



SECRETARIA REGIONAL
DO AMBIENTE E DO MAR

GOVERNO REGIONAL DOS AÇORES
GOVERNHO REGIONAL DOS AÇORES

Direcção Regional do Ambiente



RELATÓRIO DA QUALIDADE DO AR DOS AÇORES 2010



Abriu 2011



Governo dos Açores



Ficha Técnica

Secretaria Regional do Ambiente e do Mar

Direcção Regional do Ambiente

Direcção de Serviços de Monitorização, Avaliação Ambiental e Licenciamento

Rua Cônsul Dabney — Colónia Alemã

Telefone 292 207 300

Fax 292 240 901

info.dra@azores.gov.pt

Índice

1.	Introdução	5
2.	Fontes e Efeitos dos Principais Poluentes Atmosféricos	6
2.1.	Dióxido de Enxofre (SO ₂)	6
2.2.	Óxidos de Azoto (NO _x)	6
2.3.	Ozono (O ₃).....	7
2.4.	Partículas (PM10 e PM2,5)	9
3.	Enquadramento Legislativo da Qualidade do Ar	11
3.1.	Legislação Comunitária	11
3.2.	Requisitos Legais Particulares Relativos à Qualidade do Ar	13
3.2.1.	Dióxido de Enxofre	14
3.2.2.	Óxidos de Azoto	15
3.2.3.	Partículas em Suspensão	16
3.2.4.	Ozono	18
4.	Monitorização da Qualidade do Ar da Região Açores.....	21
4.1.	Estação.....	21
4.2.	Metodologia	22
5.	Resultados	23
5.1.	Análise dos Resultados Meteorológicos	23
5.1.1.	Direcção e Velocidade do Vento	23
5.1.2.	Precipitação.....	25
5.1.3.	Humidade Relativa	25
5.1.4.	Temperatura	26
5.1.5.	Intensidade de Radiação.....	27
5.2.	Apresentação/Análise de Resultados dos Poluentes	29
5.2.1.	Eficiência requerida para assegurar a validade dos dados	29
5.2.2.	Partículas em Suspensão (PM10).....	30
5.2.3.	Partículas em Suspensão (PM2,5).....	31
5.2.4.	Dióxido de Enxofre	32
5.2.5.	Ozono	33
6.	Índice de Qualidade do Ar	35
6.1.	Índice de Qualidade do Ar para os Poluentes.....	35
6.2.	Índice Global de Qualidade do Ar	38
7.	Conclusões	39
8.	Considerações Finais	40

9.	Referências Bibliográficas	41
10.	Anexos	42
10.1.	Histórico dos dados da EMQA-Açores	42
10.1.1.	Partículas em Suspensão (PM10).....	42
10.1.2.	Partículas em Suspensão (PM2,5).....	42
10.1.3.	Dióxido de Enxofre	43
10.1.4.	Óxidos de Azoto	44
10.1.5.	Ozono	45
10.2.	Excedências.....	46

Índice de Gráficos

Gráfico 1 – Direcção do Vento	24
Gráfico 2 – Velocidade do Vento	24
Gráfico 3 – Precipitação.....	25
Gráfico 4 – Humidade Relativa	26
Gráfico 5 – Temperatura do Ar	27
Gráfico 6 – Intensidade de Radiação.....	28
Gráfico 7 – Registos de 2010 para o poluente PM10	31
Gráfico 8 – Registos de 2010 para o poluente PM2,5	32
Gráfico 9 – Registos de 2010 para o poluente SO ₂	33
Gráfico 10 – Registos de 2010 para o poluente O ₃	34
Gráfico 11 – Índice PM10	36
Gráfico 12 – Índice SO ₂	36
Gráfico 13 – Índice NO ₂	37
Gráfico 14 – Índice O ₃	37
Gráfico 15 – Índice Qualidade do Ar 2010 – Açores.....	38

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 102/2010, de 23 de Setembro (Anexos III e XII)	14
Quadro 2 – Valores Limite para a Protecção da Saúde Humana e dos Ecossistemas, relativamente ao Dióxido de Enxofre, de acordo com o DL 102/2010, de 23 de Setembro (Anexo XII)	15
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 102/2010, de 23 de Setembro (Anexo III)	15
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 (Anexos XII e XIV)	16
Quadro 5 – Valores Limiar Inferior e Superior de Avaliação para a Protecção da Saúde Humana definidos pelo DL 102/2010, de 23 de Setembro, para o poluente Partículas em Suspensão (PM ₁₀) (Anexo III)	17
Quadro 6 – Valores Limite e Margem de Tolerância para a Protecção da Saúde Humana definidos pelo DL 102/2010, de 23 de Setembro, para o poluente Partículas em Suspensão (PM ₁₀) (Anexo XII)	17

Quadro 7 – Valores Limiar Inferior e Superior de Avaliação para a Protecção da Saúde Humana definidos pelo DL 102/2010, de 23 de Setembro, para o poluente Partículas em Suspensão (PM _{2,5}) (Anexo III).....	17
Quadro 8 – Valor Alvo para a Protecção da Saúde Humana definido pelo DL 102/2010, de 23 de Setembro, para o poluente Partículas em Suspensão (PM _{2,5}) (Anexo XI), a cumprir a partir de 1/01/2010.	17
Quadro 9 – Valor Limite para a Protecção da Saúde Humana definido pelo DL 102/2010, de 23 de Setembro, para o poluente Partículas em Suspensão (PM _{2,5}) (Anexo XI).	18
Quadro 10 – Valores Limiar de Informação e de Alerta da População do Ozono, definidos no DL 102/2010, de 23 de Setembro (anexo XIII).	18
Quadro 11 – Valores Alvo para Protecção da Saúde humana, da Vegetação e da Floresta, a serem cumpridos em 2010, definidos pelo DL 102/2010, de 23 de Setembro (Anexo VIII).	19
Quadro 12 – Objectivos a Longo Prazo para a Protecção da Saúde Humana e da Vegetação, definidos pelo DL 102/2010, de 23 de Setembro (Anexo VIII).....	19
Quadro 13 – Analisadores	21
Quadro 14 – Parâmetros Meteorológicos e Analisadores.....	23
Quadro 15 – Critérios de Validade Aplicáveis para o O ₃	29
Quadro 16 – Eficiências de 2010	30
Quadro 17 – Dados Estatísticos	30
Quadro 18 – Protecção da Saúde Humana	31
Quadro 19 – Dados Estatísticos	31
Quadro 20 – Dados Estatísticos	32
Quadro 21 – Limiar de Alerta e Protecção da Saúde Humana	32
Quadro 22 – Protecção da Saúde Humana	32
Quadro 23 – Protecção dos Ecossistemas	33
Quadro 24 – Dados Estatísticos	33
Quadro 25 – Protecção da Saúde Humana e da Vegetação	34
Quadro 26 – Matriz de classificação do IQAr para 2010.....	35
Quadro 27 – Dados Estatísticos	42
Quadro 28 – Protecção da Saúde Humana	42
Quadro 29 – Dados Estatísticos	42
Quadro 30 – Dados Estatísticos (continuação).....	42
Quadro 31 – Dados Estatísticos	43
Quadro 32 – Limiar de Alerta e Protecção da Saúde Humana	43
Quadro 33 – Protecção da Saúde Humana	43
Quadro 34 – Protecção dos Ecossistemas	43
Quadro 35 – Dados Estatísticos	44
Quadro 36 – Limiar de Alerta e Protecção da Saúde Humana	44
Quadro 37 – Protecção da Saúde Humana	44
Quadro 38 – Dados Estatísticos	45
Quadro 39 – Protecção da Saúde Humana e da Vegetação	45
Quadro 40 – Excedências Ozono – base octo-horária	46

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 2010.

2. Fontes e Efeitos dos Principais Poluentes Atmosféricos

A capacidade de regeneração da atmosfera reduz consideravelmente à medida que o quantitativo de emissões de poluentes cresce exponencialmente com a industrialização e o aumento do número de veículos automóveis no planeta. Actualmente são inúmeros os poluentes da atmosfera, sendo as fontes que os originam e os seus efeitos muito diversificados. Desta forma, podem distinguir-se dois tipos de poluentes:

- Primários – aqueles que são emitidos directamente pelas fontes para a atmosfera, como é o caso do monóxido de carbono (CO), os óxidos de azoto (NO_x), dióxido de enxofre (SO₂) ou das partículas em suspensão (PTS).
- Secundários – resultam de reacções químicas que ocorrem na atmosfera e onde participam alguns poluentes primários. Como é o caso do ozono troposférico (O₃), que resulta de reacções fotoquímicas e que se estabelece entre os óxidos de azoto, o monóxido de carbono ou os compostos orgânicos voláteis (COV).

Seguidamente efectua-se uma análise dos vários poluentes monitorizados na Estação de Monitorização da Qualidade do Ar nos Açores.

