

Maria Neves Almeida

**O OZONO TROPOSFÉRICO (O₃) E
PARTÍCULAS FINAS (PM₁₀): ADMISSÃO
HOSPITALAR DOS RESIDENTES NOS
CONCELHOS DE AMADORA E SINTRA**

**Dissertação de Mestrado em Cidadania Ambiental e
Participação**

2013

Prof. Dr. Fernando Caetano
Prof. Dr.^a Ana Paula Figueira Vaz-Fernandes

UNIVERSIDADE
AbERTA
www.univ-ab.pt

Aos homens da minha vida:

António, Diogo e João

AGRADECIMENTOS

A elaboração desta dissertação de mestrado só foi possível graças a colaboração e contributo, de forma direta ou indireta, de várias pessoas e instituições, às quais gostaria de apresentar as minhas palavras de gratidão e reconhecimento:

Aos professores Fernando Caetano e Ana Paula Fernandes que abraçaram este projeto desde o início, com constantes interrupções da minha parte. Principalmente pelo encorajamento nos momentos de desalento e cansaço.

Aos conselhos de Administração dos 3 Centros Hospitalares e do Hospital Fernando da Fonseca por autorizarem o acesso aos GDH das instituições;

A Dr.^a. Mariana Neto e Dr.^a Marina Santos da Direção Geral da Saúde pela sua disponibilidade e partilha de conhecimentos e ideias;

A Dra. Fátima Candoso e Dra. Cláudia Borges da A.C.S.S. por disponibilizar a informação solicitada;

As minhas colegas e amigas; Alcide Gonçalves, Heliana Vilela, Teresa Nunes e Sílvia Duarte por toda a ajuda prestada, na leitura atenta, correções e sugestões.

Por último e não menos importante á minha família, pelo apoio e presença constante em todos os momentos desta longa caminhada.

O meu mais profundo agradecimento a todas as pessoas que contribuíram para a realização desta dissertação de mestrado.

Índice

1	Introdução.....	2
1.1	Contextualização do estudo	2
1.2	Objetivos do Estudo.....	3
2	A poluição atmosférica e a atividade humana.....	6
2.1	Caracterização da atmosfera	7
2.2	Os principais poluentes atmosféricos e seus efeitos na saúde	9
2.2.1	Ozono troposférico	11
2.2.2	Partículas	16
2.2.3	Caracterização das Partículas	17
2.3	A Qualidade do ar	23
2.3.1	Parâmetros medidos e sua importância	24
2.4	Políticas Internacionais e Nacionais - Enquadramento legal.....	25
3	Revisão e análise comparativa de estudos publicados sobre a poluição atmosférica e doenças respiratórias	34
4	Caracterização dos concelhos em estudo	40
4.1	Concelho da Amadora	40
4.2	Concelho de Sintra.....	41
4.3	Caracterização atmosférica dos concelhos - Dados Meteorológicos.....	44
5	Material e métodos	46
5.1	Dados e Indicadores.....	46
5.1.1	Dados de saúde	46
5.1.2	Indicadores de internamento hospitalar.....	47
5.1.3	Dados ambientais.....	48
6	Análise dos dados de saúde e ambientais.....	53
6.1	Dados de saúde	53
6.1.1	Centro Hospitalar de Lisboa Ocidental (C.H.L.O).....	55

6.1.2	Centro Hospitalar de Lisboa Norte (C.H.L.N.)	63
6.1.3	Unidade Hospitalar (U.H.).....	65
6.2	Dados ambientais	70
6.2.1	Ozono	70
6.2.2	Partículas	77
7	Resultados e discussão	88
8	Considerações finais.....	92
9	Referências bibliográficas:	97

LISTA DE SIGLAS

ACAP- Associação Automóvel de Portugal

ACSS- Administração Central do Sistema de Saúde

APA- Agencia Portuguesa do Ambiente

AML- Área Metropolitana de Lisboa

CAFE - Clean Air for Europe

CCDR -Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional

CCDR-LVT- Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional de Lisboa e Vale do Tejo

