



Governo dos Açores

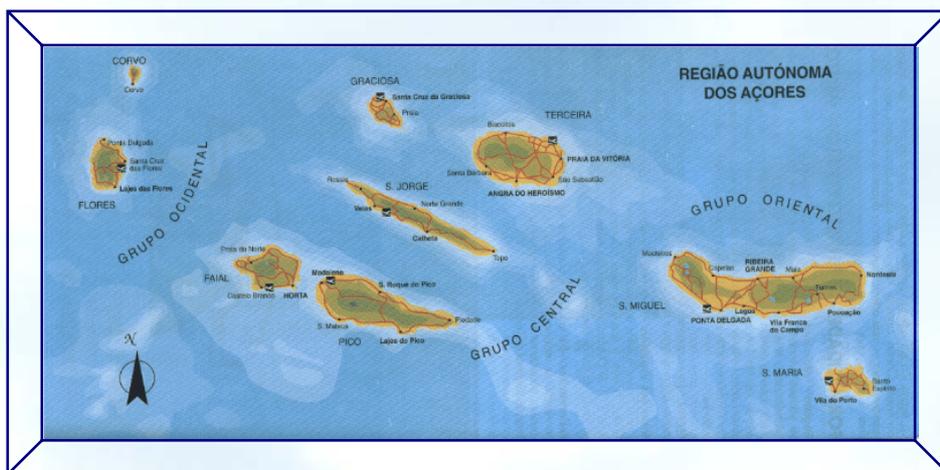
SECRETARIA REGIONAL DO AMBIENTE E DO MAR

DIRECÇÃO REGIONAL DO AMBIENTE

Direcção de Serviços de Monitorização Avaliação Ambiental e Licenciamento

# Relatório da Qualidade do Ar

## 2007/2008





## ÍNDICE

1.	Introdução.....	2
2.	Fontes e Efeitos dos Principais Poluentes Atmosféricos.....	3
2.1.	Dióxido de Enxofre (SO <sub>2</sub> ) .....	3
2.2.	Óxidos de Azoto (NO <sub>x</sub> ) .....	3
2.3.	Ozono (O <sub>3</sub> ) .....	4
2.4.	Partículas (PM10 e PM 2,5) .....	6
3.	Enquadramento Legislativo da Qualidade do Ar.....	8
3.1.	Legislação Comunitária.....	8
3.2.	Requisitos Legais Particulares Relativos à Qualidade do Ar.....	10
3.2.1.	Dióxido de Enxofre .....	11
3.2.2.	Óxidos de Azoto .....	12
3.2.3.	Partículas em Suspensão .....	13
3.2.4.	Ozono.....	14
4.	Monitorização da Qualidade do Ar da Região Açores .....	17
4.1.	Estação.....	17
4.2.	Metodologia.....	18
5.	Resultados.....	19
5.1.	Análise dos Resultados Meteorológicos .....	19
5.1.1.	Direcção e Velocidade do Vento.....	20
5.1.2.	Precipitação.....	22
5.1.3.	Humidade Relativa .....	23
5.1.4.	Temperatura.....	24
5.1.5.	Intensidade de Radiação.....	26
5.2.	Apresentação/Análise de Resultados dos Poluentes .....	28
5.2.1.	Eficiência requerida para assegurar a validade dos dados .....	28
5.2.2.	Partículas em Suspensão (PM10) .....	29
5.2.3.	Partículas em Suspensão (PM2,5) .....	29
5.2.4.	Dióxido de Enxofre .....	30
5.2.5.	Óxidos de Azoto .....	30
5.2.6.	Ozono.....	31
6.	Conclusões.....	32
7.	Referências Bibliográficas.....	33
8.	Anexo - Excedências .....	34



## 1. Introdução

A qualidade do ar é uma componente relevante do ambiente, determinante para a saúde pública e para o equilíbrio dos ecossistemas. Os efeitos negativos resultantes da deterioração da qualidade do ar constituem já uma preocupação para muitos peritos da área da saúde e do ambiente, responsáveis políticos e cidadãos em geral. As concentrações dos diversos poluentes atmosféricos no ar ambiente, num determinado local, resultam das emissões que têm lugar na sua proximidade e do transporte e dispersão dos poluentes a partir de locais mais afastados, sendo também significativamente dependentes das condições meteorológicas.

O presente trabalho tem como objectivo a avaliação/caracterização da qualidade do ar na Região Açores em 2007 e 2008.



## 2. Fontes e Efeitos dos Principais Poluentes Atmosféricos

### 2.1. Dióxido de Enxofre (SO<sub>2</sub>)

O dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>) é um gás incolor e com um cheiro intenso. Pode ser encontrado naturalmente na atmosfera em elevadas concentrações como resultado de actividade vulcânica. A sua origem antropogénica resulta da queima de combustíveis fósseis que contêm enxofre, sendo os principais responsáveis o sector de produção de energia, outros processos industriais e os veículos a *diesel*. O sector industrial é o principal responsável pelas emissões de SO<sub>2</sub>, especialmente através da combustão em refinarias e caldeiras, onde são queimados combustíveis com elevados teores de enxofre.

O Dióxido de Enxofre é um poluente irritante para as mucosas oculares e vias respiratórias, podendo provocar efeitos agudos e crónicos na saúde, especialmente ao nível do aparelho respiratório. Em grupos mais sensíveis, como as crianças, pode estar relacionado com o surgimento de problemas do foro respiratório, como asma ou tosse convulsa. 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 consequências da acidificação das águas e solos, lesões em plantas e degradação de materiais.

### 2.2. Óxidos de Azoto (NO<sub>x</sub>)

Os compostos de Azoto mais importantes em termos de poluição atmosférica são o monóxido de azoto (NO) e o dióxido de azoto (NO<sub>2</sub>), genericamente designados por NO<sub>x</sub>. Os óxidos de azoto (NO<sub>x</sub>) têm origem antropogénica, principalmente ao nível da queima de combustíveis fósseis, e em fontes naturais, tais como as descargas eléctricas na atmosfera (durante as trovoadas) ou transformações microbianas.

Em processos de combustão a elevada temperatura, o azoto reage com o oxigénio produzindo maioritariamente monóxido de azoto (NO) que, por sua vez, facilmente se combina com o oxigénio, através de oxidação fotoquímica, formando NO<sub>2</sub>. O NO<sub>2</sub> é, entre os óxidos de azoto, o mais relevante em termos de perigo para a saúde humana. Para as concentrações normalmente presentes na atmosfera, o NO não é considerado um poluente perigoso. Trata-se de um gás



incolor, inodoro e pouco tóxico, sendo, no entanto, um importante precursor em processos fotoquímicos.

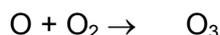
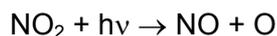
O NO<sub>2</sub> é um gás tóxico, facilmente detectável pelo odor, muito corrosivo, com forte capacidade oxidante, apresentando uma cor amarela-alaranjada em baixas concentrações e vermelha-acastanhada para concentrações mais elevadas. O gás pode provocar lesões nos brônquios e nos alvéolos pulmonares e aumentar a reactividade a alergénicos de origem natural.

Por outro lado, os 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 impedimento 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 afectados.

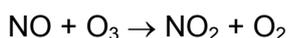
### 2.3. Ozono (O<sub>3</sub>)

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. Este gás está presente, sob a forma gasosa, na troposfera, constituindo uma pequena fracção 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 a “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 ultra-violeta. O restante distribui-se pela 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, tal como se esquematiza de seguida.



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

Dado que estas reacções 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 direcções 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 aspectos, 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  $O_3$  penetra profundamente nas vias respiratórias, afectando essencialmente os brônquios e os alvéolos pulmonares. A actividade 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 actividade 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  $O_3$  está ainda relacionado com a degradação de vários materiais, tais como borrachas, têxteis e pinturas.



## 2.4. Partículas (PM10 e PM 2,5)

As partículas são um dos principais poluentes no que diz respeito a efeitos na saúde humana, principalmente as de menor dimensão, uma vez que ao serem inaláveis, penetram no sistema respiratório, potenciando o agravamento de doenças respiratórias e cardiovasculares, alterações da resposta do sistema imunitário a materiais estranhos, destruição de tecidos pulmonares, cancro e morte prematura. A bronquite asmática é um exemplo de consequências em termos de saúde, cujo aumento de incidência está relacionado com este poluente. Para além disso, podem também verificar-se consequências negativas ao nível da vegetação, por exemplo, a inibição das trocas gasosas através do bloqueamento de estomas, no património construído, com a deterioração de materiais, e na visibilidade, com a promoção da sua redução.

De uma forma mais detalhada, 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 equivalente 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 aerodinâmico equivalente inferior a 2,5 µm (PM2,5) podem mesmo atingir os alvéolos pulmonares e penetrar no sistema sanguíneo. Com base nestes conhecimentos, nos últimos anos as monitorizações tradicionais de partículas totais em suspensão (PTS) têm vindo a ser substituídas pela monitorização das fracções PM10 e PM2,5, havendo a mesma tendência relativamente a legislação aplicável.

Este poluente pode também afectar o clima, na medida em que intervém na formação de nuvens, nevoeiros e precipitação e altera a absorção da radiação solar. Pode ainda potenciar os efeitos causados por outros poluentes.

No que diz respeito à origem das emissões do material articulado, esta pode ser primária (emissão directa das fontes para o ambiente) ou secundária (resultado de processos de conversão gás-partícula na atmosfera). As principais fontes primárias relacionam-se com o tráfego automóvel, a queima de combustíveis fósseis e as actividades industriais, como as cimenteiras, siderurgias e pedreiras. De destacar também as emissões naturais das poeiras provenientes dos desertos do Norte de África e as resultantes dos incêndios florestais, duas fontes bastante significativas em território continental português. Note-se, no entanto, que, apesar de considerados como uma fonte natural de partículas, os incêndios em Portugal não têm esta causa como origem maioritária.



De facto, em 2006 apenas 3% dos fogos florestais tiveram origem natural, contra 33% de origem humana (DGRF, 2007).

