/2010	
Parâmetro	Média diária (µg/m ³) ^a	Média anual (µg/m ³)
Data de cumprimento do valor limite	a partir de 1 de Janeiro de 2005	a partir de 1 de Janeiro de 2005
LIA	25 ^a	20
LSA	35 ^a	28
VL	50 ^a	40

LIA - Limiar inferior de avaliação; LSA – Limiar superior de avaliação; VL – Valor limite;
^a a não ultrapassar mais do que 35 vezes num ano. É avaliado usando o indicador anual 36º máximo diário, quando comparado com os valores registados nas estações de monitorização de qualidade do ar;

Tabela 5. Valores relativos ao SO₂ definidos no Decreto-Lei n.º 102/2010 para a protecção da saúde humana

Poluente	SO ₂	
Diploma legal	Decreto-Lei 102/2010	
Parâmetro	Média horária (µg/m ³)	Média diária (µg/m ³)
Data de cumprimento do valor limite	a partir de 1 de Janeiro de 2005	a partir de 1 de Janeiro de 2005
LIA		50 ^a
LSA		75 ^a
VL	350 ^b	125 ^a
Limiar de alerta	500 ^c	
<p>LIA - Limiar inferior de avaliação; LSA – Limiar superior de avaliação; VL – Valor limite</p> <p>^a a não ultrapassar mais do que 3 vezes num ano. É avaliado usando o indicador 4º máximo diário, quando comparado com os valores registados nas estações de monitorização de qualidade do ar;</p> <p>^b a não ultrapassar mais do que 24 vezes num ano. É avaliado usando o indicador 25º máximo horário, quando comparado com os valores registados nas estações de monitorização de qualidade do ar.</p> <p>^c a não ultrapassar numa área superior a 100km² ou numa aglomeração consoante a que apresentar menor área, durante 3 ou mais horas consecutivas.</p>		

Tabela 6. Valores definidos para o O₃ no Decreto-Lei n.º 102/2010, para a protecção da saúde humana

Poluente	O ₃	
Diploma legal	Decreto-Lei 102/2010	
Parâmetro	Média horária (µg/m ³)	Máximo diário das médias móveis octo-horárias (µg/m ³)
Limiar de Alerta	240	
Valor alvo 2010		120 ^a
Objectivo de longo prazo para a protecção da saúde humana 2020		120 ^b
<p>^a a não exceder em mais de 25 dias por ano civil, calculado em média em relação a 3 anos. A ultrapassagem ou não de mais de 25 vezes por ano dos valores estipulados para máximo diário das médias móveis octo-horárias é avaliada usando o indicador 26º máximo diário das médias móveis octo-horárias;</p> <p>^b num ano civil. É avaliada usando o indicador máximo diário das médias móveis octo-horárias.</p>		

Tabela 7. Valores definidos para o CO no Decreto-Lei n.º 102/2010, para a protecção da saúde humana

Poluente	CO
Diploma legal	Decreto-Lei 102/2010
Parâmetro	Máximo diário das médias móveis octo-horárias (mg/m ³)
Valor limite	10

2. Metodologia

A monitorização em contínuo de CO, PM₁₀, NO₂, SO₂ e O₃ foi efectuada recorrendo à estação móvel de qualidade do ar SNIF Air Lab® (**Erro! A origem da referência não foi encontrada.**), através de analisadores de medição cujo método é igual ou equivalente ao método de referência. Estes analisadores permitem a recolha de concentrações a cada quinze minutos, que são posteriormente agregadas em valores médios horários. Uma vez que a legislação estabelece valores de base octo-horária na análise dos poluentes CO e O₃ foram calculadas médias de oito horas, a partir de dados horários e actualizadas hora a hora de forma a permitir a respectiva comparação com os valores estabelecidos na legislação.

2.1 Caracterização dos locais de monitorização

Os locais de monitorização foram seleccionados pela Câmara Municipal de Vila Velha de Ródão em conjunto com o DCEA-FCT/UNL. Os locais foram escolhidos devido ao facto de possuírem ligação eléctrica, fundamental para o funcionamento do SNIF Air Lab® e tendo em conta os requisitos estabelecidos pelos técnicos da C.M. de Vila Velha de Ródão, nomeadamente a proximidade com as indústrias existentes e as populações.



Figura 2- Locais de medição adoptados para a realização das campanhas de medição da qualidade do ar. À esquerda, Local 1 (quartel dos bombeiros) ; à direita, Local 2 (Ecocentro)

O local de monitorização 1 situou-se nas traseiras do quartel dos bombeiros, próximo dos serviços técnicos da C.M. de Vila Velha de Ródão. Relativamente ao local de monitorização 2, o SNIF Air Lab foi instalado no interior das instalações do Ecocentro.

Na Figura 3 observa-se o mapa de localização dos dois pontos de medição, face a Vila Velha de Ródão e às principais indústrias presentes no município.

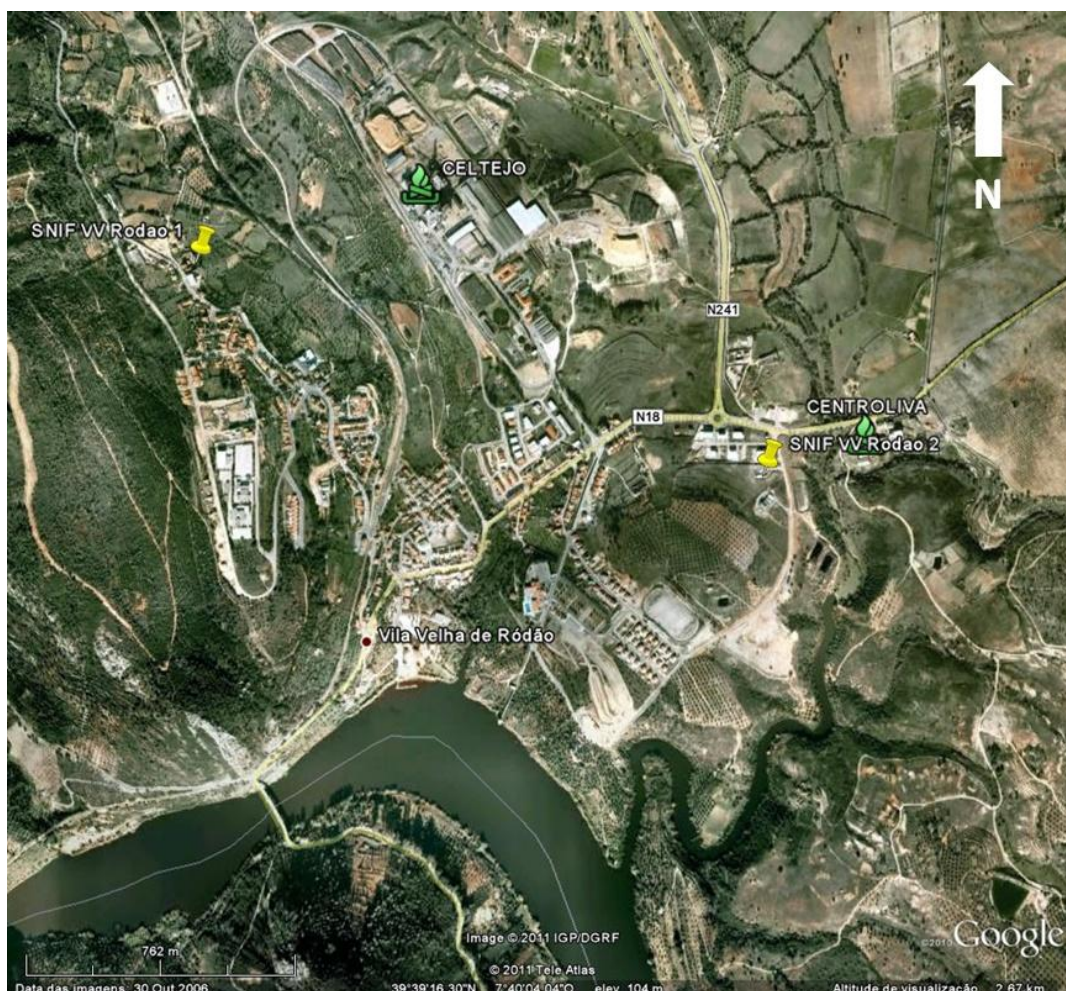


Figura 3 - Localização geográfica dos pontos de monitorização seleccionados (Fonte: Google Earth)