CH- Centro Hospitalar

CID- Classificação Internacional de Doenças

CO- Monóxido de Carbono

CO₂- Dióxido de Carbono

CO₂- Dióxido de Carbono equivalente

COV- Compostos Orgânicos Voláteis

EPA- Environmental Protection Agency

EU- União Europeia

GDH- Grupos de Diagnósticos Homogéneos

GEE- Gases com Efeito de Estufa

IC – Itinerário Complementar

IM- Instituto de Meteorologia

IQAr -Índice de Qualidade do Ar

N₂O- Óxido nitroso

NH₃- Amónia

NO₂- Dióxido de Azoto

NO_x - Óxidos de Azoto

WHO- World Health Organization

O₃- Ozono

OCDE- Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico

OMS- Organização Mundial de Saúde

ONDR- Observatório Nacional das Doenças Respiratórias

PM_{2,5} - Particulate Matter (partículas) com diâmetro inferior a 2,5 µm

PM₁₀ - Particulate Matter (partículas) com diâmetro inferior a 10 µm

SNS- Serviço Nacional de Saúde

SO₂- Dióxido de enxofre

TMA- Trafego médio anual

TMD- Trafego médio diário

EU- União Europeia

QuaLar- Base de Dados On-line sobre a Qualidade do Ar da Agência Portuguesa do Ambiente

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Composição média dos gases presentes na atmosfera.	9
Tabela 2 – Principais poluentes atmosféricos e efeitos na saúde (WHO, 2004).....	19
Tabela 3 - Estratégia Temática sobre a poluição atmosférica.....	26
Tabela 4 - Anexo I do DL 320/03: Especificações, valores alvo aplicáveis ao ozono	28
Tabela 5 - Anexo II do DL 320/03: Limiares de informação e alerta aplicáveis ao ozono.	29
Tabela 6 - Anexo III do DL 111/02: Valores Limite para as partículas em suspensão PM ₁₀	29
Tabela 7 – Políticas e medidas adotadas nos concelhos.	31
Tabela 8 – Resumo de estudos científicos	36
Tabela 9 - Concelhos da AML Norte.	40
Tabela 10 - Evolução da população residente nos dois concelhos.	42
Tabela 11 – Concentração de poluentes nos concelhos durante o ano de 2007.....	51
Tabela 12 - Código GDH e respetivas doenças diagnosticadas.....	54
Tabela 13 - Códigos de doenças respiratórias mais frequentemente registados no concelho de Sintra durante o triénio de 2007-2009. A negrito apresentam-se os Códigos em que houve um aumento de registo de doenças.....	57
Tabela 14 - Código das doenças respiratórias mais frequentemente registadas no concelho de Amadora durante o triénio 2007-2009 - A negrito apresentam-se os Códigos em que houve um aumento de registo de doenças.....	58
Tabela 15 - Códigos de doenças respiratórias mais frequentemente registados no CHLC de utentes residentes no concelho de Amadora; A negrito apresentam-se as doenças em que houve um aumento de registo.....	61
Tabela 16 - Códigos de doenças respiratórias mais frequentemente registados no CHLC de utentes residentes no concelho de Sintra; A negrito apresentam-se as doenças respiratórias em que houve um aumento de registo.....	62
Tabela 17 - Códigos de doenças respiratórias mais frequentemente registados na U.H. de utentes residentes no concelho de Amadora. A negrito apresentam-se as doenças respiratórias em que houve um aumento de registo.....	68
Tabela 18 - Códigos de doenças respiratórias mais frequentemente registados na U.H. de utentes residentes no concelho de Sintra. A negrito apresentam-se as doenças respiratórias em que houve um aumento de registo.....	68
Tabela 19 - Concentrações mínimas e máximas de O ₃ e número de dias em que se verificaram excedências ($\geq 180\mu\text{g}/\text{m}^3$) A negrito n.º de dias em que se registaram excedências.	77
Tabela 20 – Concentrações mínimas e máximas de PM ₁₀ e número de dias em que se verificaram excedências ($\geq 50\mu\text{g}/\text{m}^3$); A negrito o n.º de dias em que se registaram excedências.	85