2.1. Dióxido de Enxofre (SO₂)

O dióxido de enxofre (SO₂) 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 SO₂, 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 (H₂SO₄), 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_x)

Os compostos de azoto mais importantes em termos de poluição atmosférica são o monóxido de azoto (NO) e o dióxido de azoto (NO₂), genericamente designados por NO_x. Os óxidos de

azoto (NO_x) 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 NO₂. O NO₂ 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.

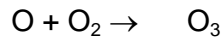
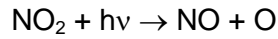
O NO₂ é um gás tóxico, facilmente detectável pelo odor, muito corrosivo, com forte capacidade oxidante, apresentando uma cor amarela-alaranjada em baixas concentrações e vermelha-acastanhada para concentrações mais elevadas. O gás pode provocar lesões nos brônquios e nos alvéolos pulmonares e aumentar a reactividade a alergénicos de origem natural.

Por outro lado, os NO_x 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_x na atmosfera, sendo os polímeros naturais e sintéticos os mais afectados.

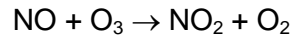
2.3. Ozono (O₃)

O ozono (O₃) é um gás incolor (apresentando-se com cor azul-escura quando em estado líquido), cujas moléculas são formadas por três átomos de oxigénio. 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 que desempenha um papel primordial para a existência de vida no planeta – filtro para a radiação solar ultra-violeta. O restante distribui-se pela troposfera onde os seus efeitos são prejudiciais.

A base para a formação do ozono troposférico é a fotólise do NO₂. A destruição fotoquímica do NO₂ 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 O₃, provocando um decréscimo da sua concentração, voltando a formar NO₂.



Assim, obtém-se um estado de equilíbrio dinâmico na formação e destruição do O₃. Contudo, na presença de compostos orgânicos voláteis (COV) na atmosfera amplia-se a probabilidade de formação de O₃, na medida em que os radicais orgânicos reagem com o NO formando NO₂ adicional, que por sua vez, na presença de radiação pode levar a produção de mais O₃. Também o metano (CH₄) e o monóxido de carbono (CO) são gases preponderantes nos níveis de O₃ registados, uma vez que competem pelo radical hidroxilo (OH), influenciando posteriormente a quantidade de NOx disponível para a formação de O₃.

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 O₃ 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 O₃ está ainda relacionado com a degradação de vários materiais, tais como borrachas, têxteis e pinturas.

2.4. Partículas (PM10 e PM2,5)

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 legislação¹ 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 particulado, 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

¹ Directiva 2008/50/CE do Parlamento Europeu do Conselho, de 21 de Maio de 2008.

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.

As partículas que resultam de processos de combustão ou de reacções químicas na atmosfera tendem a apresentar uma dimensão inferior a 2,5 μm , 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 μm , 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.

Deste modo, o dióxido de enxofre (SO₂), os óxidos de azoto (NO_x), 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 (C₆H₆). 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 (O₃) 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 (PAH²) 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.

² Do inglês Polycyclic Aromatic Hydrocarbons.

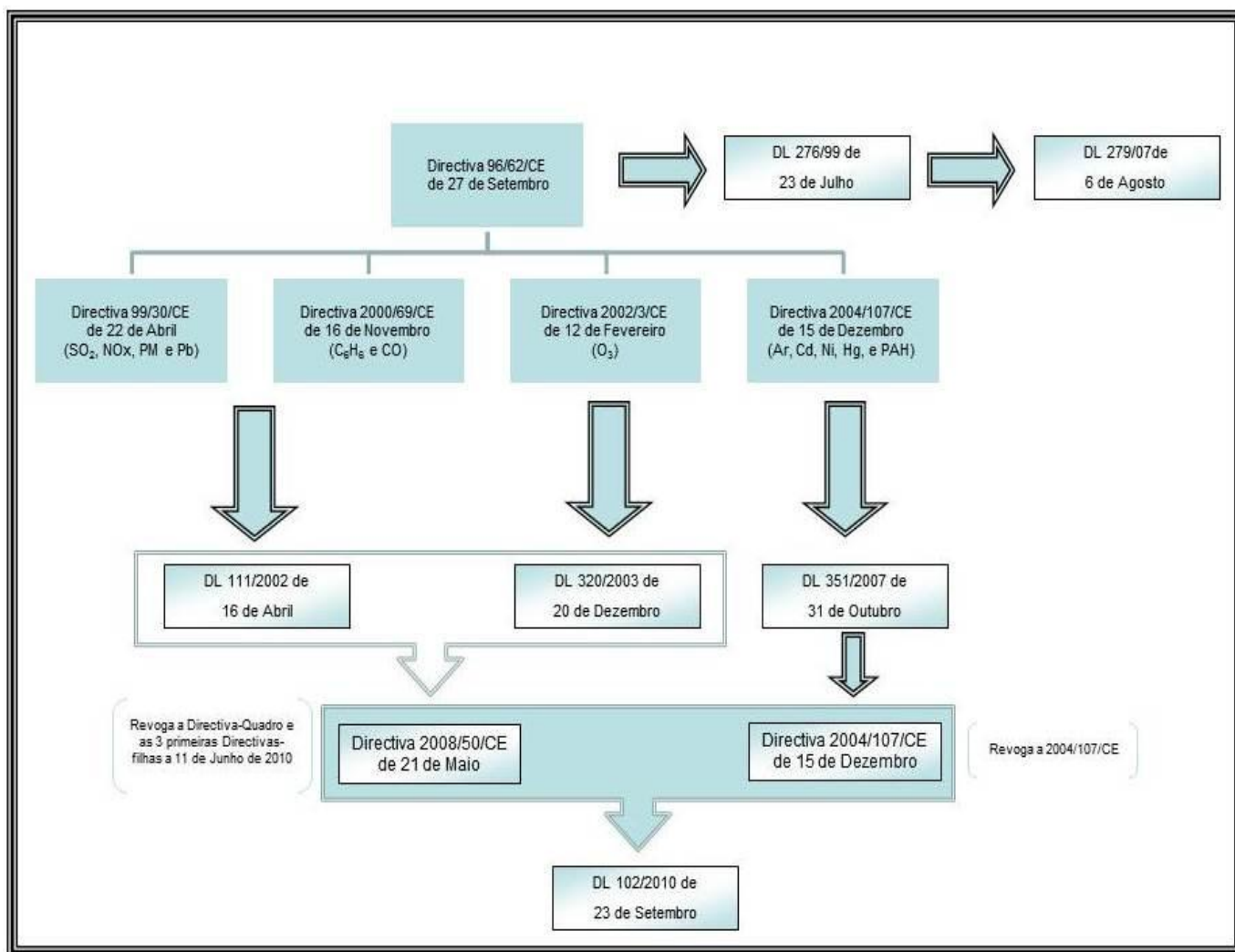


Fig. 1 – Directivas Comunitárias e legislação nacional correspondente, no âmbito da qualidade do ar.

A Directiva 2008/50/CE, de 21 de Maio, agrega num único acto legislativo as disposições legais da Directiva 96/62/CE, de 27 de Setembro e das três primeiras directivas filhas (Directivas 1999/30/CE de 22 de Abril, 2000/69/CE de 16 de Novembro e 2002/3/CE de 12 Fevereiro) relativas aos poluentes SO₂, NO₂, NO_x, PM₁₀, Pb, C₆H₆, CO e O₃, e a Decisão 97/101/CE do Conselho, de 27 de Janeiro de 1997, que estabelece um intercâmbio recíproco de informações e de dados provenientes das redes e estações individuais que medem a poluição atmosférica nos Estados-membros.

Esta Directiva foi transposta para a ordem jurídica nacional pelo Decreto-Lei n.º 102/2010, de 23 de Setembro, que agregou ainda a quarta Directiva filha (Directiva 2004/107/CE, de 15 de Dezembro), relativa ao arsénio, ao cádmio, ao mercúrio, ao níquel e aos hidrocarbonetos aromáticos policíclicos no ar ambiente, revogando os seguintes diplomas:

- Decreto-Lei n.º 276/99, de 23 de Julho;
- Decreto-Lei n.º 111/2002, de 16 de Abril;
- Decreto-Lei n.º 320/2003, de 20 de Dezembro;
- Decreto-Lei n.º 279/2007, de 6 de Agosto;

- Decreto-Lei n.º 351/2007, de 23 de Outubro.

O Decreto-Lei n.º 102/2010, de 23 de Setembro, estabelece os objectivos de qualidade do ar tendo em conta as normas, as orientações e os programas da Organização Mundial de Saúde, destinados a preservar a qualidade do ar ambiente quando ela é boa e melhorá-la nos outros casos.

Sempre que os objectivos de qualidade do ar não forem atingidos, são tomadas medidas da responsabilidade de diversos agentes em função das suas competências, as quais podem estar integradas em planos de acção de curto prazo ou planos de qualidade do ar, concretizados através de programas de execução.