As partículas que resultam de processos de combustão ou de reacções químicas na atmosfera tendem a apresentar uma dimensão inferior a 2,5  $\mu\text{m}$ , sendo por isso consideradas como a fracção fina das PM10. A fracção mais grosseira das PM10, em que os diâmetros são maiores que 2,5  $\mu\text{m}$ , está usualmente relacionada com as fontes naturais e as fontes antropogénicas primárias.



### 3. Enquadramento Legislativo da Qualidade do Ar

#### 3.1. Legislação Comunitária

A Directiva-Quadro 1996/62/CE de 27 de Setembro, transposta para o direito interno pelo Decreto-Lei 276/99 de 23 de Julho, define e uniformiza as linhas de orientação da política de gestão e avaliação da qualidade do ar ambiente a nível europeu. Um dos princípios base destes documentos legais assenta no estabelecimento de objectivos de qualidade do ar ambiente, os quais visam evitar, prevenir ou limitar efeitos nocivos sobre a saúde humana e o ambiente.

As linhas de orientação das políticas de gestão da qualidade do ar definidas na Directiva-Quadro foram complementadas posteriormente através das designadas Directivas-filhas, com o estabelecimento de valores normativos para os vários poluentes. Na figura 1 indicam-se as Directivas Europeias existentes na área da qualidade do ar e correspondentes Decretos-Lei nacionais resultantes da sua transposição.

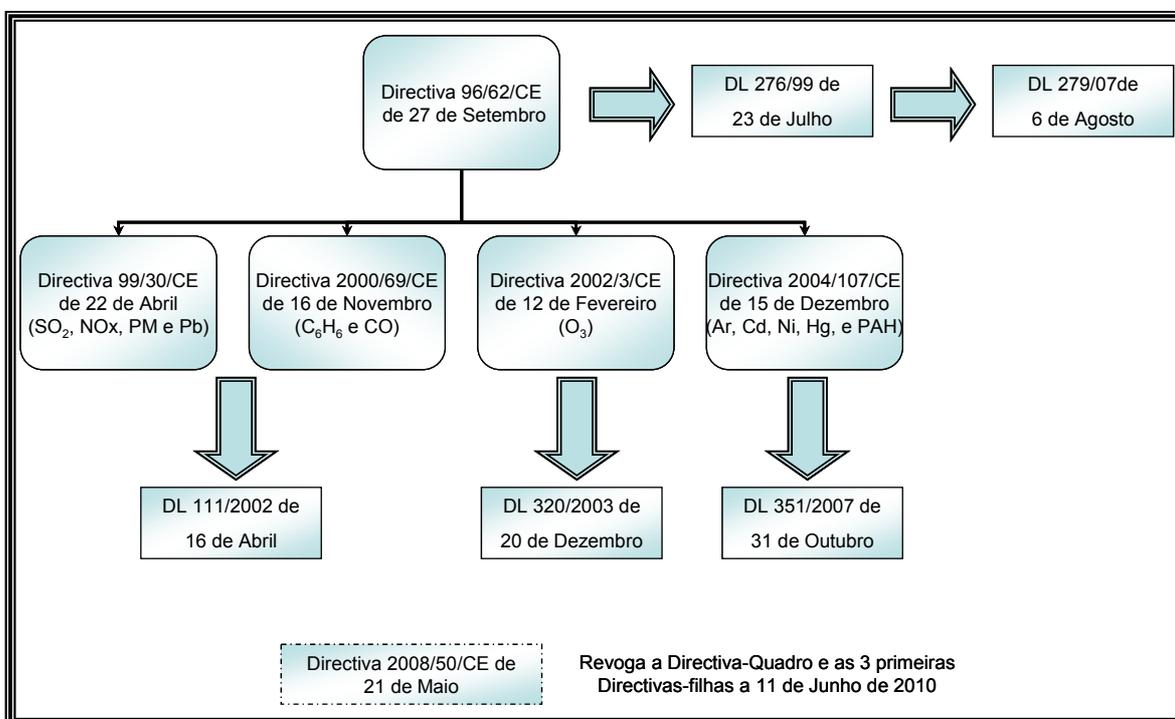


Figura 1 – Directivas Comunitárias e legislação nacional correspondente no âmbito da qualidade do ar.



Deste modo, o dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>), os óxidos de azoto (NO<sub>x</sub>), as partículas em suspensão (PM) e o chumbo (Pb) são regulamentados através da Directiva 1999/30/CE, de 22 de Abril. Por outro lado, a Directiva 2000/69/CE, de 16 de Novembro, estabelece os valores normativos para o monóxido de carbono (CO) e benzeno (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>). Estas duas directivas foram transpostas para a legislação nacional pelo Decreto-Lei n.º 111/2002, de 16 de Abril. Mais recentemente surge a Directiva 2002/3/CE, de 12 de Fevereiro, relativa ao ozono (O<sub>3</sub>) no ar ambiente, e a Directiva 2004/107/CE, de 15 de Dezembro, relativa ao arsénio (As), cádmio (Cd), mercúrio (Hg), níquel (Ni) e hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (PAH<sup>1</sup>) no ar ambiente. Destas, a primeira foi transposta para o direito português através do Decreto-Lei n.º 320/2003, de 20 de Dezembro, e a segunda foi transposta pelo Decreto-Lei n.º 351/2007, de 23 de Outubro.

Em 2008, foi publicada a nova Directiva-Quadro da Qualidade do Ar, que irá ter efeitos revogatórios sobre as Directivas 1996/62/CE de 27 de Setembro, 1999/30/CE de 22 de Abril, 2000/69/CE de 16 de Novembro e 2002/3/CE de 12 de Fevereiro a partir de 11 de Junho de 2010. As principais alterações desta directiva às anteriores são:

- \* Estabelecimento de um objectivo nacional de redução da exposição as PM<sub>2,5</sub> e de um valor alvo e um valor limite para as PM<sub>2,5</sub> para protecção da saúde humana;
- \* Possibilidade de prorrogação dos prazos de cumprimento e isenção da obrigação de aplicar determinados valores-limite.

Na sequência da transposição da Directiva-Quadro ainda em vigor, o território nacional foi dividido em Zonas e Aglomerações, passando a ser obrigatória a avaliação da qualidade do ar nessas áreas:

- Zona destina-se às áreas geográficas de características homogéneas, em termos de qualidade do ar, ocupação do solo e densidade populacional;
- Aglomerações são zonas caracterizadas 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 habitantes/km<sup>2</sup>.

O caso da Região Açores enquadra-se na definição de Zona, sendo da competência da Direcção Regional do Ambiente essa avaliação, segundo os critérios estabelecidos na legislação comunitária e nacional vigente.

---

<sup>1</sup> Do inglês Polycyclic Aromatic Hydrocarbons.



Nesse sentido, o presente trabalho visa avaliar e caracterizar a qualidade do ar na Região Açores no que se refere aos poluentes SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, PM, O<sub>3</sub>. Os dados utilizados foram recolhidos durante os anos civis de 2007 e 2008, através de medições em continuo efectuadas pelos analisadores existentes na estação de Qualidade do Ar da Região Açores, pertencente à Direcção Regional do Ambiente. O tratamento e a análise dos dados referidos são efectuados em concordância com os parâmetros definidos na legislação em vigor.

Para além do anteriormente referido, a nível Açores, existe a Resolução da Assembleia Legislativa da Região Autónoma dos Açores n.º 10/2007/A que refere a necessidade de ser efectuado um relatório informativo e explicativo sobre o clima e a qualidade do ar na RAA, a que este documento também pretende dar resposta.

### 3.2. Requisitos Legais Particulares Relativos à Qualidade do Ar

Nos quadros que se irão apresentar para cada poluente usar-se-á a terminologia constante da legislação (Decreto-Lei n.º 276/99 e Decreto-Lei n.º 320/2003) e como tal segue-se uma lista dos seus significados.

- 
- Valor Limite: nível de poluentes na atmosfera, fixado com base em conhecimentos científicos, cujo valor não pode ser excedido, durante períodos previamente determinados, como o objectivo de evitar, prevenir ou reduzir os efeitos nocivos na saúde humana e/ou no meio ambiente.
  - Limiar de Alerta: nível de poluente na atmosfera acima do qual uma exposição de curta duração apresenta riscos para a saúde humana e a partir do qual devem ser adoptadas medidas imediatas, segundo as condições fixadas no Decreto-Lei n.º 276/99 de 23 de Julho.
  - Margem de Tolerância: percentagem do valor limite em que este valor pode ser excedido, segundo as condições fixadas no Decreto-Lei n.º 276/99 de 23 de Julho.
  - Limiar de Informação: nível acima do qual uma exposição de curta duração acarreta riscos para a saúde humana de grupos particularmente sensíveis da população e a partir do qual é necessária a divulgação de informação horária actualizada.
  - Objectivo a Longo Prazo: concentração no ar ambiente abaixo da qual, de acordo com os conhecimentos científicos actuais, é improvável a ocorrência de efeitos nocivos directos na saúde humana e ou no ambiente em geral. este objectivo deve ser atingido a longo prazo, salvo quando tal não seja exequível através de medidas proporcionadas, como o intuito de proteger de forma eficaz a saúde humana e o ambiente.



- **Valor Alvo:** nível fixado com o objectivo, a longo prazo, de evitar efeitos nocivos para a saúde humana e ou o ambiente na sua globalidade, a alcançar na medida do possível, no decurso de um período determinado.

### 3.2.1. Dióxido de Enxofre

Nos quadros 1 e 2 apresentam-se, respectivamente, os Valores Limiar Inferior e Superior de Avaliação para a Protecção da Saúde Humana e dos Ecossistemas, a ter em consideração nas zonas e aglomerações, definidos no Anexo VII do Decreto-Lei n.º 111/2002, de 16 de Abril; e os Valores para a Protecção da Saúde Humana e Ecossistemas, definidos no Anexo I do mesmo diploma.

**Quadro 1** – Valores Limiar Inferior e Superior de Avaliação para a Protecção da Saúde Humana e dos Ecossistemas, relativamente ao Dióxido de Enxofre, de acordo com o DL 111/2002, de 16 de Abril (Anexo VII).