Índice de Figuras

Figura 1 – Estrutura da atmosfera.....	8
Figura 2 – Reação fotoquímica para a formação de precursores de ozono.....	12
Figura 3 – Diplomas legais da União Europeia e Nacional	27
Figura 4 – Freguesias do Município da Amadora.....	41
Figura 5 – Município de Sintra; população residente por freguesia.	42
Figura 6 – Evolução da população dos concelhos de Amadora e Sintra, durante os anos de: 1981, 1991, 2001 e 2011.	43
Figura 7 – Mapa com identificação das aglomerações e zonas.	50
Figura 8 - Evolução das doenças respiratórias por ano e concelho, do CHLO.....	55
Figura 9 – Evolução do diagnóstico de doenças respiratórias ao longo dos anos de 2004 à 2009, por faixa etária, no C.H.L.O.....	56
Figura 10 - Evolução dos casos registados no CHLC, provenientes dos concelhos de Amadora e Sintra ao longo dos anos (2004-2009)	59
Figura 11- Evolução do diagnóstico de doenças respiratórias ao longo dos anos de 2004 a 2009, por faixa etária, no C.H.L.C.....	60
Figura 12 – Códigos das doenças respiratórias mais frequentes, registadas no C.H.L.C. provenientes dos dois concelhos.....	61
Figura 13 – Número de doenças respiratorias registadas no C.H.L.N, durante os anos de 2004-2009, de utentes residentes nos concelhos de Amadora e Sintra.	63
Figura 14 - Evolução do diagnóstico de doenças respiratórias ao longo dos anos de 2004 a 2009, por faixa etária, no C.H.L.N.....	64
Figura 15 - Códigos de doenças respiratórias mais frequentemente registados por concelho.	65
Figura 16 - Número de casos de doenças respiratórias registadas na U.H, por concelho e por ano.	65
Figura 17 - Evolução do diagnóstico de doenças respiratórias ao longo dos anos de 2004 à 2009, por faixa etária, na U.H.....	66
Figura 18 – G.D.H. das doenças respiratórias mais frequentemente registadas na U.H., durante os anos de 2004-2009, de utentes residentes nos concelhos de Amadora e Sintra.	67
Figura 19 - Concentração de O ₃ – Estação de medição da Reboleira, dia 14 de julho de 2004.	71
Figura 20 - Concentração de O ₃ - Estação Mem Martins entre as 16 horas e as 00 horas do dia 16 de junho de 2004.	71
Figura 21 - Concentração de O ₃ - Estação de medição de Mem Martins, durante os meses de junho, julho e agosto de 2005.	72
Figura 22 - Concentração de O ₃ – Estação de medição da Reboleira, de 7 a 17 de junho 2005.....	73
Figura 23 – Concentração de O ₃ - Estação de medição de Mem Martins durante os meses de julho, agosto e setembro ano de 2006.	74
Figura 24 – Concentração O ₃ – Estação de medição da Reboleira, de 14 de julho a 12 agosto de 2006....	74

Figura 25 - Concentração O ₃ – Estação de medição da Reboleira, de 29 de julho a 3 agosto de 2007.	75
Figura 26 - Concentração de O ₃ . Estação de medição da Reboleira, dia 14 de agosto de 2009 às 00h00. .	76
Figura 27 - Concentração de O ₃ – Estação de medição de Mem Martins, entre as 20.00h e as 23 horas, do dia 12 de agosto de 2009.	76
Figura 28 - Concentração PM ₁₀ – Estação de medição Mem Martins, durante o ano de 2005.....	78
Figura 29- Concentração PM ₁₀ – Estação de medição Reboleira, durante o ano 2005.....	79
Figura 30– Concentração PM ₁₀ – Estação de medição Mem Martins, durante o ano 2006.....	80
Figura 31 – Concentração PM ₁₀ – Estação de medição Reboleira, ano 2006.....	81
Figura 32- Concentração PM ₁₀ – Estação de medição Mem Martins, ano 2007.	81
Figura 33 – Concentração PM ₁₀ – Estação de medição Reboleira, ano 2007.....	82
Figura 34 – Concentração PM ₁₀ – Estação de medição Mem Martins, ano 2008.	83
Figura 35 – Concentração PM ₁₀ – Estação de medição Reboleira, ano 2008.....	83
Figura 36 - Concentração de PM ₁₀ - Estação de medição de Mem Martins, ano 2009.	84
Figura 37- Concentração de PM ₁₀ - Estação de medição da Reboleira, ano 2009.....	85