2.2 Meteorologia

As condições climatológicas influenciam a concentração e a distribuição dos poluentes atmosféricos. Por esta razão realizou-se a medição dos parâmetros meteorológicos em todos os pontos amostrados, nomeadamente: precipitação, direcção e velocidade do vento e temperatura. Estes parâmetros têm

influência ao nível das concentrações de poluentes registadas, daí ser importante proceder à sua recolha.

3. Resultados e discussão

Na Tabela 8 apresentam-se os valores médios diários para os poluentes medidos no primeiro local de medição (quartel dos bombeiros). A análise da tabela permite observar que, durante o período de medição, foi registada uma excedência ao valor-limite diário de PM10, no dia 3 de Março. No restante período de medição não se verificaram excedências ao valor-limite diário estabelecido para este poluente. No caso dos restantes poluentes medidos, não se registaram quaisquer excedências face aos valores-limite presentes na legislação.

Tabela 8 – Médias diárias obtidas para os poluentes monitorizados no local 1

Data	Dia semana	PM ₁₀ (µg/m ³)	NO ₂ (µg/m ³)	CO (mg/m ³)	O ₃ (µg/m ³)	SO ₂ (µg/m ³)
02-03-2011	Qua	29,9	11,2		83,5	0,0
03-03-2011	Qui	73,7	16,9	0,6	90,8	0,0
04-03-2011	Sex	38,1	13,9	0,6	88,8	0,2
05-03-2011	Sab	21,0	11,7	0,7	81,9	2,4
06-03-2011	Dom	36,9	11,2	0,5	79,6	1,0
07-03-2011	Seg	39,7	12,0	0,6	86,7	2,6
08-03-2011	Ter	19,2	9,3	0,5	79,7	0,7
Média		36,9	11,8	0,6	85,1	0,9

A Figura 4 ilustra a evolução das concentrações médias diárias de PM10 obtidas durante a monitorização efectuada no local 1.

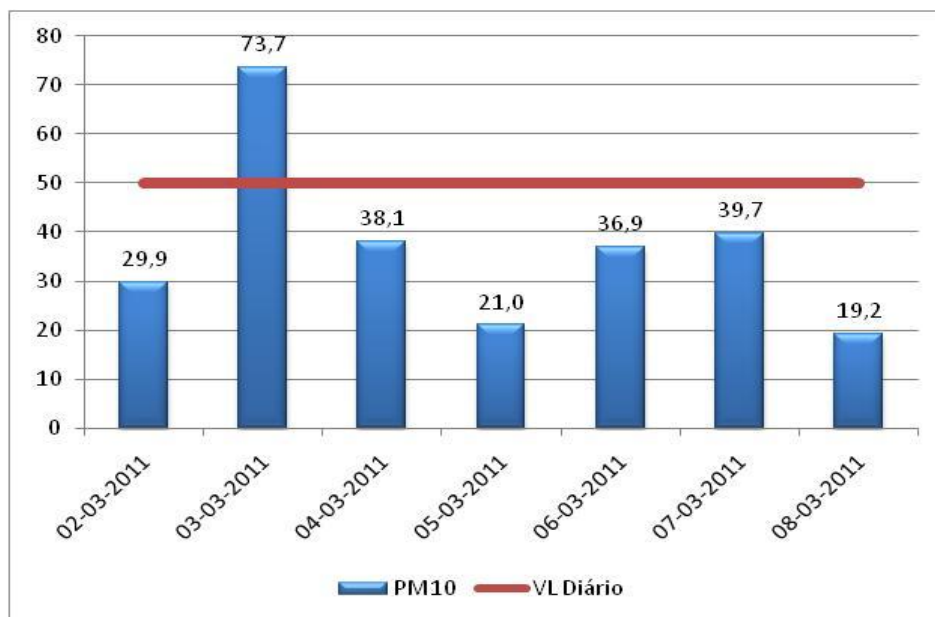


Figura 4 - Comparação entre os níveis de PM10 medidos no local 1 de monitorização e o valor-limite legal

Os valores horários de NO₂ monitorizados no local 1 podem ser observados na Figura 5. Verificou-se que para este período de monitorização, os valores medidos deste poluente foram reduzidos, estando muito abaixo do valor-limite legislado.

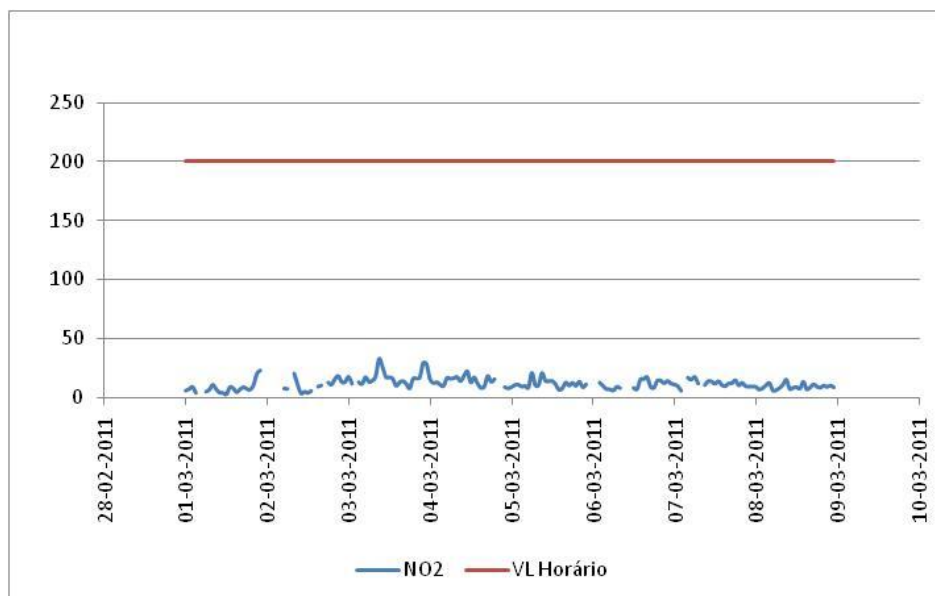


Figura 5 - Comparação entre os níveis de NO₂ medidos no local 1 de monitorização e o valor-limite legal

Relativamente ao SO₂, os níveis monitorizados deste poluente no local 1 encontram-se representados nas Figura 6 e Figura 7. As concentrações monitorizadas deste poluente foram também muito baixas, quando comparadas com os valores-limite presentes no Decreto-Lei n.º 102/2010.