Valores Limiar	Inferior de Avaliação	Superior de Avaliação
<b>Protecção da Saúde Humana</b>	3 Excedências no Ano Civil de médias diárias 50 µg/m <sup>3</sup> (40% do Valor limite de 24 horas 125 µg/m <sup>3</sup> )	3 Excedências no Ano Civil de médias diárias 75 µg/m <sup>3</sup> Valor limite de 24 horas 125 µg/m <sup>3</sup> )
<b>Protecção dos Ecossistemas</b>	8 µg/m <sup>3</sup> no período de Inverno (40% do Valor limite de 20 µg/m <sup>3</sup> )	12 µg/m <sup>3</sup> no período de Inverno (60% do Valor limite de 20 µg/m <sup>3</sup> )

**Quadro 2** – Valores Limite para a Protecção da Saúde Humana e dos Ecossistemas, relativamente ao Dióxido de Enxofre, de acordo com o DL 111/2002, de 16 de Abril (Anexo I).

Tipo	Período	Valor Limite	Valor Limite Aplicável
<b>VL horário para a Protecção da Saúde Humana</b>	1 hora	24 excedências por ano	350 µg/m <sup>3</sup>
<b>VL diário para a Protecção da Saúde Humana</b>	24 horas	3 excedências por ano	125 µg/m <sup>3</sup>
<b>VL para a Protecção dos Ecossistemas</b>	Ano Civil e Período de Inverno (1 de Outubro a 31 de Março)	(Média anual) 20 µg/m <sup>3</sup>	



Segundo a Secção II do Anexo I do DL 111/2002, de 16 de Abril, o Valor Limiar de Alerta para o Dióxido de Enxofre é de  $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$  medido em três horas consecutivas, em locais que sejam representativos da qualidade do ar numa zona, numa aglomeração ou numa área de pelo menos  $100 \text{ km}^2$ , consoante a que apresentar menor área.

### 3.2.2. Óxidos de Azoto

Relativamente aos óxidos de azoto, apresentam-se nos Quadros 3 e 4 os Valores Limiar Inferior e Superior de Avaliação e Valores Limite para a Protecção da Saúde Humana e dos Ecossistemas, respectivamente. À semelhança do definido para o Dióxido de Enxofre, no caso da Protecção da Saúde Humana, o cumprimento do Valor Limite terá apenas que se verificar posteriormente – para este poluente só no ano 2010.

Por este motivo, até 1 de Janeiro de 2010, o Valor Limite para o Dióxido de Azoto, é o constante na Portaria n.º 286/93, de 12 de Março (ver Quadro 5).

**Quadro 3** – Valores Limiar Inferior e Superior de Avaliação para a Protecção da Saúde humana e dos Ecossistemas, relativamente aos óxidos de Azoto, de acordo com o DL 111/2002, de 16 de Abril (Anexo VII)

Valores Limiar	Período	Inferior de Avaliação	Superior de Avaliação
Protecção da Saúde Humana (relativamente ao $\text{NO}_2$ )	1 hora	18 excedências no Ano Civil de médias horárias do valor $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (50% do Valor Limite de 1 hora $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ )	18 excedências no Ano Civil de médias horárias do valor $140 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (70% do Valor Limite de 1 hora $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ )
	1 Ano Civil	$26 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (65% do Valor Limite Anual de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ )	$32 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (80% do Valor Limite Anual de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ )
Protecção dos Ecossistemas (relativamente ao $\text{NO}_x$ )	1 Ano Civil	$19,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (65% do Valor Limite Anual de $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ )	$24 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (80% do Valor Limite Anual de $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ )

**Quadro 4** – Valores limite e Margem de Tolerância para a Protecção da Saúde Humana e dos Ecossistemas, relativamente aos Óxidos de Azoto, de acordo com o DL 111/2002, de 16 de Abril (Anexo I)

Tipo	Período	Margem de Tolerância	Valor Limite	Valor Limite Aplicável	Data de Cumprimento
VL para a Protecção da Saúde Humana (relativamente ao $\text{NO}_2$ )	1 hora	80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ à data de entrada em vigor do presente diploma, devendo sofrer uma redução a partir de 1 de Janeiro de 2003, numa percentagem anual idêntica até atingir 0% em 1 de Janeiro de 2010	18 excedências por ano	280 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2002
				270 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2003
				260 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2004
				250 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2005
				240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2006
				230 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2007
				220 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2008
				210 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2009
				200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2010
				Ano Civil (Média Anual)	16 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ à data de entrada em vigor do presente diploma, devendo sofrer uma redução a
54 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2003				
54 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2004				



Tipo	Período	Margem de Tolerância	Valor Limite	Valor Limite Aplicável	Data de Cumprimento
		partir de 1 de Janeiro de 2003, numa percentagem anual idêntica até atingir 0% em 1 de Janeiro de 2010.		52 µg/m <sup>3</sup> 50 µg/m <sup>3</sup> 48 µg/m <sup>3</sup> 46 µg/m <sup>3</sup> 44 µg/m <sup>3</sup> 42 µg/m <sup>3</sup> 40 µg/m <sup>3</sup>	2005 2006 2007 2008 2009 2010
VL para a Protecção da Vegetação (relativamente ao NO <sub>x</sub> )	Ano Civil (Média Anual)	Não se aplica	30 µg/m <sup>3</sup>		Abril de 2002 (data de entrada em vigor do presente diploma)

O Valor Limiar de Alerta para o Dióxido de Azoto, definido na Secção II do Anexo II do Decreto-Lei n.º 111/2002, de 16 de Abril, é de 400 µg/m<sup>3</sup>, medido em três horas consecutivas, em locais que sejam representativos da qualidade do ar numa zona, numa aglomeração ou numa área de pelo menos 100 km<sup>2</sup>, consoante a que apresentar menor área.

**Quadro 5** – Valor Limite, relativo ao Dióxido de Azoto, de acordo com a Portaria n.º 286/93, de 12 de Outubro.

Período Considerado	Valor Limite (µg/m <sup>3</sup> )
Ano	200 (P98 calculado a partir dos valores médios horários ou de períodos inferiores a uma hora obtidos durante o ano)

### 3.2.3. Partículas em Suspensão

Relativamente a Partículas em Suspensão apresentam-se nos dois Quadros seguintes, os Valores Limiar Inferior e Superior de Avaliação para a Protecção da Saúde Humana, cujos Valores Limiares se baseiam nos valores indicativos para 1 de Janeiro de 2010; e os Valores Limite e Margens de Tolerância a aplicar nos anos de 2002 a 2010, respectivamente.

**Quadro 6** – Valores Limiar Inferior e Superior de Avaliação para a Protecção da Saúde Humana definidos pelo DL 111/2002, de 16 de Abril, para o poluente Partículas em Suspensão (Anexo VII), a serem cumpridos em 2010.

Valores Limiar	Período	Inferior de Avaliação	Superior de Avaliação
Protecção da Saúde Humana	24 horas	7 excedências no Ano Civil de médias diárias do valor 20 µg/m <sup>3</sup> (40% do Valor Limite de 24 horas 50 µg/m <sup>3</sup> )	7 excedências no Ano Civil de médias horárias do valor 30 µg/m <sup>3</sup> (60% do Valor Limite de 24 horas 50 µg/m <sup>3</sup> )
	1 Ano Civil	10 µg/m <sup>3</sup>	14 µg/m <sup>3</sup>



Valores Limiar	Período	Inferior de Avaliação	Superior de Avaliação
		(50% do Valor Limite Anual de 20 µg/m <sup>3</sup> )	(70% do Valor Limite Anual de 20 µg/m <sup>3</sup> )

**Quadro 7**– Valores Limite e Margem de Tolerância para a Protecção da Saúde Humana definidos pelo DL 111/2002, de 16 de Abril, para o poluente Partículas em Suspensão (Anexo III).

Tipo		Período	Margem de Tolerância	Valor Limite	Valor Limite Aplicável	Data de Cumprimento
VL para a Protecção da Saúde Humana	1.ª Fase	24 horas	-	35 excedências por ano	50 µg/m <sup>3</sup>	2005
	2.ª Fase		A calcular em função dos dados, de modo a ser equivalente ao Valor Limite da 1.ª fase.	7 excedências por ano	50 µg/m <sup>3</sup>	1 de Janeiro de 2010
	1.ª Fase	Ano Civil	-	40 µg/m <sup>3</sup>	2005	
	2.ª Fase		50% a partir de 1 de Janeiro de 2005, devendo sofrer uma redução a partir de 1 de Janeiro de 2003, numa percentagem anual idêntica até atingir 0% em 1 de Janeiro de 2010.	30 µg/m <sup>3</sup>	2005	
			28 µg/m <sup>3</sup>	2006		
			26 µg/m <sup>3</sup>	2007		
24 µg/m <sup>3</sup>		2008				
			22 µg/m <sup>3</sup>	2009		
			20 µg/m <sup>3</sup>	2010		

### 3.2.4. Ozono

Segundo o Decreto-Lei n.º 320/2003, de 20 de Dezembro, que verteu para o direito nacional da Directiva 2002/3/CE, de 12 de Fevereiro, relativa ao Ozono no ar ambiente, os requisitos que deverão ser respeitados são os que se apresentam nos Quadros 8, 9 e 10.

**Quadro 8** – Valores Limiar de Informação e de Alerta da População do Ozono, definidos no DL 320/2003, de 20 de Dezembro.

Tipo	Período	Valor
Limiar de Informação da População	Valor médio de 1 hora	180 µg/m <sup>3</sup>
Limiar de Alerta à População	Valor médio de 1 hora	240 µg/m <sup>3</sup>

O mesmo diploma definiu também, no Anexo I, Valores Alvo de Protecção da Saúde Humana, da Vegetação e da Floresta, a serem cumpridos no ano 2010 e Objectivos a Longo Prazo para Protecção da Saúde Humana e da Vegetação. Nos quadros 9 e 10 apresenta-se um resumo dessa informação.



**Quadro 9** – Valores Alvo para Protecção da Saúde humana, da Vegetação e da Floresta, a serem cumpridos em 2010, definidos pelo DL 320/2003, de 20 de Dezembro (Anexo I).