Atendendo aos objectivos da estratégia temática sobre poluição atmosférica, no que respeita à redução da mortalidade e morbidade devido aos poluentes, foram adoptados objectivos de melhoria contínua quanto à concentração no ar ambiente de partículas finas (PM_{2,5}).

Na sequência da transposição da Directiva-Quadro, 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 áreas 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/km².

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.

Nesse sentido, o presente trabalho visa avaliar e caracterizar a qualidade do ar na Região Açores no que se refere aos poluentes SO₂, NO_x, PM, O₃. Os dados utilizados foram recolhidos durante o ano civil de 2010, através de medições em contínuo 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.

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 em vigor 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 102/2010 de 23 de Setembro.
 - Margem de Tolerância: percentagem do valor limite em que este valor pode ser excedido, segundo as condições fixadas no Decreto-Lei n.º 102/2010 de 23 de Setembro.
 - Limiar de Informação: nível acima do qual uma exposição de SO₂, NO_x ou Ozono 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, com o intuito de proteger de forma eficaz a saúde humana e o ambiente.
 - Valor Alvo: nível fixado com o objectivo 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 determinado período de tempo.
-

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 III do Decreto-Lei n.º 102/2010, de 23 de Setembro; e os Valores para a Protecção da Saúde Humana e Ecossistemas, definidos no Anexo XII 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 102/2010, de 23 de Setembro (Anexos III e XII).

Valores Limiar	Inferior de Avaliação	Superior de Avaliação
----------------	-----------------------	-----------------------

Protecção da Saúde Humana	40% do Valor limite por período de 24 horas ($75 \mu\text{g}/\text{m}^3$, a não exceder mais de 3 vezes em cada ano civil)	40% do Valor limite por período de 24 horas ($75 \mu\text{g}/\text{m}^3$, a não exceder mais de 3 vezes em cada ano civil)
Protecção dos Ecossistemas	$8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ no período de Inverno (40% do Valor limite de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	$12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ no período de Inverno (60% do Valor limite de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$)

Quadro 2 – Valores Limite para a Protecção da Saúde Humana e dos Ecossistemas, relativamente ao Dióxido de Enxofre, de acordo com o DL 102/2010, de 23 de Setembro (Anexo XII).

Tipo	Período	Valor Limite	Valor Limite Aplicável
VL horário para a Protecção da Saúde Humana	1 hora	24 excedências por ano	$350 \mu\text{g}/\text{m}^3$
VL diário para a Protecção da Saúde Humana	24 horas	3 excedências por ano	$125 \mu\text{g}/\text{m}^3$
VL para a Protecção dos Ecossistemas	Ano Civil e Período de Inverno (1 de Outubro a 31 de Março)	(Média anual) $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$	

Segundo o Anexo XIII do DL 102/2010, de 23 de Setembro, 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 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.

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 102/2010, de 23 de Setembro (Anexo III)

Valores Limiar	Período	Inferior de Avaliação	Superior de Avaliação
Protecção da Saúde Humana	1 hora	50% do valor limite ($100 \mu\text{g}/\text{m}^3$, a não exceder mais de 18 vezes)	70% do valor limite

Valores Limiar	Período	Inferior de Avaliação	Superior de Avaliação
(relativamente ao NO₂)		em cada ano civil)	(140 µg/m ³ , a não exceder mais de 18 vezes em cada ano civil)
	1 Ano Civil	26 µg/m ³ (65% do Valor Limite Anual de 40 µg/m ³)	32 µg/m ³ (80% do Valor Limite Anual de 40 µg/m ³)
Protecção dos Ecossistemas (relativamente ao NO_x)	1 Ano Civil	19,5 µg/m ³ (65% do Valor Limite Anual de 30 µg/m ³)	24 µg/m ³ (80% do Valor Limite Anual de 30 µg/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 (Anexos XII e XIV)

Tipo	Período	Margem de Tolerância	Valor Limite	Valor Limite Aplicável	Data de Cumprimento
VL para a Protecção da Saúde Humana (relativamente ao NO₂)	1 hora	50% em 19 de Julho de 1999, a reduzir em 1 de Janeiro de 2001 e em cada período de 12 meses subsequente numa percentagem anual idêntica, até atingir 0% em 1 de Janeiro de 2010.	18 excedências por ano	200 µg/m ³	2010
	Ano Civil (Média Anual)	50% em 19 de Julho de 1999, a reduzir em 1 de Janeiro de 2001 e em cada período de 12 meses subsequente numa percentagem anual idêntica, até atingir 0% em 1 de Janeiro de 2010.	-	40 µg/m ³	2010
VL para a Protecção da Vegetação (relativamente ao NO_x)	Ano Civil (Média Anual)	Não se aplica		30 µg/m ³	Abril de 2002

O Valor Limiar de Alerta para o Dióxido de Azoto, definido no Anexo XIII do DL 102/2010, de 23 de Setembro, é de 400 µg/m³, 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 km², consoante a que apresentar menor área.

3.2.3. Partículas em Suspensão

Relativamente a partículas em suspensão apresentam-se nos quadros seguintes, os Valores Limiar Inferior e Superior de Avaliação para a Protecção da Saúde Humana quer para PM₁₀ quer para PM_{2,5}.

Quadro 5 – Valores Limiar Inferior e Superior de Avaliação para a Protecção da Saúde Humana definidos pelo DL 102/2010, de 23 de Setembro, para o poluente Partículas em Suspensão (PM₁₀) (Anexo III).

Valores Limiar	Período	Inferior de Avaliação	Superior de Avaliação
Protecção da Saúde Humana	24 horas	50% do valor limite (25 µg/m ³ , a não exceder mais de 35 vezes em cada ano civil)	70% do valor limite (35 µg/m ³ , a não exceder mais de 35 vezes em cada ano civil)
	1 Ano Civil	50% do valor limite (20 µg/m ³)	70% do valor limite (28 µg/m ³)

Quadro 6 – Valores Limite e Margem de Tolerância para a Protecção da Saúde Humana definidos pelo DL 102/2010, de 23 de Setembro, para o poluente Partículas em Suspensão (PM₁₀) (Anexo XII).

Tipo	Período	Margem de Tolerância	Valor Limite
VL para a Protecção da Saúde Humana	24 horas	50%	50 µg/m ³ , a não exceder mais de 35 vezes por ano civil
	Ano Civil	20%	40 µg/m ³

Quadro 7 – Valores Limiar Inferior e Superior de Avaliação para a Protecção da Saúde Humana definidos pelo DL 102/2010, de 23 de Setembro, para o poluente Partículas em Suspensão (PM_{2,5}) (Anexo III).

Valores Limiar	Período	Inferior de Avaliação	Superior de Avaliação
Protecção da Saúde Humana	1 Ano Civil	50% do valor limite (12 µg/m ³)	70% do valor limite (17 µg/m ³)

Os limiares superiores e inferiores de avaliação para as PM_{2,5} não se aplicam às medições efectuadas para avaliar o cumprimento do objectivo de redução de exposição às PM_{2,5} para protecção da saúde humana.

Quadro 8 – Valor Alvo para a Protecção da Saúde Humana definido pelo DL 102/2010, de 23 de Setembro, para o poluente Partículas em Suspensão (PM_{2,5}) (Anexo XI), a cumprir a partir de 1/01/2010.

Tipo	Período	Valor Alvo
------	---------	------------

Tipo	Período	Valor Alvo
VL para a Protecção da Saúde Humana	Ano Civil	25 µg/m ³
		20 µg/m ³

Quadro 9 – Valor Limite para a Protecção da Saúde Humana definido pelo DL 102/2010, de 23 de Setembro, para o poluente Partículas em Suspensão (PM_{2,5}) (Anexo XI).

Tipo	Período	Margem de Tolerância	Valor Limite
VL para a Protecção da Saúde Humana	Ano Civil	Fase 1 20% até 11/06/2008, a reduzir no dia 1 de Janeiro seguinte e em cada período de 12 meses subsequentes numa percentagem anual idêntica até atingir 0% em 01/01/2015	25 µg/m ³
		Fase 2 Valor limite indicativo a rever pela Comissão em 2013 à luz de novas informações sobre os efeitos na saúde e ambiente, a viabilidade técnica e a experiência obtida com o valor alvo	20 µg/m ³

3.2.4. Ozono

Segundo o Decreto-Lei n.º 102/2010, de 23 de Setembro, os requisitos que deverão ser respeitados são os que se apresentam nos Quadros 8, 9 e 10.

Quadro 10 – Valores Limiar de Informação e de Alerta da População do Ozono, definidos no DL 102/2010, de 23 de Setembro (anexo XIII).

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

*A excedência do limiar deve ser medida ou estimada durante 3h consecutivas.