ANEXOS

Anexo 1 – ICD-9-CM Official Guidelines for Coding and Reporting

Anexo 2 – Classificação Internacional de Doenças- CID 9

Anexo 3- Protocolo celebrado entre as Autarquias do Concelho de Amadora e o Concelho de Sintra e a Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional de Lisboa e Vale do Tejo (políticas e medidas)

Anexo 4- Código das doenças respiratórias mais frequentemente registadas no CHLO, nos meses em que houve registo de concentrações elevadas de O₃ e PM₁₀

Anexo 5- Código das doenças respiratórias mais frequentemente registadas no CHLC nos meses de Agosto em que houve registo de concentrações elevadas de PM₁₀

Anexo 6- Código das doenças respiratórias mais frequentemente registadas no CHLC nos meses em que houve registo de excedências de O₃

Anexo 7- Código das doenças respiratórias mais frequentemente registadas na U.H de referência nos meses em que houve registo de excedências de O₃

Anexo 8- Código das doenças respiratórias mais frequentemente registadas na U.H de referência nos meses em que houve registo excedências de PM₁₀

Anexo 9- Relação entre o código das doenças respiratórias mais frequentemente registadas e meses em que houve excedências dos poluentes; O₃ e PM₁₀

INTRODUÇÃO

1 Introdução

1.1 Contextualização do estudo

A poluição atmosférica é a “presença na atmosfera de substâncias ou energia que exerçam uma ação nociva suscetível de colocar em risco a saúde humana, de causar danos aos recursos biológicos e aos ecossistemas, de deteriorar os bens materiais e de ameaçar ou prejudicar o valor recreativo ou outras utilizações legítimas do ambiente.” (Borrego, *et al.* 2008).

O Relatório do Estado do Ambiente (2009) informa que a poluição atmosférica é provocada por poluentes atmosféricos, que são substâncias introduzidas, direta ou indiretamente, pelo homem e que exercem uma ação nociva sobre a saúde humana e/ou meio ambiente. Segundo Brook *et al.*, poluição atmosférica é uma mistura complexa e heterogênea de gases, líquidos e partículas.

Existem muitas e variadas definições de poluição ambiental, em todas as definições é consensual que a poluição envolve uma alteração no ambiente e que em determinadas concentrações causa danos à saúde humana e ao meio ambiente.

A poluição atmosférica afeta a *saúde do planeta*, influenciando todos os seres vivos. Uma atmosfera limpa, não poluída é considerada pela World Health Organization (WHO), (WHO, 2005) como um dos requisitos básicos para a saúde humana e o seu bem-estar. Porém a poluição atmosférica continua a ser considerada um fardo pesado e uma ameaça à saúde das populações, sendo responsável por mais de dois milhões de mortes prematuras por ano (WHO, 2005).

1.2 Objetivos do Estudo

Neste contexto o presente estudo procura analisar os efeitos na saúde humana provocada pela exposição aos poluentes atmosféricos partículas (PM_{10}) e ozono (O_3), na população residente nos concelhos de Amadora e Sintra que tenham recorrido aos hospitais do Serviço Nacional de Saúde (S.N.S.) com diagnóstico de doença respiratória.

- Pretende-se analisar/verificar a possível existência de uma relação entre a frequência de registos de doenças respiratórias e as concentrações de poluentes;
- A predominância de registos de doenças respiratórias em faixas etárias, são coincidentes com outros estudos já publicados e referidos ao longo da investigação.