Tipo	Parâmetro	Valor Alvo para 2010
Valor Alvo para Protecção da Saúde Humana	Valor Máximo das Médias Octo-horárias do dia	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ não deve ser excedido em mais de 25 dias por ano civil, calculados em média em relação a 3 anos.
Valores Alvo para Protecção da Vegetação	AOT40 <sup>2</sup> calculado com base nos valores horários medidos de Maio a Julho	18 000 $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ , calculados em média em relação a 5 anos.
Valor Alvo para Protecção da Floresta	AOT40 calculado com base nos valores horários medidos de Abril a Setembro	20 000 $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ , calculados em média em relação a 5 anos.

**Quadro 10** – Objectivos a Longo Prazo para a Protecção da Saúde Humana e da Vegetação, definidos pelo DL 320/2003, de 20 de Dezembro (Anexo I).

Tipo	Parâmetro	Valor Alvo para 2010
Objectivo a Longo Prazo para Protecção da Saúde Humana	Valor Máximo da Média diária octo-horária num ano civil	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Objectivo a Longo Prazo para Protecção da Vegetação	AOT40 Calculado com base nos valores horários medidos de Maio a Julho	6 000 $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$

A ultrapassagem dos Valores Limite obrigará à execução de Planos e Programas integrados, com vista à redução dos valores em causa, de modo que lhes seja dado cumprimento nas Zonas e Aglomerações. No que diz respeito à ultrapassagem dos Valores Limiar de Alerta, obriga a legislação a que, nos casos em que se verifique risco da sua ocorrência, sejam elaborados Planos de Acção de Curto Prazo com o objectivo de reduzir as ultrapassagens e/ou limitar a sua duração. Assim, são impostas duas abordagens distintas: uma curativa ou correctiva e outra que obriga à análise mais profunda e que poderá implicar a imposição de condições mais restritivas e de fundo no que se refere às diversas actividades responsáveis pela emissão dos poluentes em causa.

<sup>2</sup> AOT40 (accumulated exposure over a threshold of 40 ppb, expresso em  $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ ) é a soma da diferença entre as concentrações horárias superiores a 80  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (= 40 partes por bilião) e o valor 80  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , num determinado período, utilizando apenas os valores horários determinados diariamente entre as 8 e as 20 horas. No caso de não existirem todos os dados medidos possíveis, o valor deve ser corrigido segundo a fórmula seguinte:

$$\text{AOT40 (estimativa)} = \text{AOT40 (Calculado)} \times \frac{\text{número total de horas possível}}{\text{número de valores horários medidos}}$$



Dada a sua natureza, o Ozono – poluente secundário<sup>3</sup> – foi alvo de um tratamento distinto dos restantes poluentes. A Directiva n.º 2002/3/CE, de 12 de Fevereiro, transposta para o direito nacional pelo Decreto-Lei n.º 320/2003, de 20 de Dezembro, não define Valores Limite, mas sim Valores Alvo a aplicar no ano de 2010, sem qualquer Margem de Tolerância. Nesse sentido, para este poluente, apenas obriga à preparação e execução de Planos de Curto Prazo, com vista a reduzir o risco e duração de ultrapassagens dos Valores Limiar de Alerta e de Informação, por forma a minimizar os perigos inerentes para a saúde humana.

---

<sup>3</sup> O Ozono Troposférico é um poluente que não é emitido directamente para a atmosfera por nenhuma fonte; resulta de reacções químicas complexas entre os óxidos de azoto e os compostos orgânicos voláteis na presença de radiação solar e de temperaturas elevadas.



## 4. Monitorização da Qualidade do Ar da Região Açores

### 4.1. Estação

Para caracterização do ar ambiente na Região Açores existe somente uma estação de monitorização que possui cinco analisadores automáticos que permitem a monitorização em contínuo e em tempo real, nomeadamente de dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>), de óxidos de azoto (NO<sub>2</sub>/NO), de ozono (O<sub>3</sub>) e dois de partículas (PM 2,5 µm e PM 10,0 µm). No quadro seguinte, indica-se para cada poluente o respectivo analisador e princípio de medição associado.

**Quadro 11** – Analisadores

Parâmetro	Equipamento	Método
SO <sub>2</sub>	AF 22 M Environment	Fluorescência em UV
NO <sub>x</sub>	AC 32 M Environment	Quimiluminescência
PM 10	PM101 Environment	Radiação Beta
PM 2,5	PM 25 Environment	Radiação Beta
O <sub>3</sub>	O3 41M Environment	Absorção UV

Para além dos analisadores, a estação possui também uma estação meteorológica para monitorização dos principais parâmetros meteorológicos, nomeadamente, a direcção e velocidade do vento, temperatura, humidade relativa, precipitação e intensidade de radiação.

A estação encontra-se localizada na ilha do Faial, mais especificamente na zona dos Espalhafatos, freguesia da Ribeirinha, tendo iniciado as suas amostragens em Abril de 2006 e é considerada uma estação rural de fundo, representativa de uma vasta área, dado que se encontra a uma distância considerável de fontes significativas de emissão.



**Figura 2** – Localização da Estação no Arquipélago dos Açores.



**Figura 3** – Estação de Monitorização da Qualidade do Ar dos Açores

## 4.2. Metodologia

Os analisadores têm ainda a capacidade de calcular e armazenar as concentrações em médias de 15 minutos, sendo estes dados posteriormente recolhidos por um computador que se encontra na DRA, que comunica através de redes de sistemas móveis utilizando um software específico (ATMIS).

Antes de qualquer tratamento estatístico, os dados recolhidos são sujeitos a um processo de validação, que consiste na identificação e remoção de dados não representativos, resultantes de uma série de ocorrências, tais como: operações de calibração e de zero, avaria do equipamento, falha de corrente eléctrica, acções de manutenção/intervenção, etc.



Por outro lado, é definido pela legislação em vigor que, durante o ano civil, se obtenham, pelo menos, 90% de dados válidos para os poluentes analisados em contínuo.

## 5. Resultados

Nesta secção, apresentam-se em seguida os resultados meteorológicos registados bem como os dos poluentes analisados em 2007 e 2008.

### 5.1. Análise dos Resultados Meteorológicos

A qualidade do ar de uma determinada região está directamente relacionada com o número de fontes de emissão e com as condições meteorológicas, tais como: a direcção e velocidade de vento, precipitação, humidade relativa, temperatura e intensidade de radiação solar.

A variação destes parâmetros meteorológicos na atmosfera dificulta e/ou facilita a dispersão dos poluentes presentes na mesma. Devido a este comportamento de mudanças nos parâmetros meteorológicos, torna-se necessário correlacionar os resultados obtidos das concentrações dos poluentes monitorizados com os dados meteorológicos.

A leitura dos valores meteorológicos é efectuada recorrendo a três dos analisadores utilizados para a monitorização dos poluentes, da seguinte forma:

**Quadro 12 – Parâmetros Meteorológicos e Analisadores**

Parâmetro	Equipamento
Temperatura do ar Humidade Relativa Radiação Incidente	AF 22 M Environment (SO <sub>2</sub> )
Direcção do Vento Intensidade do Vento	AC 32 M Environment (NO <sub>x</sub> )
Precipitação	O3 41M Environment (O <sub>3</sub> )

É de salientar que no período compreendido entre 5 de Junho e 27 de Julho de 2007, registaram-se leituras um pouco anómalas, nomeadamente na temperatura, humidade relativa e radiação incidente, devido a avaria no analisador de SO<sub>2</sub>, pelo que esses valores foram desprezados. Como consequência, os gráficos 4, 5 e 6, que correspondem à humidade relativa, temperatura do ar e intensidade de radiação, apresentam um hiato temporal nos valores.



O ano de 2008 foi marcado por inúmeras interrupções em termos de recolha de dados devido a diversas avarias nos analisadores, facto que pode ser verificado pelas eficiências registadas. A estação ficou inoperacional a partir de 5 de Setembro de 2008, após uma tempestade que queimou o quadro eléctrico, provocando danos nos equipamentos, pelo que os dados registados resumiram-se a um período de 8 meses.

O analisador de dióxido de enxofre, igualmente responsável pela medição da temperatura do ar, humidade relativa e intensidade da radiação avariou no final do mês de Abril de 2008, pelo que estes parâmetros se resumem a uma monitorização de apenas 4 meses.

Contudo, como forma de colmatar essas lacunas foram utilizados os dados médios mensais facultados pelo Instituto Meteorológico referentes às medições efectuadas no Observatório Príncipe Alberto do Mónaco.

### 5.1.1. Direcção e Velocidade do Vento

O gráfico 1 representa as direcções do vento em percentagem, registadas pela estação de Monitorização da Qualidade do Ar da Região Autónoma dos Açores, durante os anos de 2007 e 2008. A eficiência de recolha de dados foi de 82% para 2007 e de 66% para 2008.

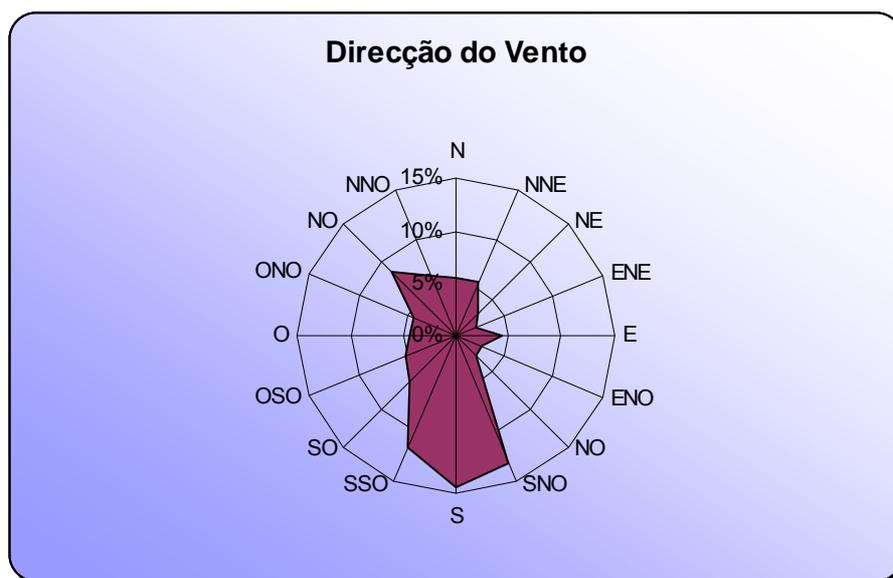


Gráfico 1 – Direcção do Vento

De acordo com o gráfico 1 podemos constatar que, nos anos de 2007 e 2008, a direcção predominante do vento foi do quadrante Sul.