O mesmo diploma definiu também, no Anexo VIII, 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 11 – Valores Alvo para Protecção da Saúde humana, da Vegetação e da Floresta, a serem cumpridos em 2010, definidos pelo DL 102/2010, de 23 de Setembro (Anexo VIII).

Tipo	Parâmetro	Valor Alvo para 2010
Valor Alvo para Protecção da Saúde Humana	Valor Máximo das Médias Octo-horárias do dia, calculadas por períodos consecutivos de 8h	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, a não exceder mais de 25 dias por ano civil, num período de 3 anos*.
Valores Alvo para Protecção da Vegetação	AOT40 ³ calculado com base nos valores horários medidos de Maio a Julho	18 000 $\mu\text{g}/\text{m}^3.\text{h}$ em média, num período de 5 anos.
Valor Alvo para Protecção da Floresta	AOT40 calculado com base nos valores horários medidos de Abril a Setembro	20 000 $\mu\text{g}/\text{m}^3.\text{h}$, calculados em média em relação a 5 anos*.

*Se não for possível determinar as médias de períodos de 3 ou 5 anos com base num conjunto completo e consecutivo de dados anuais, os dados anuais mínimos necessários à verificação da observância dos valores alvo são os seguintes:

- valor alvo para a protecção da saúde humana: dados válidos respeitantes a um ano;
- valor alvo para a protecção da vegetação: dados válidos respeitantes a 3 anos.

Salienta-se que o cumprimento dos valores alvo será avaliado a partir de 1 de Janeiro de 2010. Assim, 2010 será o primeiro ano cujos dados são utilizados para a avaliação da conformidade nos 3 ou 5 anos seguintes, consoante o caso.

Quadro 12 – Objectivos a Longo Prazo para a Protecção da Saúde Humana e da Vegetação, definidos pelo DL 102/2010, de 23 de Setembro (Anexo VIII).

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 $\mu\text{g}/\text{m}^3.\text{h}$

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,

³ AOT40 (accumulated exposure over a threshold of 40 ppb, expresso em $\mu\text{g}/\text{m}^3.\text{h}$) 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:

$$\text{AOT40 (estimativa)} = \text{AOT40 (Calculado)} \times \frac{\text{númerototaldehoraspossível}}{\text{númerodevaloreshoráriosmedidos}}$$

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.

Dada a sua natureza, o Ozono – poluente secundário⁴ – foi alvo de um tratamento distinto dos restantes poluentes. A legislação, quer comunitária quer nacional, 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.

⁴ 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 (SO₂), de óxidos de azoto (NO₂/NO), de ozono (O₃) 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 13 – Analisadores

Parâmetro	Equipamento	Método
SO ₂	AF 22 M Environment	Fluorescência em UV
NO _x	AC 32 M Environment	Quimiluminescência
PM 10	PM101 Environment	Radiação Beta
PM 2,5	PM 25 Environment	Radiação Beta
O ₃	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 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 (*Atmospheric and Meteorological Instrumentation System*).

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 2010.

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 14 – Parâmetros Meteorológicos e Analisadores

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

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 2010. A eficiência de recolha de dados foi de 91%.

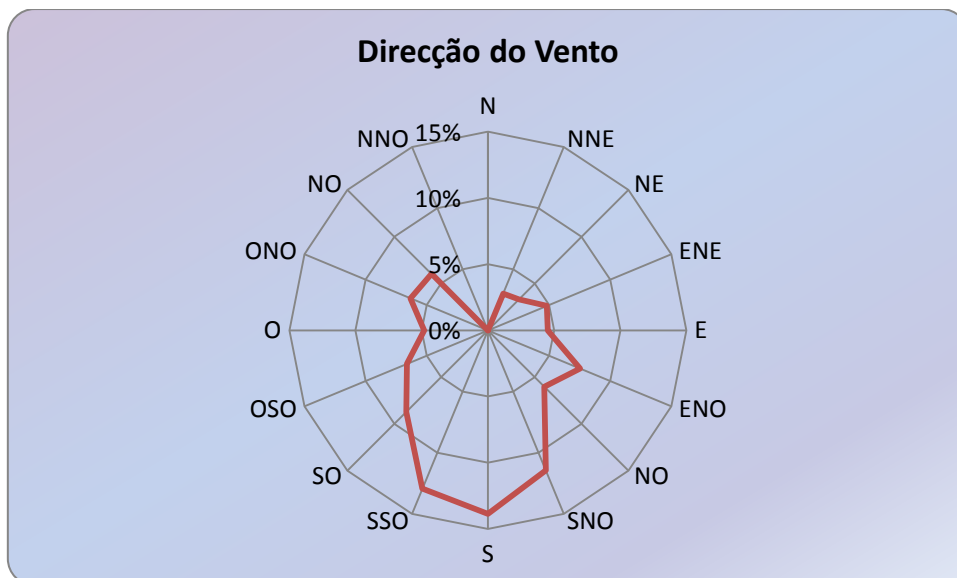


Gráfico 1 – Direcção do Vento

De acordo com o gráfico 1 podemos constatar que 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 2010.

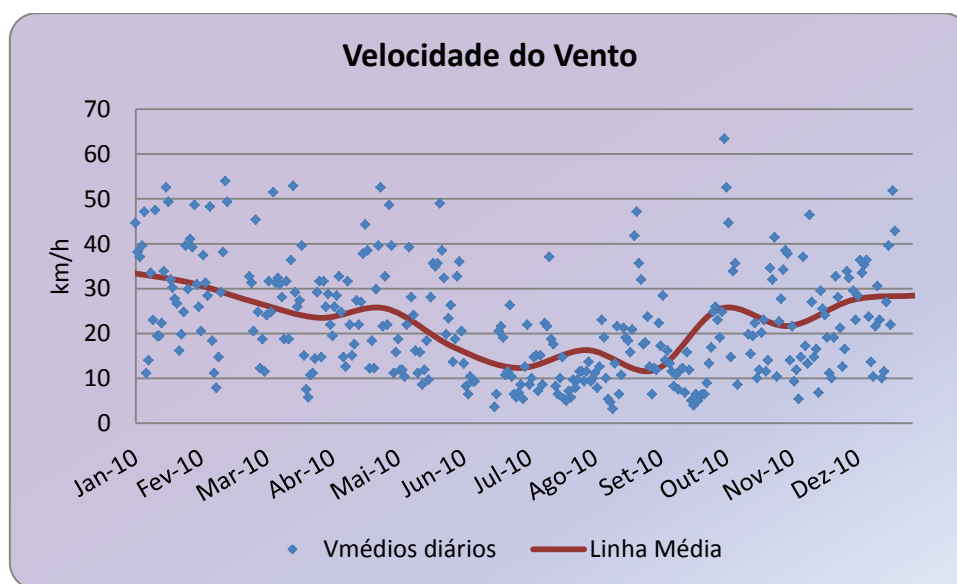


Gráfico 2 – Velocidade do Vento

Segundo o gráfico 2, verifica-se que o valor máximo de velocidade registado foi de cerca de 63 km/h no mês de Janeiro.

5.1.2. Precipitação

No gráfico 3 estão representados os valores médios diários de precipitação (mm) registados na estação de Monitorização de Qualidade do Ar na Região Autónoma dos Açores durante 2010. A eficiência de recolha de dados foi de 90%.

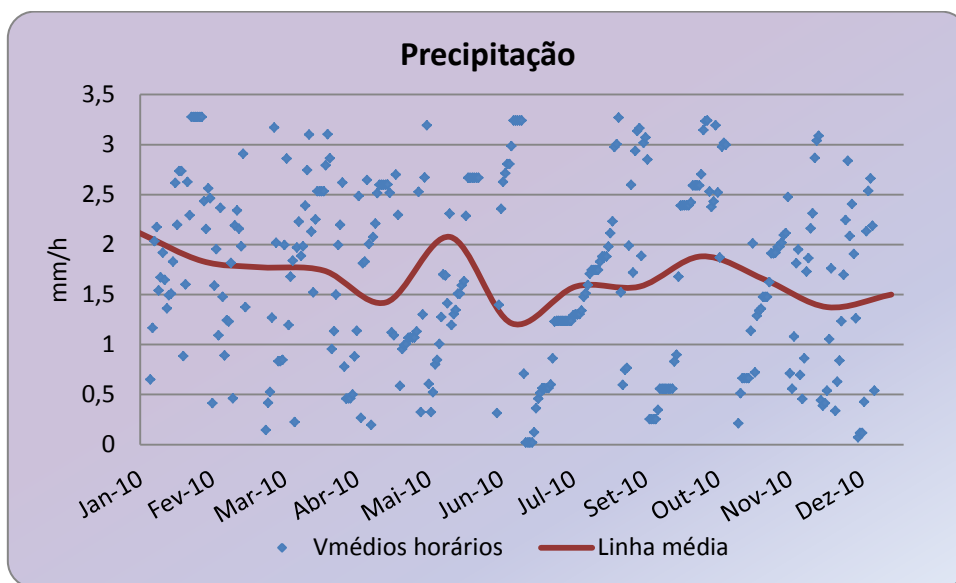


Gráfico 3 – Precipitação

Verificou-se que a precipitação foi uma presença constante quer no período de Verão quer no de Inverno.