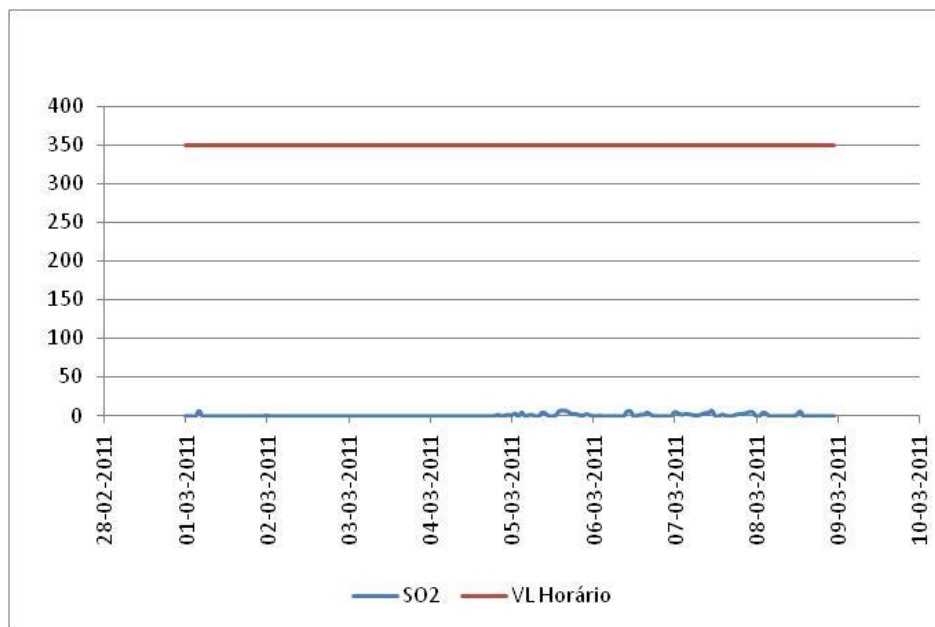


Figura 6 - Comparação entre os níveis de SO₂ medidos no local 1 de monitorização e o valor-limite horário legal

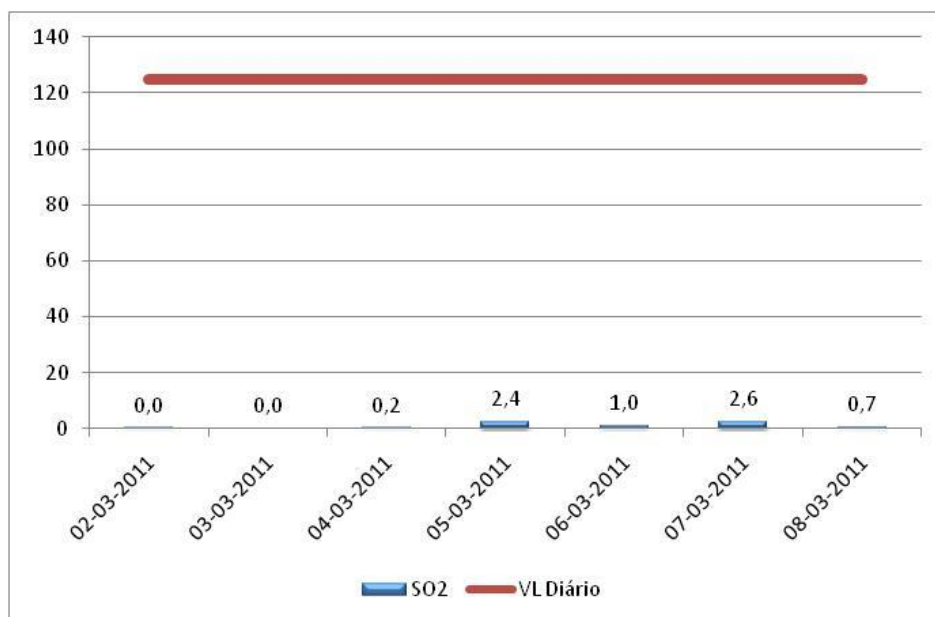


Figura 7 - Comparação entre os níveis de SO₂ medidos no local 1 de monitorização e o valor-limite diário legal

Na Figura 8 apresenta-se as concentrações de CO medidas no local 1. Tal como para o SO₂ e o NO₂, os níveis deste poluente medidos no ar ambiente foram baixos quando comparados com o respectivo valor-limite.

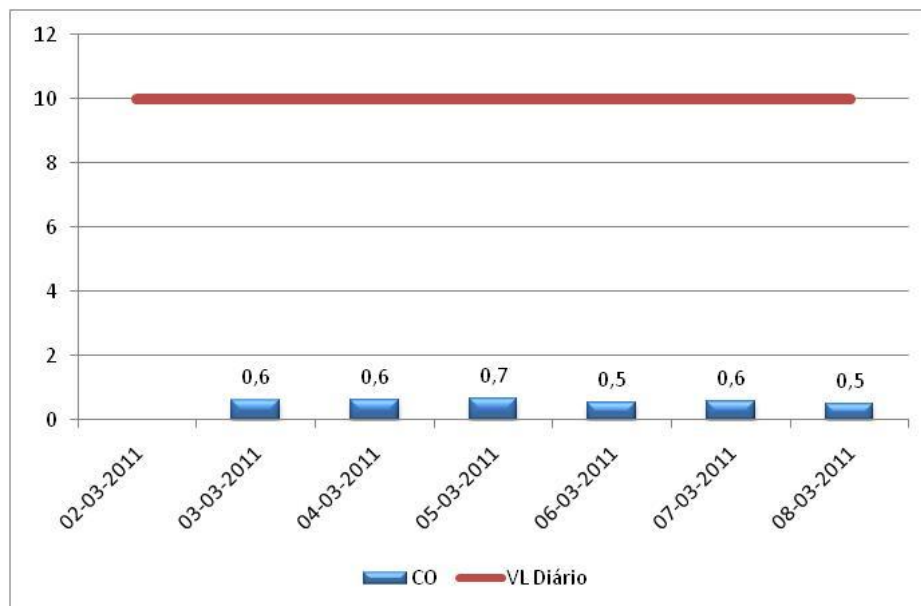


Figura 8 - Comparação entre os níveis de CO medidos no local 1 de monitorização e o valor-limite legal

Tendo em conta os níveis de O₃ monitorizados durante o período em que o SNIF Air Lab esteve instalado no local 1, verificou-se que esses níveis foram inferiores ao valor-alvo, sendo também normais face aos valores típicos para este período do ano, na região centro.

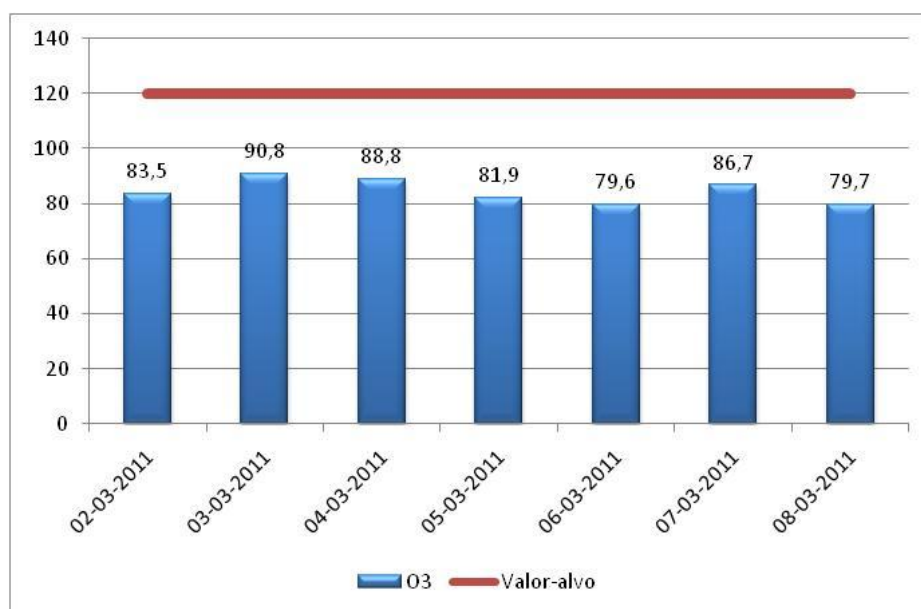


Figura 9 - Comparação entre os níveis de O₃ medidos no local 1 de monitorização e o valor-alvo