O gráfico 2 representa os valores médios diários da velocidade do vento registada durante o ano de 2007.

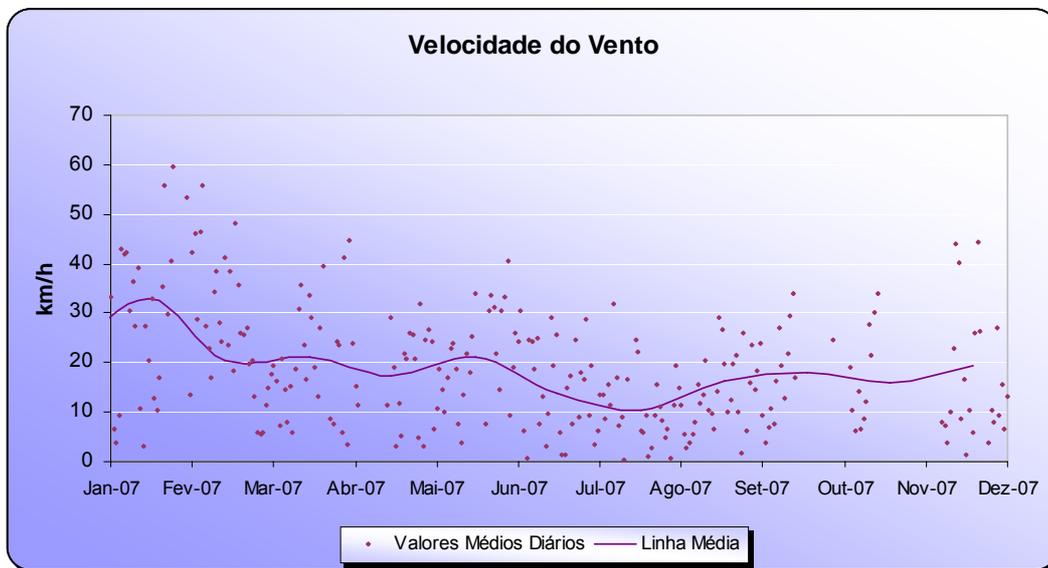


Gráfico 2 – Velocidade do Vento (2007)

Segundo o gráfico 2, verifica-se que o valor máximo de velocidade registado foi de 60 km/h no mês de Fevereiro.

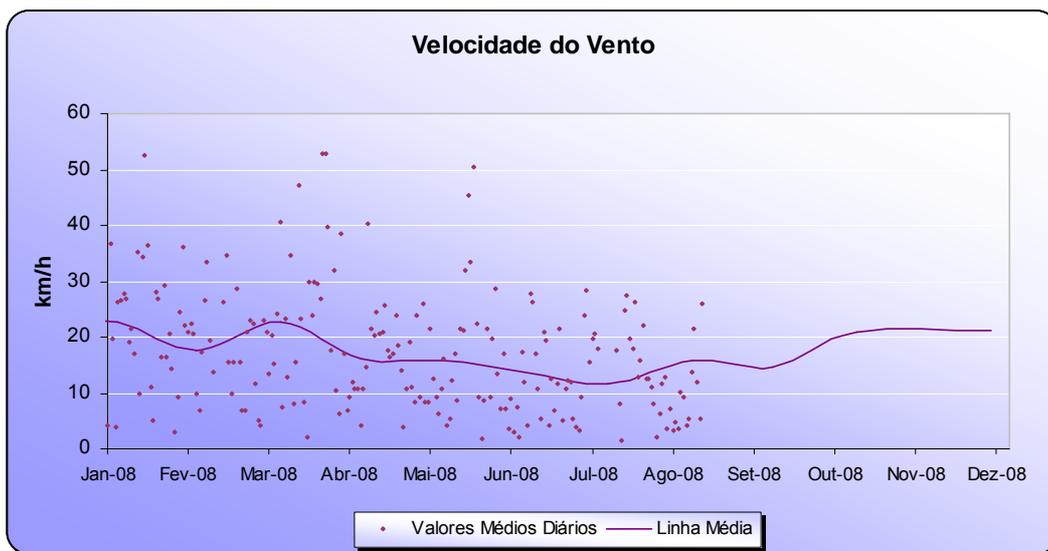


Gráfico 3 – Velocidade do Vento (2008)

O gráfico 3 representa os valores médios diários da velocidade do vento registada durante o ano de 2008, onde se verifica que o valor máximo de velocidade registado foi de 53 km/h no mês de Abril.



### 5.1.2. Precipitação

Nos gráficos 4 e 5 estão representados os valores médios diários de precipitação (mm) registados na estação de Monitorização de Qualidade do Ar na Região Autónoma dos Açores durante o período 2007/2008. A eficiência de recolha de dados foi de 83% em 2007 e de 66% em 2008.

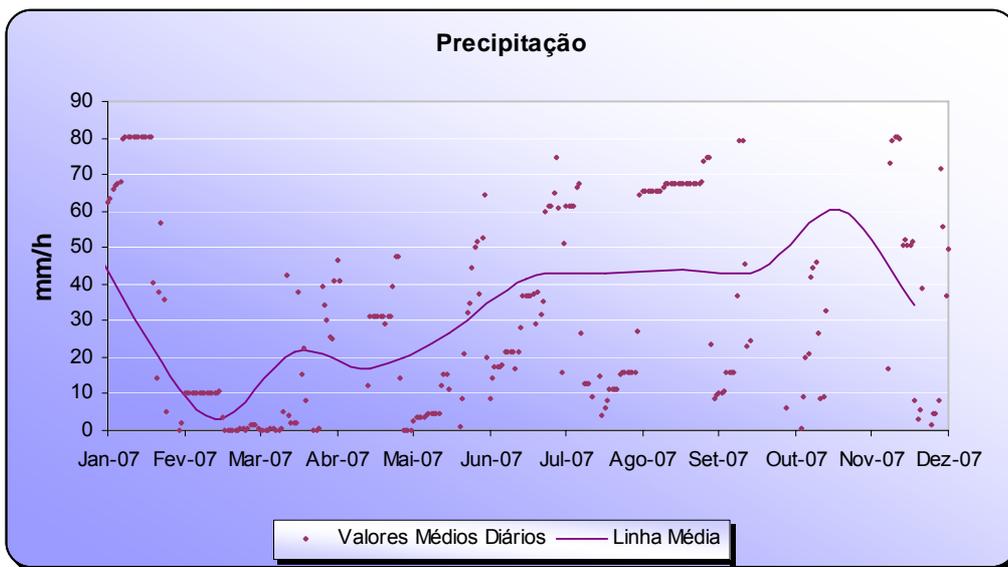


Gráfico 4 – Precipitação (2007)

Em 2007, os meses mais chuvosos foram os de Dezembro, Janeiro, Fevereiro e Setembro, tendo-se verificado que a chuva caiu durante todos os meses do ano, com o valor médio de 33 mm/h.

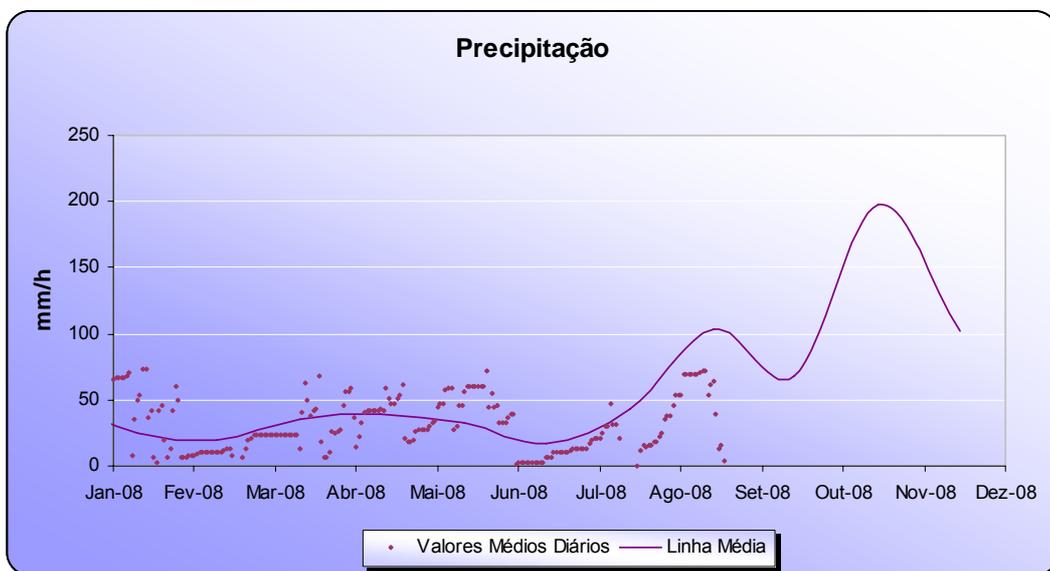


Gráfico 5 – Precipitação (2008)



Em 2008 e de acordo com os registos conseguidos, os meses mais chuvosos foram os meses de Outubro e Novembro, embora tenha chovido durante todo o ano, com o valor médio idêntico ao de 2007 (33 mm/h).

### 5.1.3. Humidade Relativa

Nos gráficos 6 e 7 estão representados os valores médios diários da humidade relativa (em percentagem) registados na estação de Monitorização de Qualidade do Ar da Região Autónoma dos Açores durante o período 2007/2008. A eficiência de recolha de dados foi de 83% em 2007 e de 32% em 2008.