5.1.3. Humidade Relativa

No gráfico 4 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 em 2010. A eficiência de recolha de dados foi de 85%.

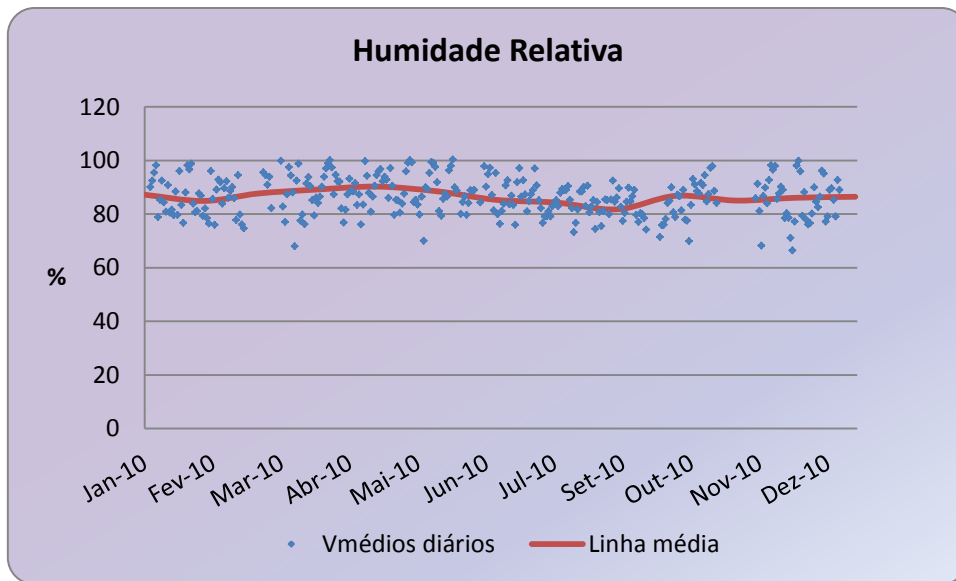


Gráfico 4 – Humidade Relativa

Verifica-se que a humidade relativa na Região Açores concentrou-se essencialmente entre os 75 e os 100% e a humidade média relativa foi de 87%.

5.1.4. Temperatura

No gráfico 5 estão representados os valores médios diários da temperatura (°C) registados na estação de Monitorização de Qualidade do Ar da Região Autónoma dos Açores durante 2010. A eficiência de recolha de dados foi de 85%.

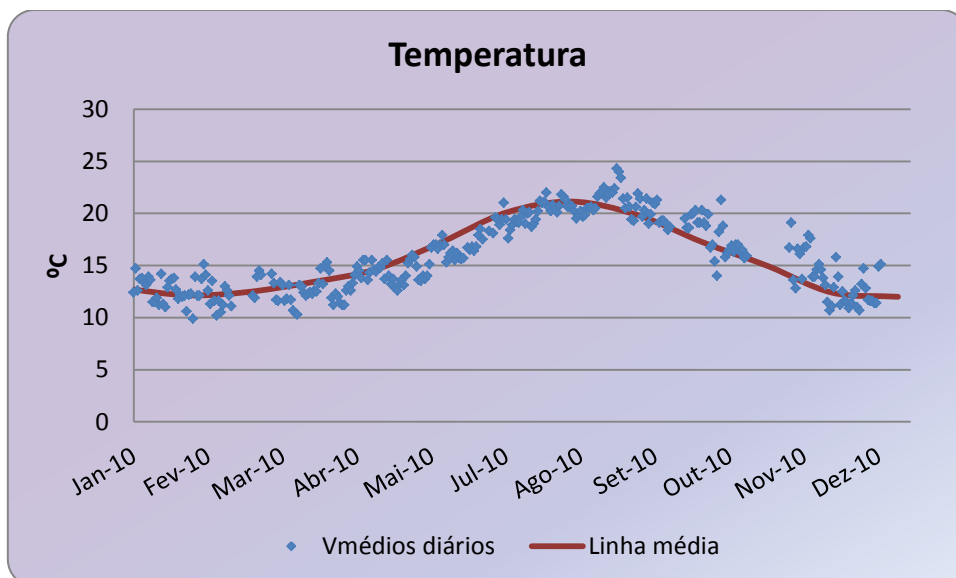


Gráfico 5 – Temperatura do Ar

Os meses que registaram temperaturas mais elevadas foram Julho, Agosto e Setembro. Sendo de salientar que os meses que registaram temperaturas mais baixas foram: Fevereiro, Março e Dezembro.

Tal como seria expectável numa região de clima temperado, podemos constatar que o Verão de 2010 obteve temperaturas médias que não ultrapassaram os 24 °C e o Inverno com temperaturas médias que raramente ficaram abaixo do 10 °C.

5.1.5. Intensidade de Radiação

No gráfico 6 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 2010. A eficiência de recolha de dados foi de 85%.

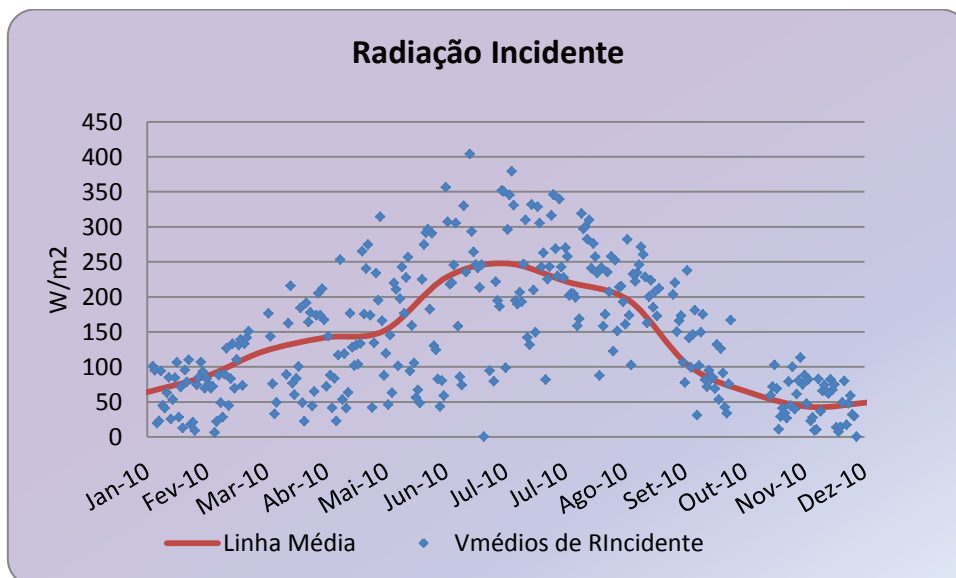


Gráfico 6 – Intensidade de Radiação

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 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 dos valores alvo, 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 dos 75% de dados recolhidos.

No caso do Ozono, para verificação dos requisitos impostos pela legislação, indicam-se no Quadro 15 os critérios de validade aplicáveis aos vários parâmetros estatísticos.

Quadro 15 – Critérios de Validade Aplicáveis para o O₃

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)
N.º de Excedências e Valores Máximos Anuais	Valores relativos a 5 meses do semestre de Verão (Abril-Setembro)

Relativamente à eficiência da recolha dos dados registada em 2010, verifica-se que foi um ano caracterizado por taxas de eficiência superiores a 80%. A exceção recai nos registos do analisador do dióxido de ozono, onde só foi possível a obtenção de uma taxa de eficiência superior a 70%, tal como se pode ver no quadro 14.

Quadro 16 – Eficiências de 2010

Poluentes	Eficiência (%)			
	Valor Anual (base horária)	Valor Anual (base diária) (base octo-horária para O ₃)	Valor de Inverno* (base horária)	Período entre as 8h e as 20h** (base horária)
SO₂	83	85	87	N/A
PM₁₀	87	89	N/A	N/A
PM_{2,5}	85	92	N/A	N/A
NO₂	71	73	N/A	N/A
O₃	89	89	N/A	90

* Período de Inverno: 1 de Outubro a 31 de Março;

** Utilizado para o cálculo do AOT40.

A eficiência do dióxido de azoto ficou a dever-se ao facto de este só ter começado a funcionar em Março de 2010. Este analisador foi alvo de uma intervenção técnica profunda, tendo sido necessário o seu envio para reparação na empresa que o forneceu.