Na Tabela 9 apresentam-se os valores médios diários para os poluentes medidos no segundo local de medição (Ecocentro). Neste local a medição de poluentes decorreu durante um período mais alargado do que os 7 dias inicialmente previstos, sendo que o número de dias de medição foi de 25, o que permitiu aumentar a representatividade da medição. No Ecocentro não foi possível efectuar a medição de SO₂ devido a indisponibilidade do equipamento, contudo face aos reduzidos valores medidos no local 1, e tendo em conta que este não é o poluente problemático na zona em estudo, não se considera que esta ausência seja relevante. A análise da tabela permite observar que, durante o período de medição e tal como no local 1, apenas foram registadas excedências ao valor-limite diário de PM₁₀, nos dias 6 e 7 de Abril (100,9 µg/m³ e 50,6 µg/m³, respectivamente). No restante período de medição não se verificaram excedências ao valor-limite diário estabelecido para este poluente, embora se tenham registado valores elevados de partículas nos dias 8, 12, 14 e 15 de Abril. Os valores elevados registados nos dias referidos foram também influenciados pela ocorrência eventos naturais (intrusão de massas de ar carregadas de partículas, provenientes dos desertos do *Sahara* e *Sahel*) durante o período no qual decorreu a medição. No entanto a ocorrência destes eventos não justifica os elevados valores medidos, pelo que as fontes locais terão tido influência nos níveis de PM₁₀. No caso dos restantes poluentes medidos, não se registaram quaisquer excedências face aos valores-limite presentes na legislação.

Tabela 9 - Médias diárias obtidas para os poluentes monitorizados no local 2

Data	Dia semana	PM ₁₀ (µg/m ³)	NO ₂ (µg/m ³)	CO (mg/m ³)	O ₃ (µg/m ³)
25-03-2011	Sex	27,6	4,0	1,3	79,5
26-03-2011	Sab	5,7	1,4	1,5	89,8
27-03-2011	Dom	9,6	2,2	1,5	97,6
28-03-2011	Seg	10,9	2,7	2,3	91,6
29-03-2011	Ter	9,8	1,4	1,3	97,3
30-03-2011	Qua	18,8	3,7	1,3	85,9
31-03-2011	Qui	22,4	5,1	1,2	71,8
01-04-2011	Sex	22,9	4,3	1,4	99,7
02-04-2011	Sab	17,8	2,7	2,0	93,3
03-04-2011	Dom	9,1	2,2	1,1	84,9
04-04-2011	Seg	18,6	5,9	2,7	78,2
05-04-2011	Ter	35,7*	6,6	0,9	92,2
06-04-2011	Qua	100,9*	9,4	1,7	84,0
07-04-2011	Qui	50,6	8,4	0,9	100,5
08-04-2011	Sex	46,3	6,6	1,7	110,0
09-04-2011	Sab	20,6*	1,4	1,0	96,8
10-04-2011	Dom	14,7	2,1	1,8	101,7
11-04-2011	Seg	12,2	4,1	2,6	100,6
12-04-2011	Ter	47,4	8,9	1,5	84,8
13-04-2011	Qua	39,6	6,1	1,6	102,1
14-04-2011	Qui	50,4	8,8	2,6	121,4
15-04-2011	Sex	40,2	8,8	3,0	108,8
16-04-2011	Sab	29,2	6,4	3,4	112,8
17-04-2011	Dom	32,2	5,8	4,8	105,3
18-04-2011	Seg	25,8	3,9	2,2	107,3
Média		28,4	4,9	1,9	95,2

* Esta média diária corresponde a 12 horas de medição

A Figura 10 ilustra a evolução das concentrações diárias monitorizadas neste local.

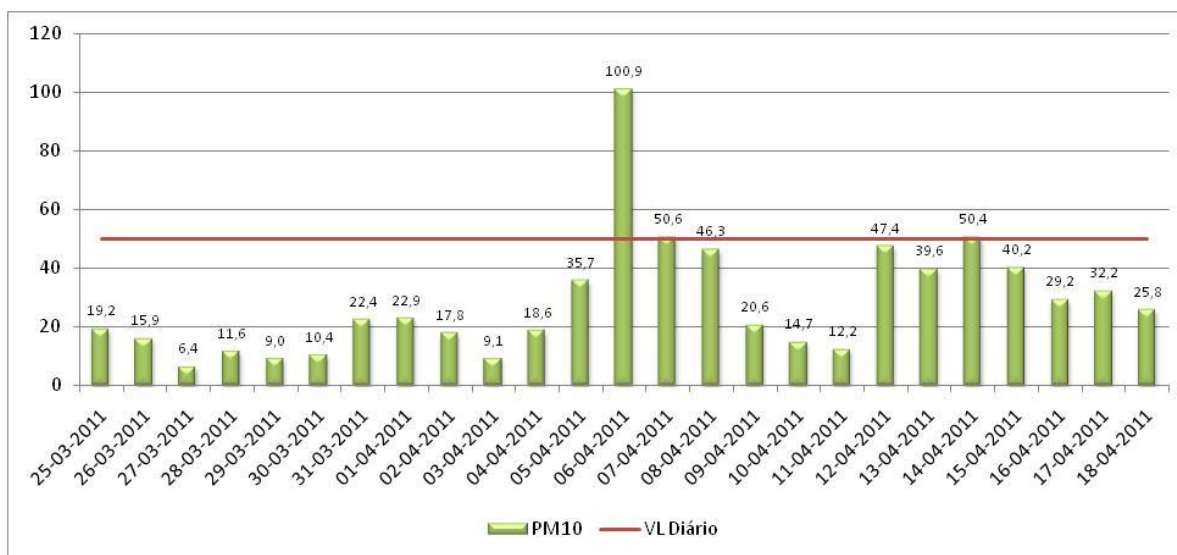


Figura 10 - Comparação entre os níveis de PM10 medidos no local 2 de monitorização e o valor-limite legal

Os níveis de NO₂ monitorizados no local 2 podem ser observados na Figura 11. Verificou-se que para este período de monitorização, os valores horários medidos deste poluente foram baixos, não ultrapassando o valor-limite horário.