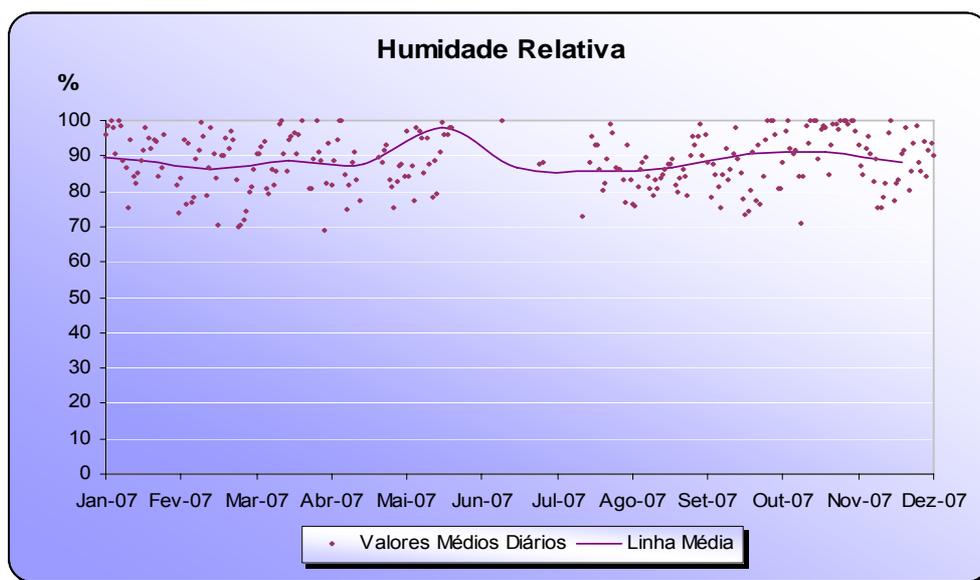


Gráfico 6 – Humidade Relativa (2007)

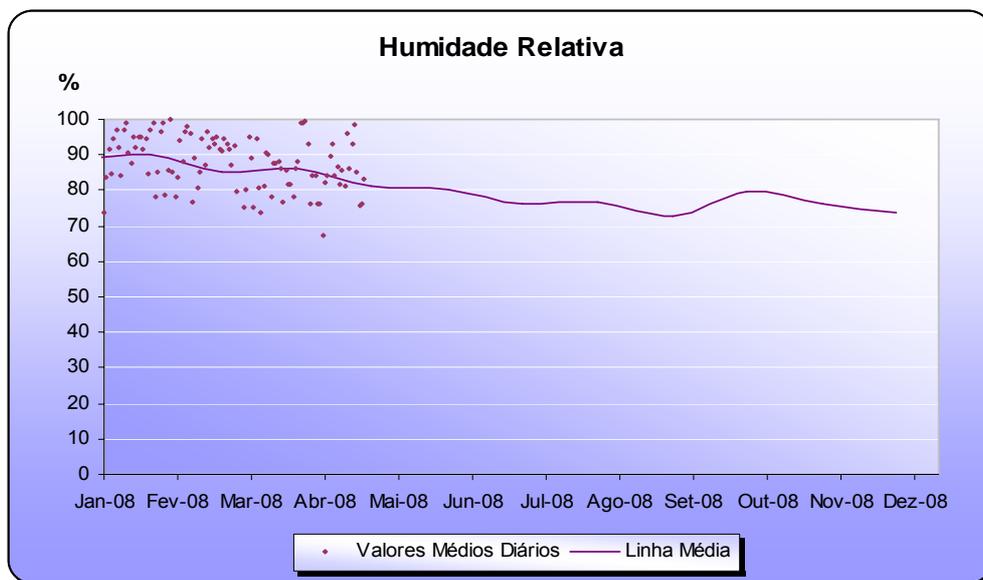
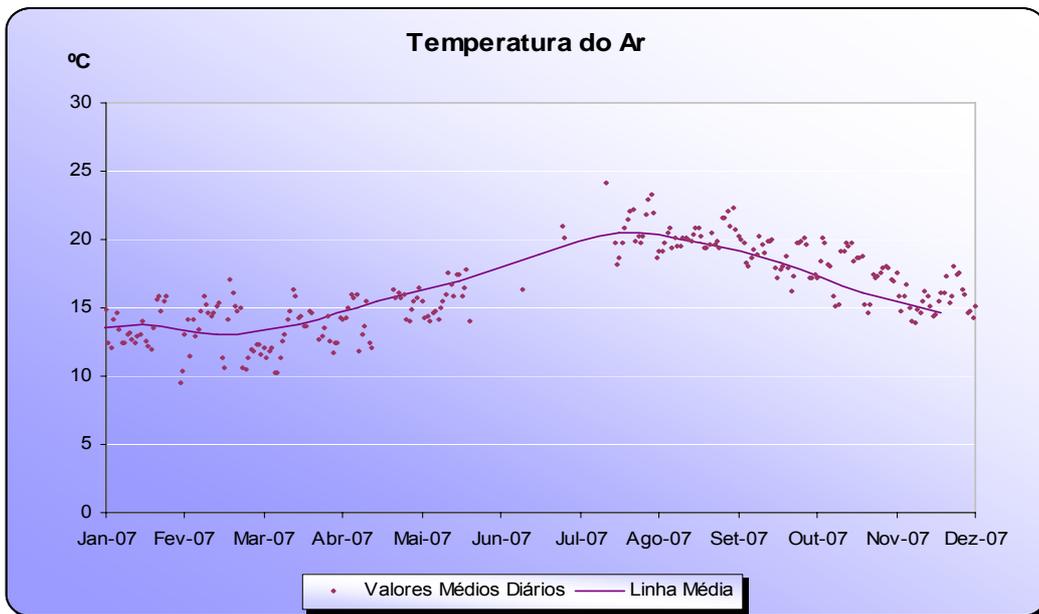


Gráfico 7 – Humidade Relativa (2008)

Verifica-se que a humidade relativa quer no ano de 2007 quer no de 2008 na Região Açores concentrou-se entre os 70 e os 100% e a humidade média relativa foi de 88% em 2007 e ligeiramente inferior em 2008 (81%).

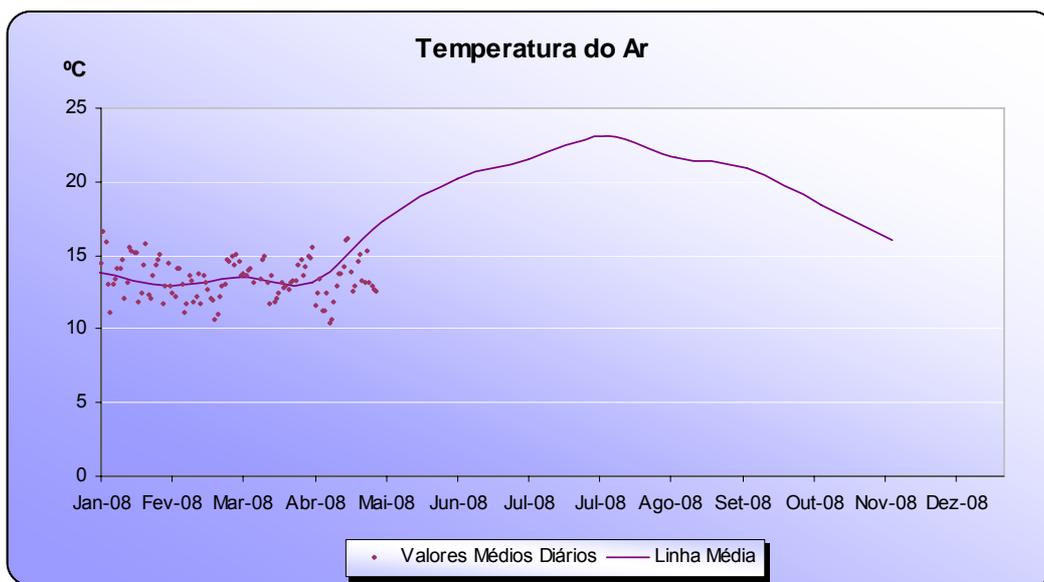
#### 5.1.4. Temperatura

Nos gráficos 8 e 9 estão representados os valores médios diários da temperatura (°C) registados na estação de Monitorização de Qualidade do Ar da Região Autónoma dos Açores durante período 2007/2008. A eficiência de recolha de dados foi de 83% em 2007 e de 32% em 2008.



**Gráfico 8 – Temperatura do Ar (2007)**

Em 2007, os meses que registaram temperaturas mais elevadas foram Julho, Agosto e Setembro. É de salientar ainda que os meses que registaram temperaturas mais baixas foram Janeiro e Fevereiro.



**Gráfico 9 – Temperatura do Ar (2008)**

Em 2008 verifica-se que as temperaturas médias mantiveram-se entre os 13 e os 23 °C.



Tal como seria expectável numa região de clima temperado, podemos constatar que o Verão de 2007 obteve temperaturas médias que não ultrapassaram os 25 °C e o Inverno com temperaturas médias que raramente ficaram abaixo do 10 °C.

### 5.1.5. Intensidade de Radiação

Nos gráficos 10 e 11 estão representados os valores médios diários da intensidade de radiação ( $W/m^2$ ) registados na estação de Monitorização de Qualidade do Ar na Região Autónoma dos Açores durante o ano de 2007. A eficiência de recolha de dados foi de 83% em 2007 e 32% em 2008.