5.2.2. Partículas em Suspensão (PM10)

Quadro 17 – Dados Estatísticos

Parâmetro	Valor Anual (base horária)	Valor Anual (base diária)
Média (µg/m³)	6,7	6,7
Máximo (µg/m³)	49,0	25,5

Quadro 18 – Protecção da Saúde Humana

Protecção da Saúde Humana	
VL = 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (base diária) Excedências Permitidas = 35 dias	Valor Obtido ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) VL = 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (base anual)
0 dias de excedências	6,7

VL – Valor limite

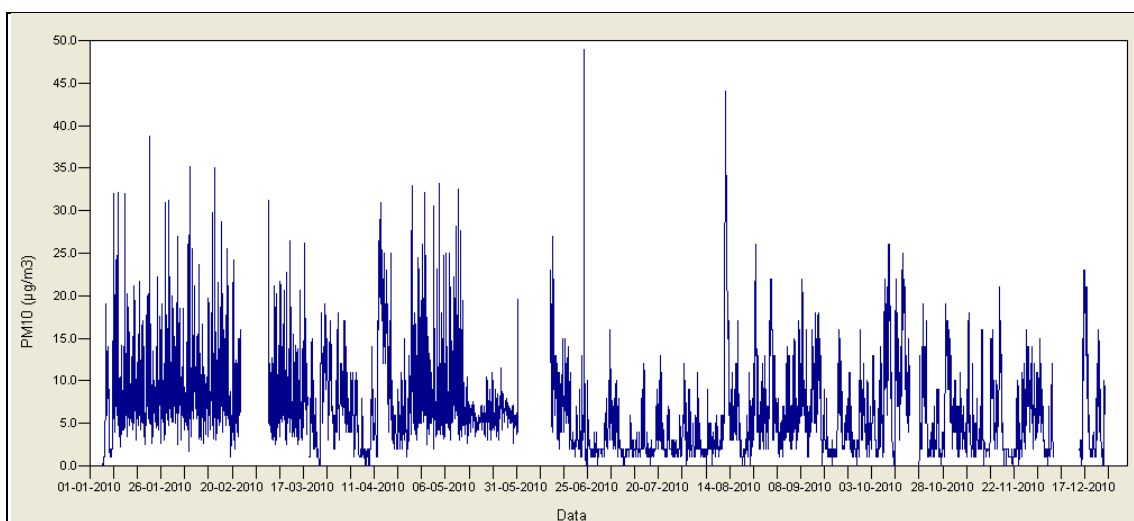


Gráfico 7 – Registos de 2010 para o poluente PM10

5.2.3. Partículas em Suspensão (PM2,5)

Quadro 19 – Dados Estatísticos

Parâmetro	Valor Anual (base horária)	Valor Anual (base diária)
Média ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	3,0	3,1
Máximo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	78,0	13,2
Percentil 50 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	2,0	2,6
Percentil 95 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	8,7	7,6
Percentil 98 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	11,0	9,5

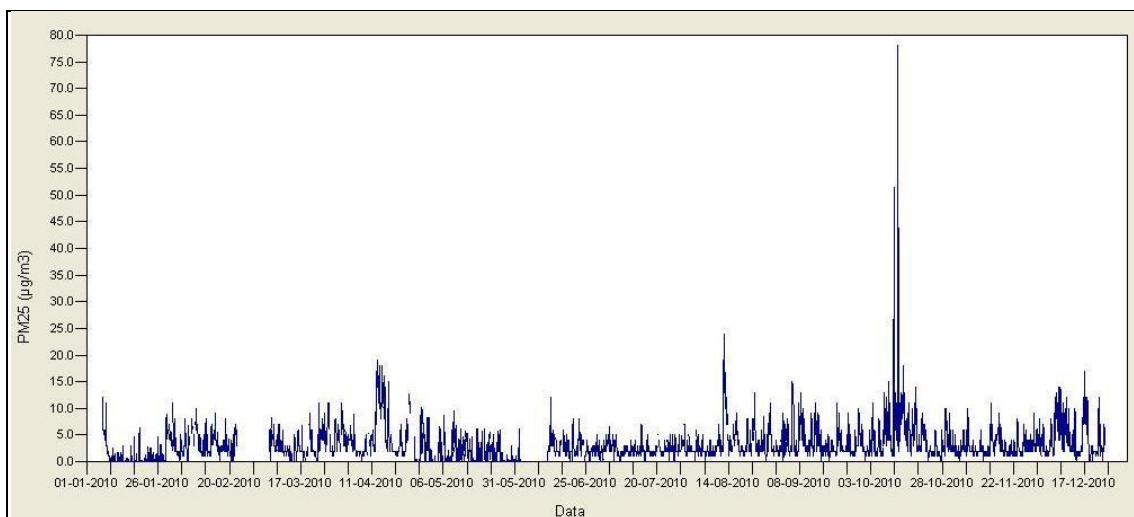


Gráfico 8 – Registos de 2010 para o poluente PM2,5

5.2.4. Dióxido de Enxofre

Quadro 20 – Dados Estatísticos

Parâmetro	Valor Anual (base horária)	Valor Anual (base diária)	Valor de Inverno (base horária)
Média ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	2,1	2,2	1,7
Máximo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	11,9	10,1	7,3

Quadro 21 – Limiar de Alerta e Protecção da Saúde Humana

Limiar de Alerta = 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (medido em 3 h 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
0 excedências	0 horas de excedências	0 dias de excedências

Quadro 22 – Protecção da Saúde Humana

Protecção da Saúde Humana (base diária)	
VL (mediana*) = 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	VL (percentil 98**) = 250 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
1,8	7,0

*mediana dos valores médios diários obtidos durante o ano;

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

Quadro 23 – Protecção dos Ecossistemas

Protecção dos Ecossistemas	
VL = 20 µg/m ³ (período de Inverno)	VL = 20 µg/m ³ (base anual)
1,7	2,1

Período de Inverno: 1 de Outubro a 31 Março.

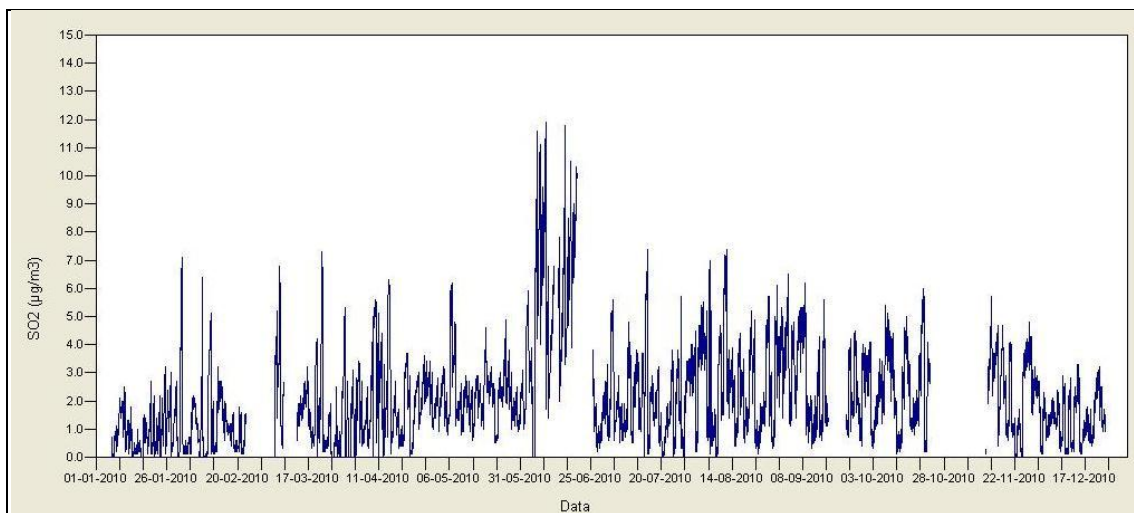


Gráfico 9 – Registos de 2010 para o poluente SO₂

5.2.5. Ozono

Quadro 24 – Dados Estatísticos

Parâmetro	Valor Anual (base horária)	Valor Anual (base 8 horas)
Média (µg/m ³)	72,0	72,0
Máximo (µg/m ³)	129,6	125,3

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 25 – Protecção da Saúde Humana e da Vegetação

Protecção da Saúde Humana		Protecção da Vegetação
Base Horária		Período de referência (Maio a Julho)
Limiar de Alerta à população = 240 µg/m ³	Limiar de Informação à população = 180 µg/m ³	AOT40 * Valor-Alvo = 18 000 µg/m ³
0 excedências	0 excedências	1 excedências

* AOT40 (expresso em µg/m³.h) designa a soma da diferença entre as concentrações horárias superiores a 80 µg/m³ (=40 partes por bilião) e o valor 80 µg/m³, num determinado período, utilizando apenas os valores horários determinados diariamente entre as 08h00 e as 20h00.