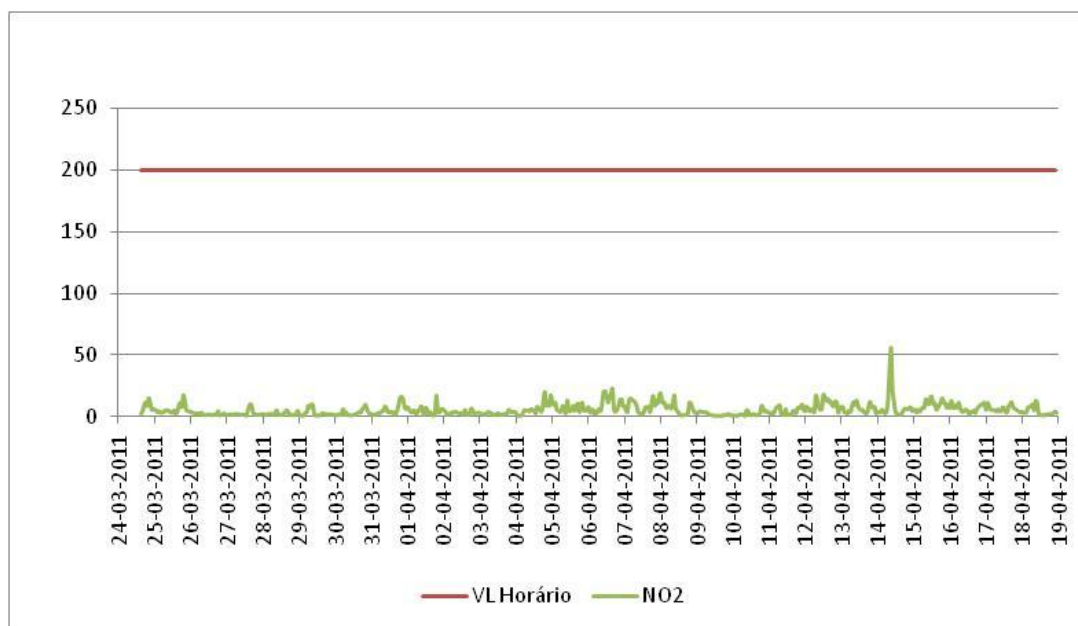


Figura 11 - Comparação entre os níveis de NO₂ medidos no local 2 de monitorização e o valor-limite legal

Na Figura 12 apresenta-se a evolução diária das concentrações de CO medidas no local 2, sendo possível observar que os níveis deste poluente presentes na atmosfera foram baixos, tendo em consideração o valor-limite diário.

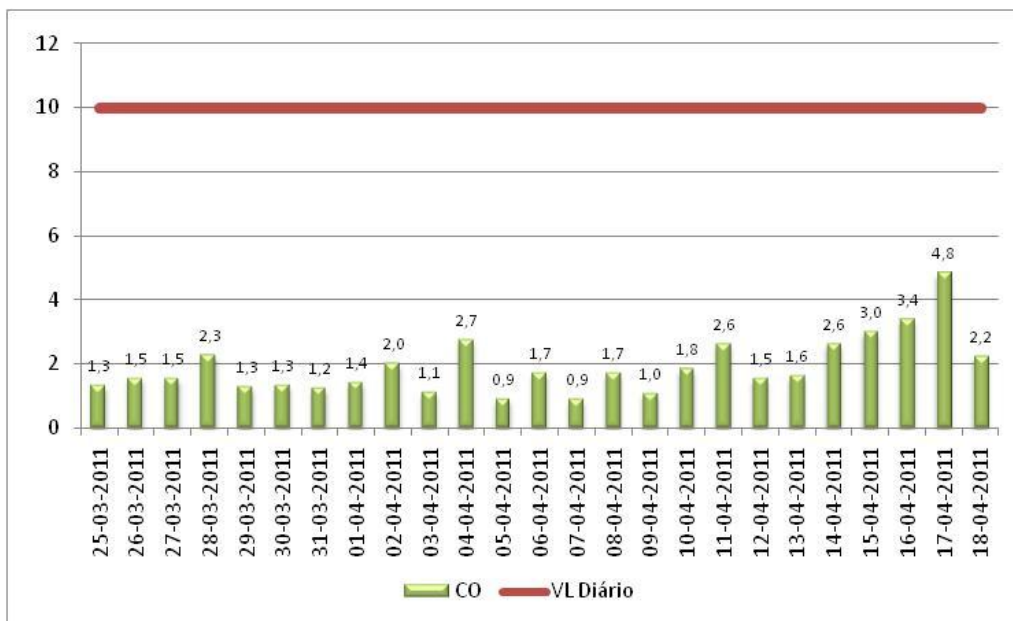


Figura 12 - Comparação entre os níveis de CO medidos na segunda semana de monitorização e os valor-limite legal

Tendo em conta os níveis de O₃ monitorizados durante o período em que a estação móvel esteve instalada no local 2, verificou-se que esses níveis foram elevados tendo em conta o valor-alvo legislado, o que terá sido consequência das condições meteorológicas registadas durante o período de medição, nomeadamente temperaturas elevadas.

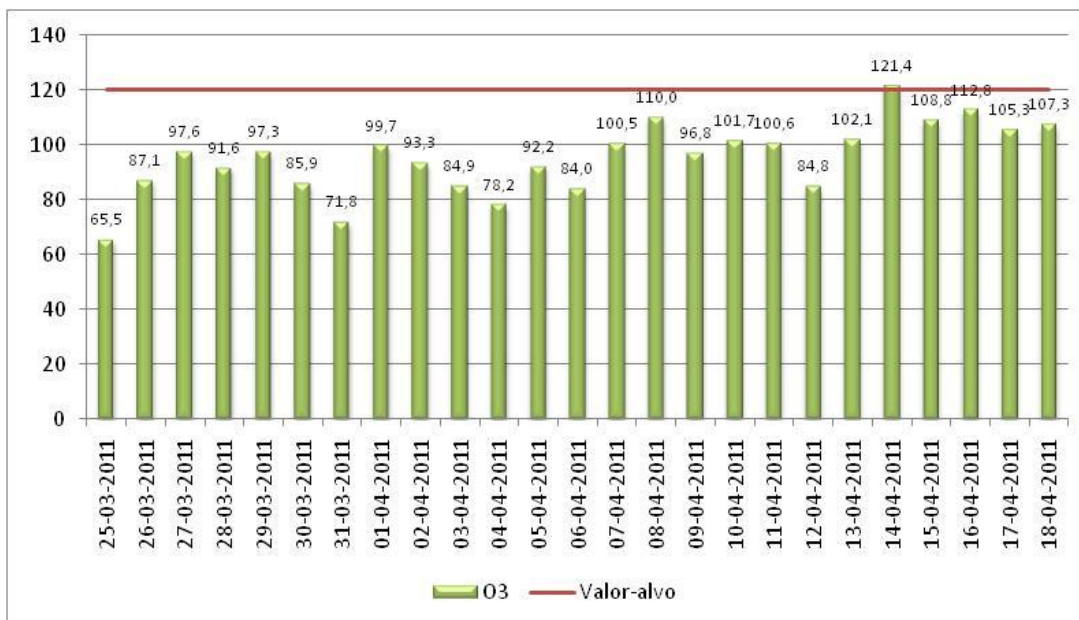


Figura 13 - Comparação entre os níveis de O₃ medidos no local 2 de monitorização e o valor-alvo

3.1 Comparação entre os valores monitorizados de PM₁₀ em Vila Velha de Ródão e na EQA do Fundão

De forma a obter um valor de comparação que permitisse analisar os níveis de partículas medidas em Vila Velha de Ródão, optou-se por comparar as medições registadas pela estação móvel com os níveis de fundo regional presentes no ar ambiente. Analisando-se os valores monitorizados nas duas estações de qualidade do ar, a estação móvel localizada em Vila Velha de Ródão e a estação de monitorização da qualidade do ar (EQA) do Fundão durante a primeira semana de medição verificou-se que os valores registados em Vila Velha de Ródão foram elevados quando comparados com as concentrações de PM₁₀ monitorizadas no Fundão, com excepção do dia 8 de Março. A comparação entre os valores medidos nos dois locais encontra-se ilustrada na Figura 14.