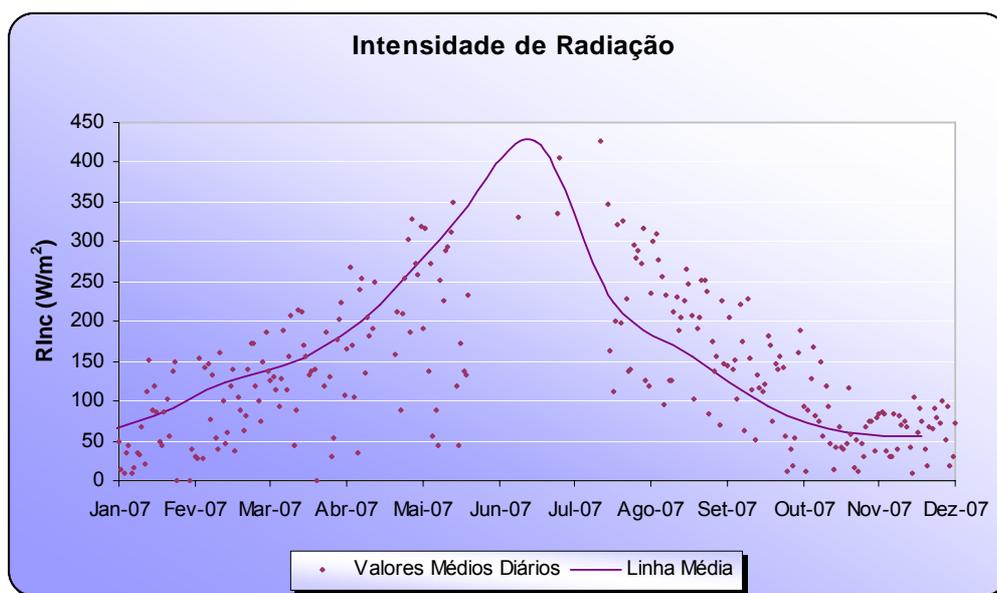
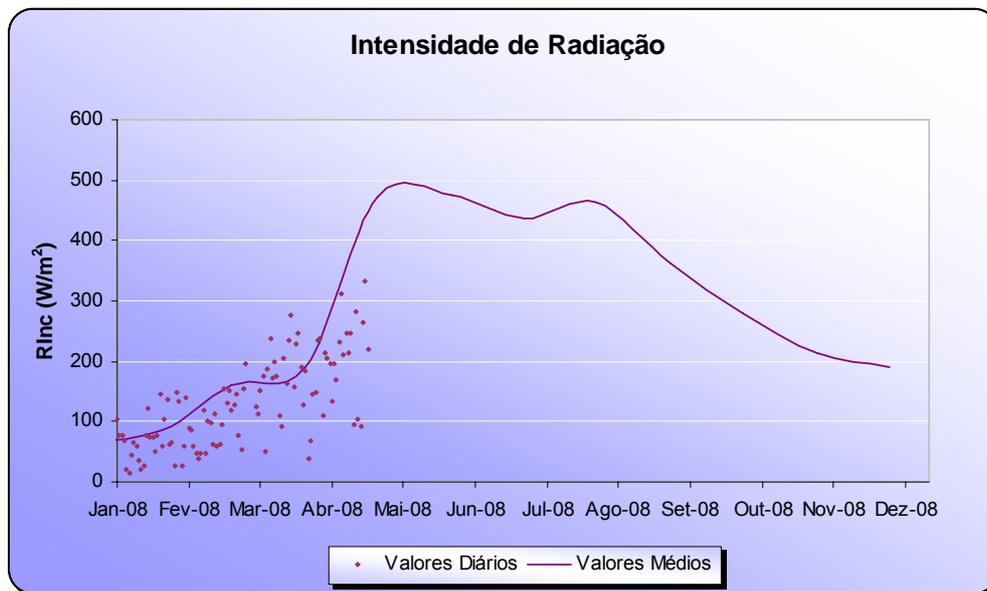


Gráfico 10 – Intensidade de Radiação (2007)



**Gráfico 11** – Intensidade da Radiação (2008)

Considerando que é normal o registo de picos de radiação no Verão e diminuição dos mesmos no Inverno, significa que os valores de intensidade de radiação da Região Açores estão dentro da normalidade.



## 5.2. Apresentação/Análise de Resultados dos Poluentes

### 5.2.1. Eficiência requerida para assegurar a validade dos dados

Desde o ano de 2007 que o período de integração dos valores medidos pelos vários analisadores instalados é feita para um período de 15 minutos. Relativamente às médias horárias, o seu cálculo é efectuado se existirem naquele período de tempo 75% das médias de 15 minutos, ou seja 3 médias de 15 minutos válidas.

O cálculo dos parâmetros estatísticos exige:

- para as médias diárias – a existência de pelo menos 13 valores horários, não faltando mais do que 6 valores horários sucessivos;
- para as médias octo-horárias – 75% dos dados horários (neste parâmetro, à falta de disposições definidas, considera-se por analogia o critério aplicável ao Ozono);
- para a média anual e mediana – recolha mínima de dados de 50%;
- para os percentís 50, 95 e 98 – recolha mínima de dados de 75%.

Relativamente à avaliação do cumprimento da Portaria n.º 286/93, foi aplicado, tanto para verificação da qualidade dos dados como para o cálculo das médias baseadas em outros períodos de integração diferentes do horário (p.e. médias octo-horárias e diárias), como para o cálculo dos parâmetros estatísticos (média anual e percentis), o critério definido no art.º 8.º do Decreto-Lei n.º 352/90, de 9 de Novembro.

No caso do Ozono, para verificação dos requisitos impostos pelo Decreto-Lei n.º 320/2003, de 20 de Dezembro, indicam-se no Quadro 13 os critérios de validade aplicáveis aos vários parâmetros estatísticos.

**Quadro 13** – Critérios de Validade Aplicáveis para o O<sub>3</sub>

Parâmetro	Percentagem de dados válidos requerida
Valores Horários	75% (45 minutos)
Valores relativos a 8 horas	75% dos valores horários (6 horas)
Valores máximos octo-horários do dia a partir das medidas 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 AOT40
Média Anual	75% dos valores horários correspondentes aos períodos de Verão (Abril-Setembro) e de Inverno (Janeiro-Março e Outubro a Dezembro), considerados separadamente.
N.º de Excedências e Valores Máximos Mensais	90% dos valores máximos diários das médias octo-horárias (27 valores diários disponíveis por mês) 90% dos valores horários determinados entre as 8



Parâmetro	Percentagem de dados válidos requerida
	e as 20h (hora da Europa Central)
<b>N.º de Excedências e Valores Máximos Anuais</b>	Valores relativos a 5 meses do semestre de Verão (Abril-Setembro)

### 5.2.2. Partículas em Suspensão (PM10)

Quadro 14 – Dados Estatísticos

Ano	Eficiência (%)		Dados Validados (n.º)		Média ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )		Máximo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	
	Valor Anual (base horária)	Valor Anual (base diária)	Valor Anual (base horária)	Valor Anual (base diária)	Valor Anual (base horária)	Valor Anual (base diária)	Valor Anual (base horária)	Valor Anual (base diária)
2007	95	93	8 298	341	7,8	7,7	84,0	27,2
2008	55	58	4 846	211	10,7	10,7	440,0	187,4

Quadro 15 – Protecção da Saúde Humana (DL 111/2002)

Ano	Protecção da Saúde Humana	
	VL + MT = 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (base diária) Excedências Permitidas = 35 dias	VL + MT = 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (base anual)
2007	0 dias de excedências	7,7
2008	2 dias de excedências	10,7

VL – Valor limite

MT – Margem de tolerância: variável de acordo com o ano (0  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  no ano 2005)

### 5.2.3. Partículas em Suspensão (PM2,5)

Quadro 16 – Dados Estatísticos

Ano	Eficiência (%)		Dados Validados (n.º)		Média ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )		Máximo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	
	Valor Anual (base horária)	Valor Anual (base diária)	Valor Anual (base horária)	Valor Anual (base diária)	Valor Anual (base horária)	Valor Anual (base diária)	Valor Anual (base horária)	Valor Anual (base diária)
2007	92	92	8 043	336	2,9	3,0	19,0	13,2
2008	45	48	3 941	176	3,6	3,5	143,0	62,2

Quadro 17 – Dados Estatísticos (continuação)

Ano	Percentil 50 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )		Percentil 95 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )		Percentil 98 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	
	Valor Anual (base horária)	Valor Anual (base diária)	Valor Anual (base horária)	Valor Anual (base diária)	Valor Anual (base horária)	Valor Anual (base diária)
2007	2,0	2,4	8,0	6,7	11,0	7,8
2008	2,0	2,3	10,0	7,6	17,5	14,3



## 5.2.4. Dióxido de Enxofre

**Quadro 18** – Dados Estatísticos

Ano	Eficiência (%)			Dados Validados (n.º)			Média ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )			Máximo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )		
	Valor Anual (base horária)	Valor Anual (base diária)	Valor de Inverno (base horária)	Valor Anual (base horária)	Valor Anual (base diária)	Valor de Inverno (base horária)	Valor Anual (base horária)	Valor Anual (base diária)	Valor de Inverno (base horária)	Valor Anual (base horária)	Valor Anual (base diária)	Valor de Inverno (base horária)
2007	94	93	96	8 211	341	4 171	0,9	0,9	1,0	9,2	6,7	9,4
2008	31	32	96	2745	117	2 098	1,5	1,5	1,0	19,5	11,0	8,1

**Quadro 19** – Limiar de Alerta e Protecção da Saúde Humana (DL n.º 111/2002)

Ano	Limiar de Alerta = 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (medido em 3 horas consecutivas)	Protecção da Saúde Humana	
		VL + MT = 350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (base horária) Excedências Permitidas = 24 horas	VL = 125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (base diária) Excedências Permitidas = 3 dias
2007	0 excedências	0 horas de excedências	0 dias de excedências
2008	0 excedências	0 horas de excedências	0 dias de excedências

**Quadro 20** – Protecção da Saúde Humana (Portaria n.º 286/93)

Ano	Protecção da Saúde Humana (base diária)	
	VL (mediana*) = 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	VL (percentil 98**) = 250 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
2007	1,0	2,0
2008	0,9	5,3

\*mediana dos valores médios diários obtidos durante o ano;

\*\*percentil 98 calculado a partir dos valores médios diários obtidos durante o ano.

**Quadro 21** – Protecção dos Ecossistemas (DL n.º 111/2002)

Ano	Protecção dos Ecossistemas	
	VL = 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (período de Inverno)	VL = 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (base anual)
2007	1,0	0,9
2008	1,0	1,5

Período de Inverno: 1 de Outubro a 31 Março.