** Valor real.

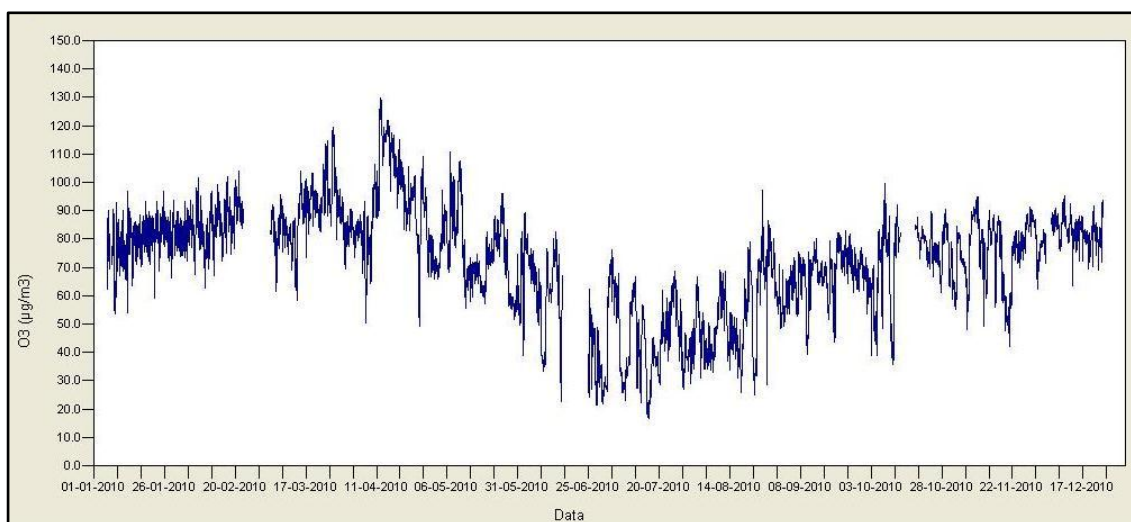


Gráfico 10 – Registos de 2010 para o poluente O₃

6. Índice de Qualidade do Ar

O índice de qualidade do ar (IQAr) traduz a qualidade do ar de uma determinada aglomeração, área industrial ou cidade, através de uma classificação simples e intuitiva, baseada na comparação das concentrações medidas com gamas de concentrações associadas a uma escala de cores. A informação sobre a qualidade do ar deverá ser de fácil acesso ao público, através da consulta directa ou através dos órgãos de comunicação social dando resposta às obrigações legais. O índice varia para cada poluente entre “Muito Bom” e “Mau”, de acordo com a matriz de classificação (quadro 24). Esta classificação foi preparada de modo a incorporar no seu cálculo a alteração dos valores limite, devido a variação das respectivas margens de tolerância, ao longo do tempo. Desta forma os resultados obtidos num determinado ano não são directamente comparáveis com os de outro ano, uma vez que a gama de concentrações da matriz de classificação se adapta todos os anos até 2010. Altura em que deixará de existir qualquer margem de tolerância para os poluentes considerados no cálculo do índice.

Quadro 26 – Matriz de classificação do IQAr para 2010

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

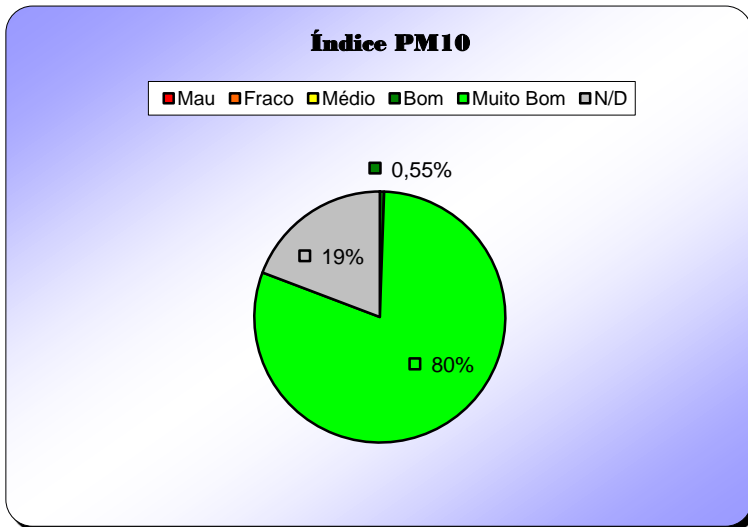
NOTA: Todos os valores anteriormente indicados estão em µg/m³

Salienta-se que em 2010 o único poluente em que os limites foram ajustados foi o dióxido de azoto. Os restantes já não sofreram qualquer alteração em relação a 2009.

Independentemente de quaisquer factores de sinergia entre diferentes poluentes, o grau de degradação da qualidade do ar estará dependente da pior classificação verificada entre os diferentes poluentes considerados, pelo que o IQAr será definido a partir do poluente que apresentar pior classificação.

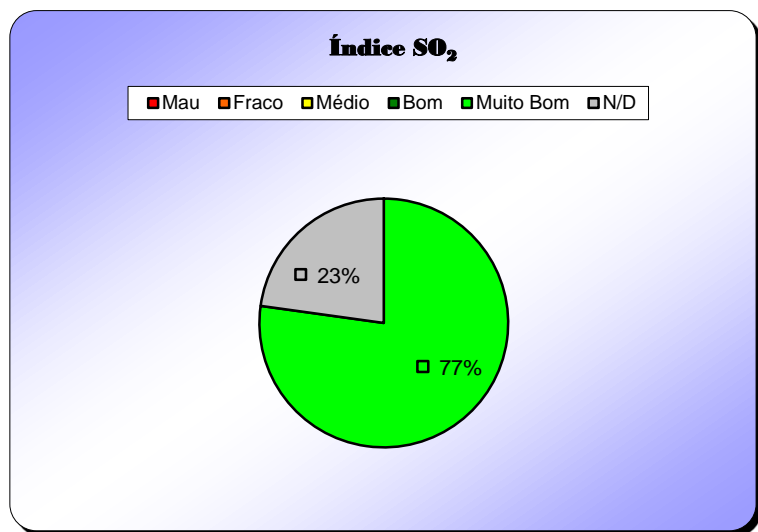
6.1. Índice de Qualidade do Ar para os Poluentes

Seguidamente apresentam-se os índices para cada um dos poluentes monitorizados na estação em 2010.



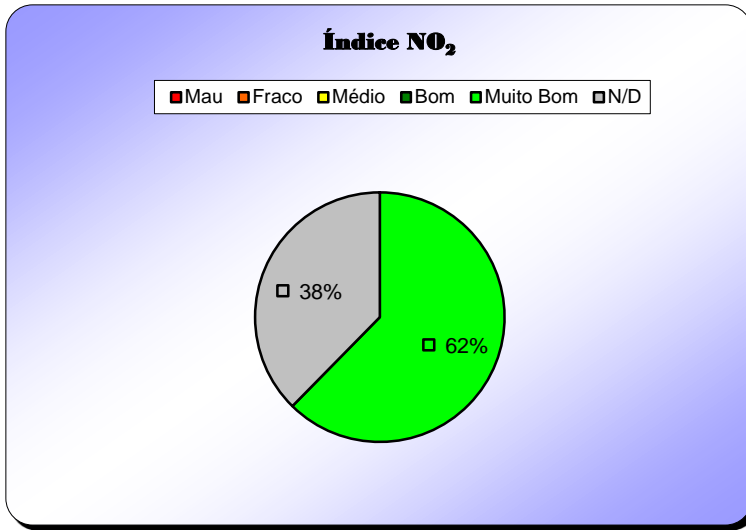
De acordo com o gráfico, verifica-se que os valores obtidos durante 2010 tiveram a classificação de “Muito Bom”, ou seja, foram registados valores de concentração iguais ou inferiores a $19 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Gráfico 11 – Índice PM10



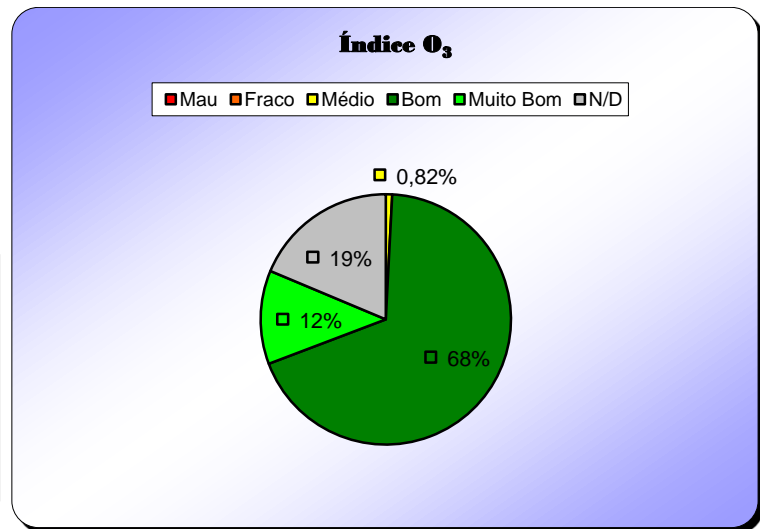
De acordo com o gráfico, verifica-se que os valores obtidos durante 2010 tiveram a classificação de “Muito Bom”, ou seja, foram registados valores de concentração iguais ou inferiores a $139 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Gráfico 12 – Índice SO₂



De acordo com o gráfico, verifica-se que os valores obtidos durante 2010 tiveram a classificação de “Muito Bom”, ou seja, foram registados valores de concentração iguais ou inferiores $99 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Gráfico 13 – Índice NO₂



De acordo com o gráfico, verifica-se que os valores obtidos durante 2010 tiveram a classificação de “Bom”, ou seja, foram registados valores de concentração entre 60 e $119 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Gráfico 14 – Índice O₃

6.2. Índice Global de Qualidade do Ar

Sabendo que o índice global da qualidade do ar é determinado pelo poluente com pior classificação, significa que o índice de qualidade do ar da Região Açores terá a classificação de “Bom”, sendo o Ozono o poluente determinante.