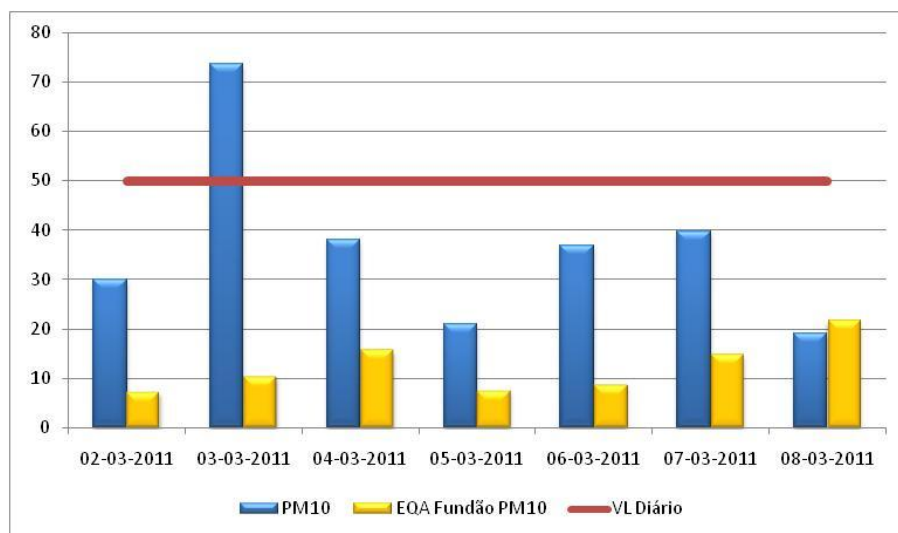


Figura 14 - Comparação entre os níveis de PM10 medidos no local 1 monitorização, a Estação de Qualidade do Ar do Fundão e os valor-limite legal

Comparando os valores de partículas medidos no Ecocentro de Vila Velha de Ródão e os valores monitorizados na EQA do Fundão (Figura 15), foi possível observar que as concentrações de PM₁₀ registadas no SNIF Air Lab foram bastante mais elevadas do que as registadas na EQA do Fundão, durante o período de medição.

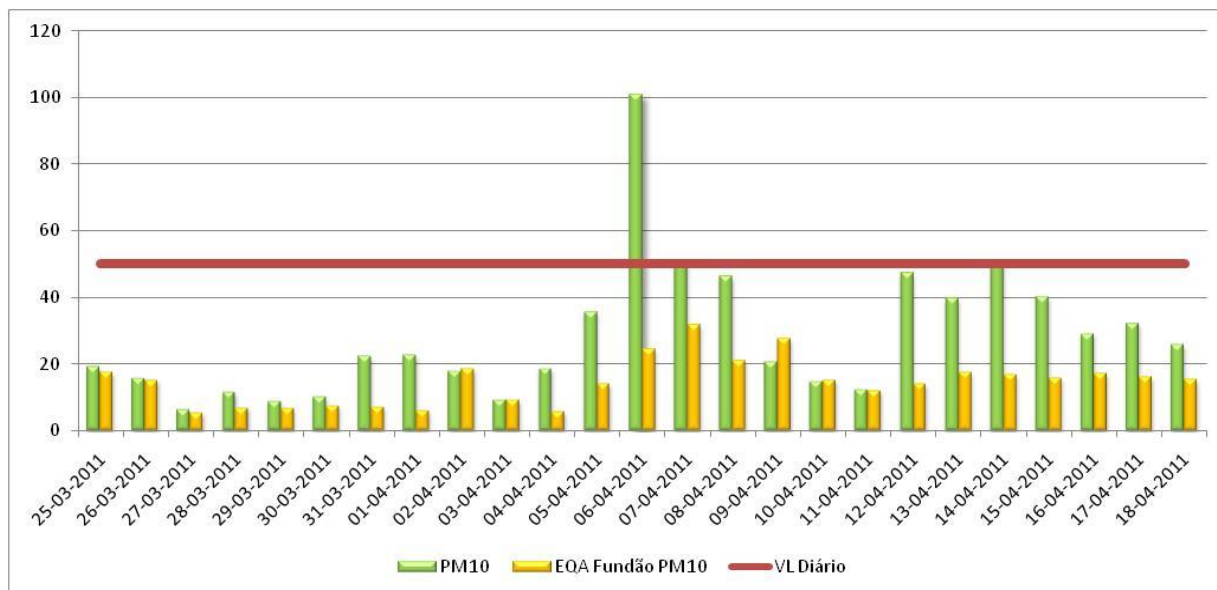


Figura 15 - Comparação entre os níveis de PM10 medidos no local 2 monitorização, a Estação de Qualidade do Ar do Fundão e os valor-limite legal

3.2 Meteorologia

Analisando-se a rosa de ventos correspondente à medição no quartel dos bombeiros (Figura 16), verificou-se que o vento predominante ocorreu sob a forma de calmas (em 56% das ocorrências o vento foi calmo), o que dificulta a dispersão de poluentes na atmosfera, o que por um lado propiciou a acumulação de poluentes, mas também dificultou o transporte das emissões poluentes até ao local de medição. A ocorrência de vento proveniente do quadrante Este seria teoricamente a situação mais crítica em termos de qualidade do ar, uma vez que haveria transporte de poluentes provenientes das emissões das indústrias até ao local de medição. Os ventos provenientes deste quadrante, apesar de apenas terem ocorrido durante 18% do tempo de medição, influenciaram os níveis de PM_{10} medidos, tal como se verá adiante, na análise das rosas de poluição.

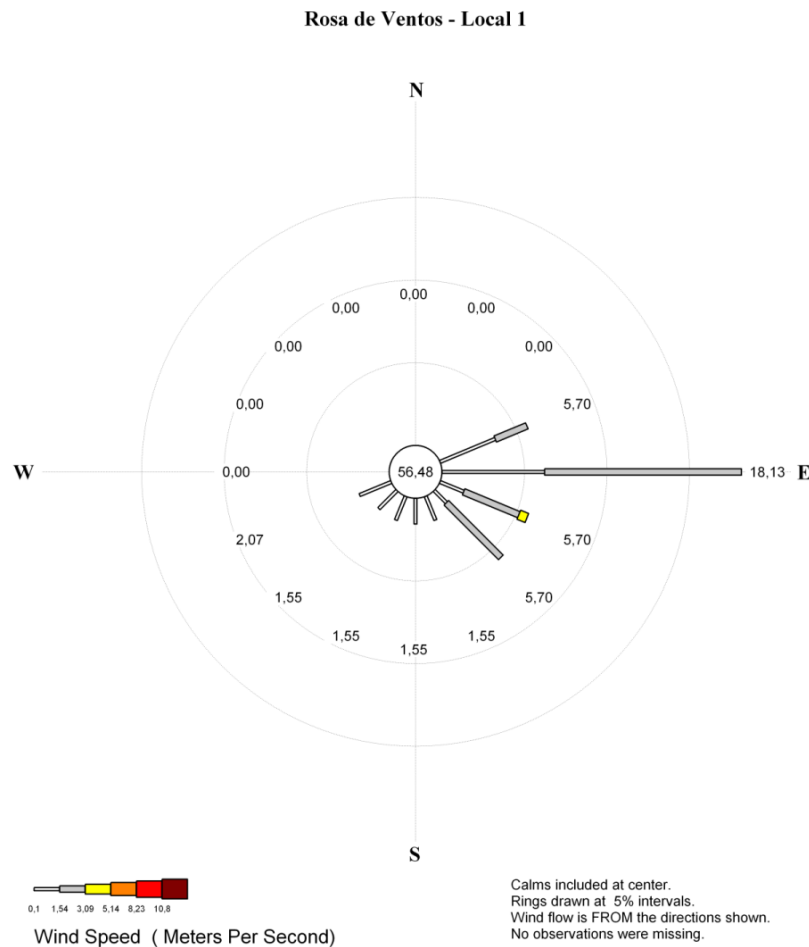


Figura 16 – Rosa de ventos para a monitorização efectuada no local 1

Tal como na medição efectuada no quartel dos bombeiros, a campanha de medição efectuada no Ecocentro decorreu sob condições de vento fraco (as calmas corresponderam a 58% das ocorrências), tal como se pode ver na

Figura 17. A ocorrência de situações críticas em termos de poluição (potenciadas por ventos de Este/Nordeste) não foi muito significativa (cerca de 15% do período de medição), embora tenha tido influência nas medições.