## 5.2.5. Óxidos de Azoto

**Quadro 22** – Dados Estatísticos

Ano	Eficiência (%)		Dados Validados (n.º)		Média ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )		Máximo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	
	Valor Anual (base horária)	Valor Anual (base diária)	Valor Anual (base horária)	Valor Anual (base diária)	Valor Anual (base horária)	Valor Anual (base diária)	Valor Anual (base horária)	Valor Anual (base diária)
2007	62	60	5 414	220	0,8	0,7	45,4	7,3
2008	30	32	2 648	116	1,5	1,6	27,8	7,4



**Quadro 23** – Limiar de Alerta e Protecção da Saúde Humana (DL n.º 111/2002)

Ano	Limiar de Alerta = 400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (medido em 3 horas consecutivas)	Protecção da Saúde Humana	
		VL + MT = 230 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (2007) VL + MT = 220 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (2008) (base horária) Excedências Permitidas = 18 horas	VL + MT = 46 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (2007) VL + MT = 44 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (2008) (base anual)
2007	0 excedências	0 horas de excedências	0,8
2008	0 excedências	0 horas de excedências	1,5

VL (base horária) = 200  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ;

VL (base anual) = 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

**Quadro 24** – Protecção da Saúde Humana (Portaria n.º 286/93)

Ano	Protecção da Saúde Humana (base anual)
	VL (percentil 98*) = 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
2007	4,0
2008	4,9

(\*) Calculado a partir dos valores horários obtidos durante o ano.

## 5.2.6. Ozono

**Quadro 25** – Dados Estatísticos

Ano	Eficiência (%)		Dados Validados (n.º)		Média ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )		Máximo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	
	Valor Anual (base horária)	Valor Anual (base 8 horas)	Valor Anual (base horária)	Valor Anual (base 8 horas)	Valor Anual (base horária)	Valor Anual (base 8 horas)	Valor Anual (base horária)	Valor Anual (base 8 horas)
2007	84	83	7 366	7 308	70,6	70,5	115,2	111,8
2008	65	43	5 674	5 629	78,7	78,5	162,5	129,6

As médias de base octo-horária (8 horas) são calculadas a partir dos dados horários. O primeiro período de cálculo para um determinado dia será o período decorrido entre as 17h00 do dia anterior e a 01h00 desse dia. O último período de cálculo será o período entre as 16h00 de um determinado dia e as 24h00 desse mesmo dia. Para o cálculo de uma média octo-horária são necessários, pelo menos, 75% de valores horários, isto é, 6 horas.

**Quadro 26** – Protecção da Saúde Humana e da Vegetação (DL n.º 320/2003)

Ano	Protecção da Saúde Humana			Protecção da Vegetação
	Base Horária		Base Octo-Horária Valor Alvo = 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ N.º de Excedências Permitidas = 25 dias por ano	Período de referência (Maio a Julho)
	Limiar de Alerta à população = 240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Limiar de Informação à população = 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		AOT40 * Valor-Alvo = 18 000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
2007	0 excedências	0 excedências	0 dias de excedências	1 147,2
2008	0 excedências	0 excedências	4 dias de excedências	2 3120,4

\* AOT40 (expresso em  $\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$ ) designa a soma da diferença entre as concentrações horárias superiores a 80  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (=40 partes por bilião) e o valor 80  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , num determinado período, utilizando apenas os valores horários determinados diariamente entre as 08h00 e as 20h00.



## 6. Conclusões

Relativamente aos dados meteorológicos, pode-se concluir que os valores registados vêm confirmar as características do clima Temperado Marítimo, ou seja, temperaturas amenas e precipitação elevada ao longo do ano. É ainda de salientar que nestas áreas insulares o relevo tem um papel fundamental, pois são as áreas de maior pluviosidade.

De acordo com os resultados analisados para cada poluente, podemos concluir que:

Em termos de eficiência mínima, em 2007 a maioria dos poluentes atingiu os 75% de dados validados, excepto o poluente óxidos de azoto, devido a problemas técnicos no respectivo analisador. Já em 2008 o valor de eficiência variou entre os 30% e os 60%.

Dos poluentes monitorizados na estação de caracterização da qualidade do ar na RAA, o único poluente que requer uma vigilância detalhada é o Ozono, pois foi aquele que apresentou algumas excedências dos valores estipulados no DL n.º 320/2003. Essas excedências dizem respeito ao valor máximo das médias octo-horárias do dia ( $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Verificaram-se 4 excedências em 2008. Todavia como o número máximo de excedências permitido é de 25 por ano, significa que, de acordo com a legislação em vigor não são necessárias medidas adicionais.

No que se refere ao critério definido por lei para a Protecção das Florestas referentes ao Ozono, segundo o DL 320/2003, o valor registado é bastante inferior ao valor alvo actual.

Em 2008 verificou-se ainda um caso pontual de 2 excedências para o poluente partículas em suspensão (PM10), no entanto não ultrapassa o número de excedências permitidas por ano.

Em relação a todos os poluentes, desde o início do funcionamento da estação, que não foram registados quaisquer valores superiores ao Valor Limiar de Alerta à População.



## 7. Referências Bibliográficas

- ✚ Avaliação da Qualidade do Ar na Região Norte 2006 – CCDR-Norte, Agosto de 2008.
- ✚ Relatório da Qualidade do Ar da Região Centro 2007 – CCDR-Centro.
- ✚ Relatório da Qualidade do Ar 2007 – Direcção Regional do Ambiente da Madeira, RAM.
- ✚ Base de dados on-line sobre qualidade do ar: <http://www.qualar.org>



## 8. Anexo – Excedências

**Quadro 27** – Excedências PM10

Data Início	Data Fim	Duração	Valor (VL = 50,0 µg/m <sup>3</sup> )
22-01-2008 00:00	23-01-2008 00:00	24h	187,4
26-01-2008 00:00	27-01-2008 00:00	24h	54,4

**Quadro 28** – Excedências Ozono

Data Início	Data Fim	Duração	Valor (VL = 120,0 µg/m <sup>3</sup> )
23-05-2008 08:00	24-05-2008 08:00	24 h	129,6
28-05-2008 16:00	29-05-2008 00:00	8 h	124,7
01-06-2008 16:00	02-06-2008 00:00	8 h	124,0
02-06-2008	02-06-2008 20:00	8 h	122,7



## Índice de Quadros

Quadro 1 – Valores Limiar Inferior e Superior de Avaliação para a Protecção da Saúde Humana e dos Ecossistemas, relativamente ao Dióxido de Enxofre, de acordo com o DL 111/2002, de 16 de Abril (Anexo VII).....	11
Quadro 2 – Valores Limite para a Protecção da Saúde Humana e dos Ecossistemas, relativamente ao Dióxido de Enxofre, de acordo com o DL 111/2002, de 16 de Abril (Anexo I).....	11
Quadro 3 – Valores Limiar Inferior e Superior de Avaliação para a Protecção da Saúde humana e dos Ecossistemas, relativamente aos óxidos de Azoto, de acordo com o DL 111/2002, de 16 de Abril (Anexo VII).....	12
Quadro 4– Valores limite e Margem de Tolerância para a Protecção da Saúde Humana e dos Ecossistemas, relativamente aos Óxidos de Azoto, de acordo com o DL 111/2002, de 16 de Abril (Anexo I).....	12
Quadro 5 – Valor Limite, relativo ao Dióxido de Azoto, de acordo com a Portaria n.º 286/93, de 12 de Outubro.....	13
Quadro 6 – Valores Limiar Inferior e Superior de Avaliação para a Protecção da Saúde Humana definidos pelo DL 111/2002, de 16 de Abril, para o poluente Partículas em Suspensão (Anexo VII), a serem cumpridos em 2010.....	13
Quadro 7– Valores Limite e Margem de Tolerância para a Protecção da Saúde Humana definidos pelo DL 111/2002, de 16 de Abril, para o poluente Partículas em Suspensão (Anexo III).....	14
Quadro 8 – Valores Limiar de Informação e de Alerta da População do Ozono, definidos no DL 320/2003, de 20 de Dezembro.....	14
Quadro 9 – Valores Alvo para Protecção da Saúde humana, da Vegetação e da Floresta, a serem cumpridos em 2010, definidos pelo DL 320/2003, de 20 de Dezembro (Anexo I).....	15
Quadro 10 – Objectivos a Longo Prazo para a Protecção da Saúde Humana e da Vegetação, definidos pelo DL 320/2003, de 20 de Dezembro (Anexo I).....	15
Quadro 11 – Analisadores.....	17
Quadro 12 – Parâmetros Meteorológicos e Analisadores.....	19
Quadro 13 – Critérios de Validade Aplicáveis para o O <sub>3</sub> .....	28
Quadro 14 – Dados Estatísticos.....	29
Quadro 15 – Protecção da Saúde Humana (DL 111/2002).....	29
Quadro 16 – Dados Estatísticos.....	29
Quadro 17 – Dados Estatísticos (continuação).....	29
Quadro 18 – Dados Estatísticos.....	30
Quadro 19 – Limiar de Alerta e Protecção da Saúde Humana (DL n.º 111/2002).....	30
Quadro 20 – Protecção da Saúde Humana (Portaria n.º 286/93).....	30
Quadro 21 – Protecção dos Ecossistemas (DL n.º 111/2002).....	30
Quadro 22 – Dados Estatísticos.....	30
Quadro 23 – Limiar de Alerta e Protecção da Saúde Humana (DL n.º 111/2002).....	31
Quadro 24 – Protecção da Saúde Humana (Portaria n.º 286/93).....	31
Quadro 25 – Dados Estatísticos.....	31
Quadro 26 – Protecção da Saúde Humana e da Vegetação (DL n.º 320/2003).....	31
Quadro 27 – Excedências PM10.....	34
Quadro 28 – Excedências Ozono.....	34



## Índice de Gráficos

Gráfico 1 – Direcção do Vento.....	20
Gráfico 2 – Velocidade do Vento (2007) .....	21
Gráfico 3 – Velocidade do Vento (2008) .....	21
Gráfico 4 – Precipitação (2007) .....	22
Gráfico 5 – Precipitação (2008) .....	22
Gráfico 6 – Humidade Relativa (2007).....	23
Gráfico 7 – Humidade Relativa (2008).....	24
Gráfico 8 – Temperatura do Ar (2007) .....	25
Gráfico 9 – Temperatura do Ar (2008) .....	25
Gráfico 10 – Intensidade de Radiação (2007).....	26
Gráfico 11 – Intensidade da Radiação (2008).....	27