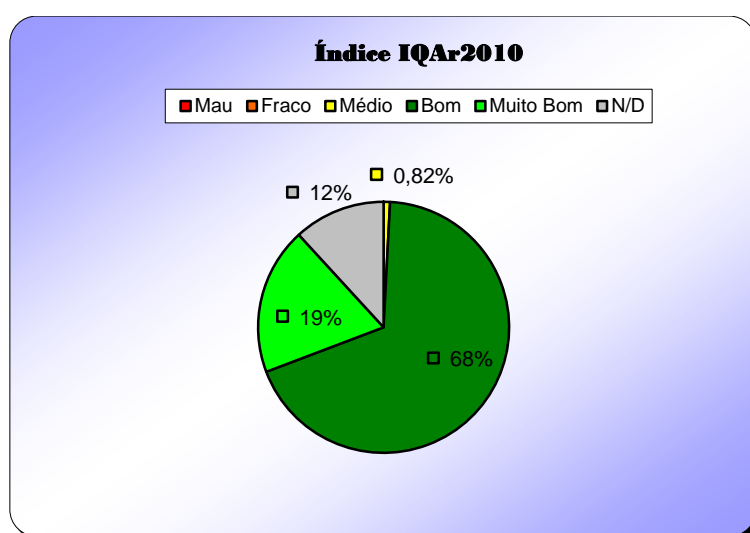


Gráfico 15 – Índice Qualidade do Ar 2010 – Açores

7. 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, a maioria dos poluentes superou os 75% de dados validados. A excepção foi somente o dióxido de azoto, que só foi possível atingir uma eficiência de 70%, pelo facto deste analisador ter sido alvo de uma intervenção técnica profunda.

Dos poluentes monitorizados na estação de caracterização da qualidade do ar na RAA, o único poluente que requer uma vigilância mais atenta é o Ozono, pois é aquele que tem apresentado valores mais elevados. Nomeadamente pelo facto de terem sido registadas algumas excedências aos valores alvo. Essas excedências dizem respeito ao valor máximo das médias octo-horárias do dia ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Em 2010, verificou-se apenas uma excedência e 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, o valor registado é bastante inferior ao valor alvo actual.

Importa referir que, desde o início do funcionamento da estação, e para todos os poluentes monitorizados, não foram registados quaisquer valores superiores ao Valor Limiar de Alerta à População.

Assim sendo, verifica-se que o índice de qualidade do ar na Região Açores tem a classificação de “Bom”, condicionada pelo poluente Ozono.

8. Considerações Finais

Com o objectivo de aumentar a rede de monitorização da qualidade do ar, em particular da RAA, está prevista, durante o presente ano, a instalação e activação de mais duas estações para monitorização da qualidade do ar nos Açores. A localização das mesmas será na ilha de S. Miguel, sendo uma das estações de tipologia⁵ urbana de fundo e a outra urbana de tráfego.

⁵ Os tipos de estações, no que diz respeito às fontes de emissão dominantes e que determinam a qualidade do ar medida na estação, são:

- **tráfego** - estações cuja localização leva a que o seu nível de poluição seja influenciado principalmente pelas emissões do tráfego rodoviário de uma rua/estrada situada na proximidade;
- **industrial** - estações cuja localização leva a que o seu nível de poluição seja influenciado principalmente por fontes industriais isoladas ou áreas industriais situadas na proximidade;
- **fundo** - estações cujo nível de poluição não é influenciado pelo tráfego automóvel nem pela indústria.

9. Referências Bibliográficas

- ✚ Relatório da Qualidade do Ar 2009 – Direcção Regional do Ambiente dos Açores, RAA.
- ✚ Base de dados on-line sobre qualidade do ar: <http://www.qualar.org>

10. Anexos

10.1. Histórico dos dados da EMQA-Açores

10.1.1. Partículas em Suspensão (PM10)

Quadro 27 – 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
2009	56	58	4928	211	4,9	4,8	61,0	18,5
2010	87	89	7626	325	6,7	6,7	49,0	25,5

Quadro 28 – Protecção da Saúde Humana

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
2009	0 dias de excedências	4,8
2010	0 dias de excedências	6,7

VL – Valor limite

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

10.1.2. Partículas em Suspensão (PM2,5)

Quadro 29 – 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
2009	79	82	6934	301	2,7	2,7	25,5	10,0
2010	85	92	7433	335	3,0	3,1	78,0	13,2

Quadro 30 – 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

2009	2,0	2,3	7,0	5,6	9,0	7,7
2010	2,0	2,6	8,7	7,6	11,0	9,5

10.1.3. Dióxido de Enxofre

Quadro 31 – 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	48	2745	117	2 098	1,5	1,5	1,0	19,5	11,0	8,1
2009	32	35	41	2803	127	1 773	1,6	1,5	1,4	24,7	9,7	15,8
2010	83	85	87	7295	312	3795	2,1	2,2	1,7	11,9	10,1	7,3

Quadro 32 – Limiar de Alerta e Protecção da Saúde Humana

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
2009	0 excedências	0 horas de excedências	0 dias de excedências
2010	0 excedências	0 horas de excedências	0 dias de excedências

Quadro 33 – Protecção da Saúde Humana

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
2009	0,8	8,6
2010	1,7	2,1

*mediana dos valores médios diários obtidos durante o ano;

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

Quadro 34 – Protecção dos Ecossistemas

Ano	Protecção dos Ecossistemas

	VL = 20 µg/m ³ (período de Inverno)	VL = 20 µg/m ³ (base anual)
2007	1,0	0,9
2008	1,0	1,5
2009	1,4	1,6
2010	1,7	2,1

Período de Inverno: 1 de Outubro a 31 Março.

10.1.4. Óxidos de Azoto

Quadro 35 – Dados Estatísticos

Ano	Eficiência (%)		Dados Validados (n.º)		Média (µg/m ³)		Máximo (µg/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
2009	-	-	-	-	-	-	-	-
2010	71	73	6186	268	2,6	2,7	14,3	7,5

Quadro 36 – Limiar de Alerta e Protecção da Saúde Humana

Ano	Limiar de Alerta = 400 µg/m ³ (medido em 3 horas consecutivas)	Protecção da Saúde Humana	
		VL + MT = 230 µg/m ³ (2007) VL + MT = 220 µg/m ³ (2008) VL + MT = 210 µg/m ³ (2009) (base horária) Excedências Permitidas = 18 h	VL + MT = 46 µg/m ³ (2007) VL + MT = 44 µg/m ³ (2008) VL + MT = 42 µg/m ³ (2009) (base anual)
2007	0 excedências	0 horas de excedências	0,8
2008	0 excedências	0 horas de excedências	1,5
2009	-	-	-
2010	0 excedências	0 horas de excedências	2,7

VL (base horária) = 200 µg/m³;
VL (base anual) = 40 µg/m³

Quadro 37 – Protecção da Saúde Humana

Ano	Protecção da Saúde Humana (base anual)
	VL (percentil 98*) = 200 µg/m ³
2007	4,0
2008	4,9
2009	-
2010	2,7

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

10.1.5. Ozono

Quadro 38 – 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
2009	44	43	3 873	3 840	70,0	70,0	150,9	147,2
2010	89	89	7786	7765	72,0	72,0	129,6	125,3

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 39 – Protecção da Saúde Humana e da Vegetação

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	6 dias de excedências	7 447,6
2009	0 excedências	0 excedências	4 dias de excedências	11 084,2 **
2010	0 excedências	0 excedências	1 dia de excedências	1167***

* 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.

** Valor estimado.

*** valor real.

10.2. Excedências

Quadro 40 – Excedências Ozono – base octo-horária

Data Início	Data Fim	Duração	Valor Máximo (VL = 120,0 µg/m ³)
12-04-2010 07:00	13-04-2010 02:00	19 h	125,3