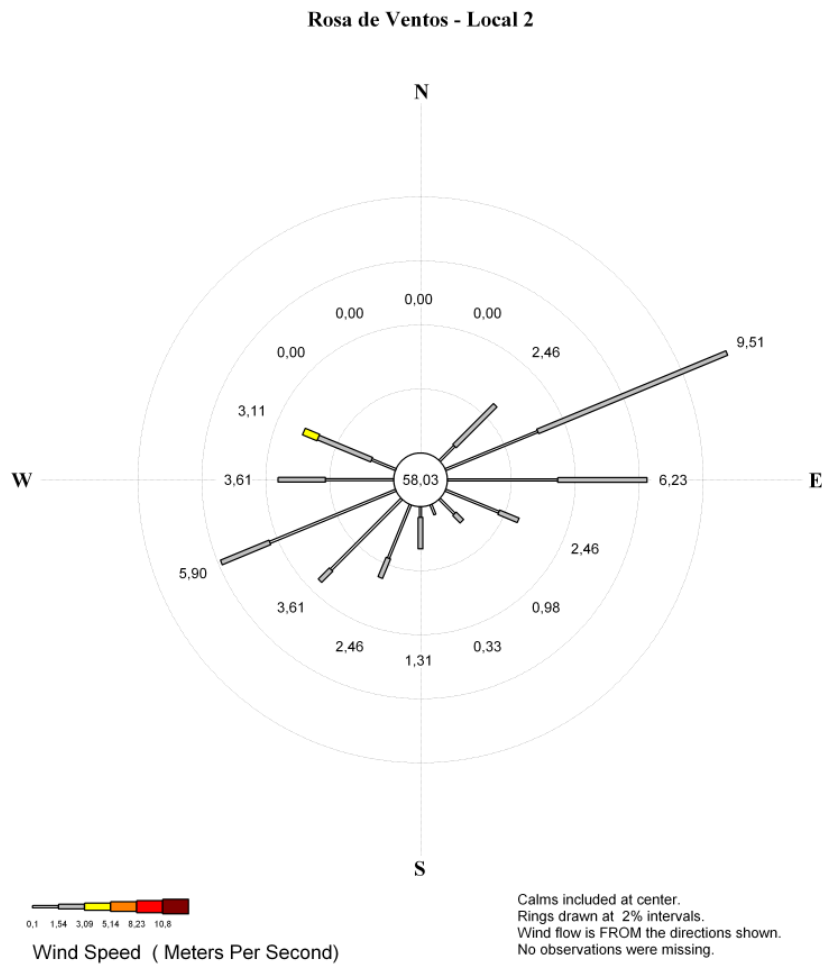


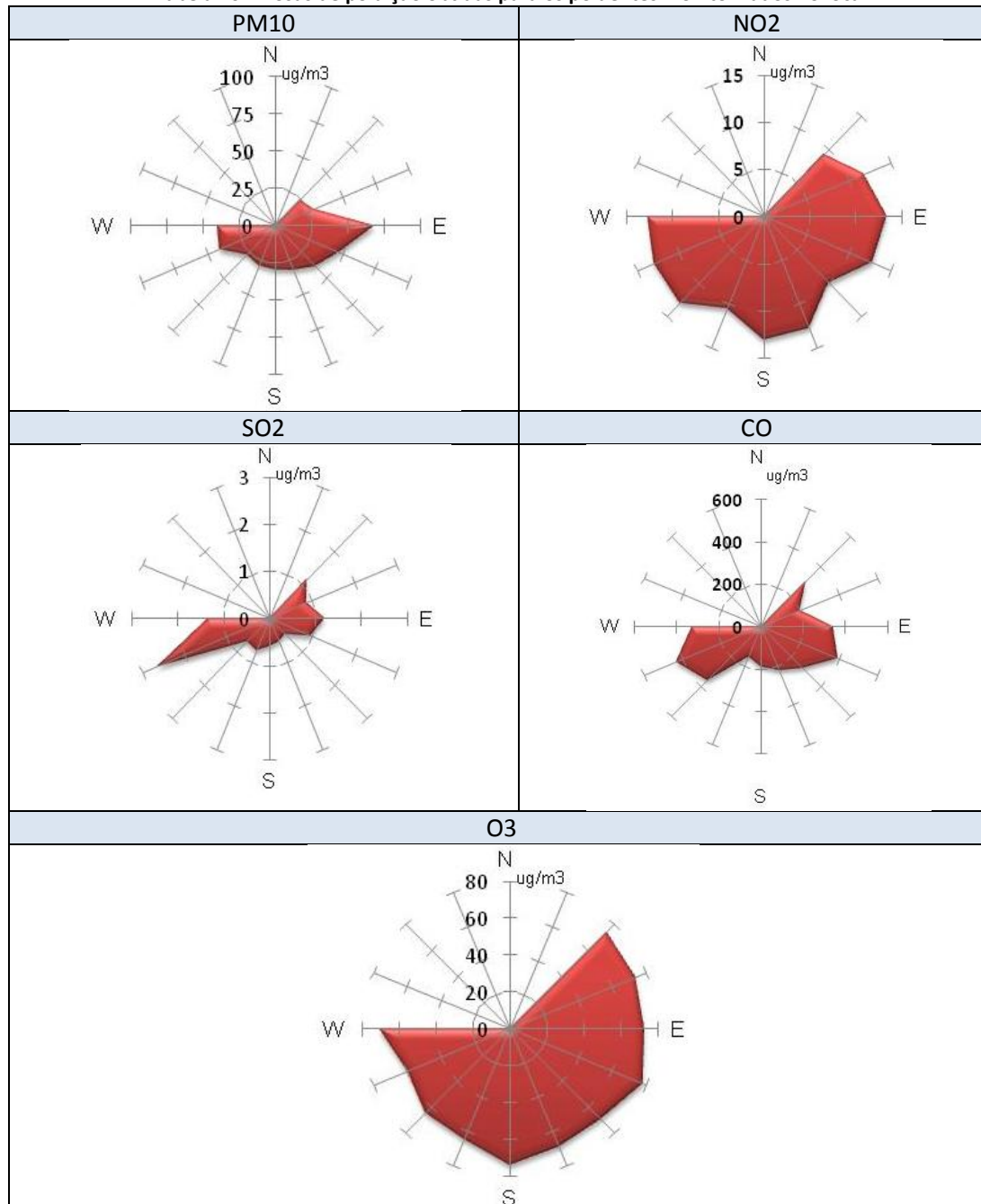
Figura 17 - Rosa de ventos para a monitorização efectuada no local 2

3.3 Rosas de poluição para os poluentes medidos

Tendo em conta as rosas de poluição ilustradas na

Tabela 10 e na Tabela 11, verificou-se que no local 1 as concentrações mais elevadas de PM_{10} ocorreram quando o vento predominante foi do quadrante Este, sendo inclusivamente superiores a $50 \mu g/m^3$. Face ao exposto, parece haver uma influência das emissões provenientes das unidades industriais localizadas a montante deste local de medição, nos valores de partículas medidos. Relativamente aos restantes poluentes, verificou-se que as direcções de vento predominantes não influenciaram significativamente as concentrações.

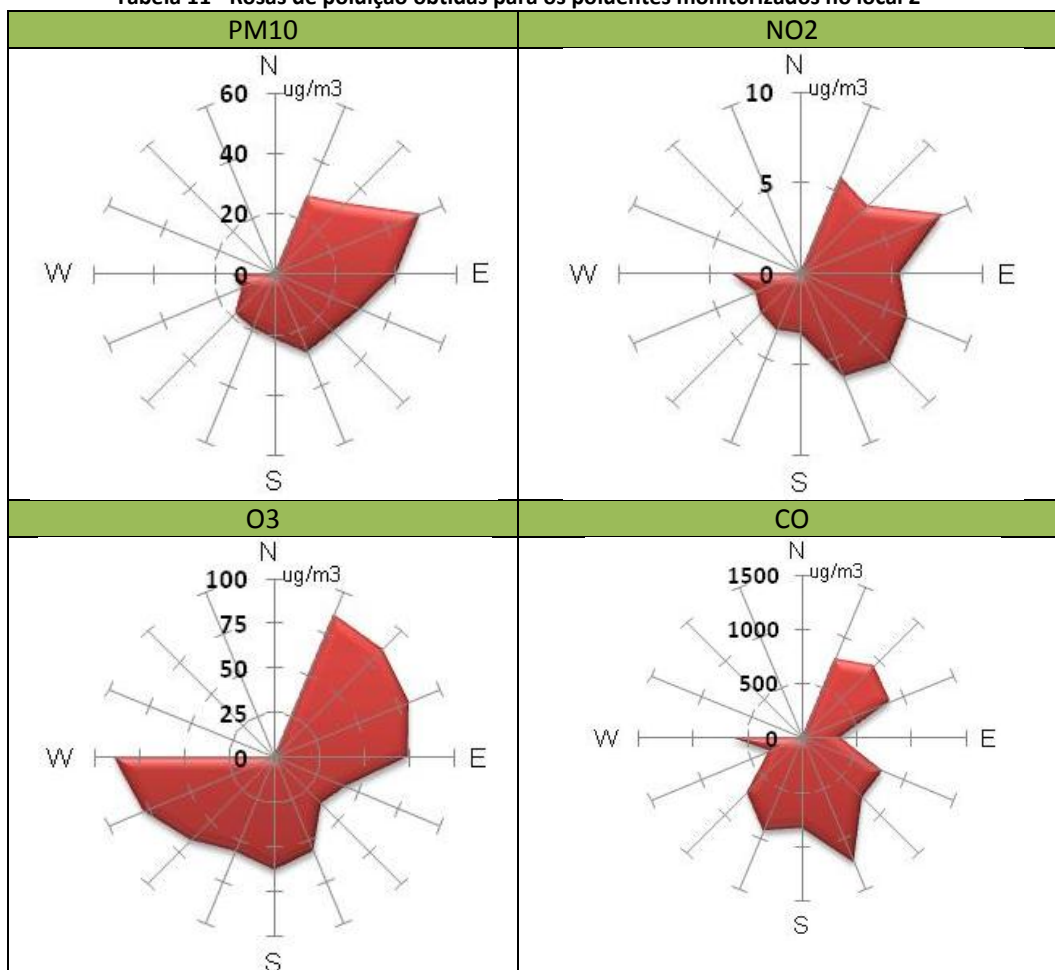
Tabela 10 – Rosas de poluição obtidas para os poluentes monitorizados no local 1



Relativamente às rosas de poluição obtidas no local 2 (Tabela 11), verificou-se que os níveis de PM₁₀ foram superiores quando as direcções de vento foram provenientes de Nordeste e Este, sendo superiores a 50 µg/m³ quando o vento soprou de Nordeste. Este facto também parece indiciar a influência das fontes industriais nas medições efectuadas neste local. Relativamente aos restantes poluentes, o NO₂ apresentou valores superiores com ventos de Nordeste a Sudeste, ao passo que os

níveis de CO e de O₃ não apresentaram grandes variações de concentração tendo em conta as direcções de vento predominantes.

Tabela 11 - Rosas de poluição obtidas para os poluentes monitorizados no local 2



4. Conclusões

Foi realizada uma campanha de monitorização da qualidade do ar em dois locais de Vila Velha de Ródão (de 2 a 8 de Março e de 25 de Março a 18 de Abril de 2011, respectivamente), tendo como objectivo avaliar a qualidade do ar da zona.

As queixas da população junto da C.M. de Vila Velha de Ródão e o tipo de indústria presente na região (produção de pasta de papel e produção de electricidade através da queima de biomassa) foram a base do plano de monitorização adoptado e dos poluentes a monitorizar.

Durante o período de monitorização, nos dois locais diferentes, ocorreram três excedências ao valor-limite de base diária estabelecido na legislação para o poluente PM_{10} ($50 \mu g/m^3$). Estas excedências ocorreram nos dias 3 de Março (no quartel dos bombeiros), 6 e 7 de Abril (no Ecocentro) e foram, respectivamente, $73,7 \mu g/m^3$, $100,9 \mu g/m^3$ e $50,6 \mu g/m^3$. Adicionalmente, as concentrações deste poluente nos períodos compreendidos entre 3 a 7 de Março (local 1), 5 a 8 e 12 a 15 de Abril (local 2) foram demasiado elevadas (atingindo cerca de $40 \mu g/m^3$) para o expectável para a área em causa. Inclusive, ao longo de alguns dias, e apesar do poluente PM_{10} não ter valores-limite horários, ocorrem concentrações extremamente elevadas durante períodos curtos em relação ao que seria razoável esperar para uma zona com as características daquela que foi avaliada (caso do dia 14 de Abril, por exemplo). Para os restantes poluentes os valores medidos foram baixos, não se verificando quaisquer excedências aos valores-limite presentes no Decreto-lei n.º 102/2010.

De forma a perceber se os valores medidos foram ou não elevados, comparou-se as medições efectuadas pela estação móvel com os dados de partículas registadas na EQA do Fundão, (estação de fundo regional que é também a que se localiza mais próximo da zona em estudo). Através desta comparação foi possível concluir que as concentrações de PM_{10} registadas em Vila Velha de Ródão foram muito superiores às monitorizadas no Fundão. Mesmo tendo em conta que durante a campanha de medição ocorreram eventos naturais, os resultados obtidos indiciam uma influência significativa das fontes locais nos níveis de poluição medidos.

Analizado as condições meteorológicas registadas durante a campanha foi possível concluir que, quando a direcção de vento foi proveniente do quadrante Este (direcções entre Nordeste a Sudeste) os níveis de

PM₁₀ registados em ambos os locais de medição foram elevados (acima dos 50 µg/m³). Tendo em conta que as principais indústrias do concelho se situam a montante dos locais de medição e a Este dos mesmos, as emissões das fontes industriais terão tido uma influência decisiva nos valores medidos.

5. Bibliografia

- Diário da República (2010). Decreto-Lei N.º 120/2010, de 23 de Setembro de 2010. N.º 186, pp. 4177-4205.
- CCDR-LVT e DCEA-FCT/UNL (2006). *Planos e Programas para a Melhoria da Qualidade do Ar na Região de Lisboa e Vale do Tejo – Edição Revista*. Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional de Lisboa e Vale do Tejo e Departamento de Ciências e Engenharia do Ambiente da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa. Dezembro 2006.
- Aircast – Air Quality Service (2010). Disponível em <http://aircast.ydreams.com/aircast/> (acedido em Dezembro de 2010).