Este trabalho é um contributo para melhor entender a relação entre estes dois poluentes (PM_{10} , O_3) e as doenças respiratórias mais frequentemente diagnosticadas nos Centros Hospitalares (C.H) da região de Lisboa e na Unidade Hospitalar (U.H.) da zona em estudo. Salienta-se a originalidade do mesmo, uma vez que durante a pesquisa do estado da arte foram encontrados vários estudos sobre os poluentes atmosféricos e doenças respiratórias mas tendo como referencia as cidades de Lisboa e Porto e nunca municípios mais periféricos. A escolha destes dois concelhos deve-se ao facto de serem atravessadas por uma das maiores e mais condicionadas vias rodoviárias de entrada na cidade de Lisboa, o Itinerário Complementar 19 (IC 19), visto que uma das maiores fontes das PM_{10} é o tráfego automóvel.

O presente trabalho inicia-se com a noção de poluição atmosférica e apresentação dos objetivos a que se propõe. Ao longo do segundo capítulo analisamos as características e o impacto dos poluentes em estudo na saúde humana e nos ecossistemas, caracteriza-se os poluentes tendo em conta as suas características físicas no caso das partículas e aborda-se o processo de formação de ozono troposférico e a importância da presença de certos compostos químicos e fatores climatológicos necessários a sua formação. Ainda neste capítulo faz-se uma breve caracterização do sistema de monitorização utilizado em Portugal e o enquadramento legal dando uma breve introdução da legislação nacional e internacional utilizada como referencia nos parâmetros medidos.

No capítulo 3 apresenta-se uma sumula dos estudos nacionais e internacionais publicados em revistas de especialidade e utilizados neste trabalho. O capítulo 4 apresenta a caracterização geodemográfica e climatológica dos concelhos em estudo. No capítulo 5 apresenta-se a metodologia utilizada na presente investigação: os dados de saúde e ambientais, que serão posteriormente tratados e analisados no capítulo 6.

No capítulo 7 mediante análise e exploração dos dados apresentam-se os resultados e conclusões obtidas, nesta fase tentar-se-á apresentar através de uma análise estatística simples (frequências) a existência de uma relação entre os poluentes e as doenças respiratórias.

O último capítulo destina-se às considerações finais.

A poluição atmosférica e a atividade humana

2 A poluição atmosférica e a atividade humana.

A poluição atmosférica não é apenas um problema local e exclusivo dos países industrializados. Não é um fenómeno característico das grandes concentrações urbanas afetando os países industrializados bem como os países em vias de desenvolvimento. A qualidade do ar que respiramos é influenciada por diversos fatores; a intensidade do tráfego em geral, a densidade populacional, a topografia do terreno e as condições meteorológicas. As condições atmosféricas, como por exemplo os ventos dominantes, podem levar ao transporte dos poluentes a longas distâncias, podendo transformar um problema de poluição atmosférica de escala local, a uma escala urbana, ou a uma escala regional (atingindo localidades a muitos quilómetros) ou continental e finalmente a escala global. A poluição atmosférica pode então considerar-se um fenómeno global

As condições meteorológicas tais como a temperatura do ar, a humidade relativa, a intensidade da radiação solar, anticiclones e o vento (Reis, 2008) são fatores que afetam a dispersão e concentração dos poluentes numa determinada área, que por sua vez influenciam grandemente o grau de poluição e a qualidade do ar que respiramos. Assim podemos afirmar que a poluição e condições meteorológicas propícias são fatores relevantes para a saúde das populações (Gomes, 2002).

A qualidade do ar nos grandes centros urbanos tem vindo a degradar-se o que se deve à utilização de fontes energéticas poluentes. Uma das principais fontes de poluentes são os veículos automóveis que usam combustíveis fósseis (gasolina, gásóleo), o aumento da industrialização e a sua grande diversificação, o aquecimento das habitações, os processos industriais e a incineração de matérias. Todas estas atividades originam a libertação de novos e perigosos poluentes. No entanto, de entre os poluentes que atualmente podemos identificar numa atmosfera poluída os mais comuns, que resultam do uso de combustíveis fósseis nos transportes e nas atividades industriais e que serão abordados no presente estudo são; as partículas (PM) e óxidos de azoto (NO_x), um dos poluentes precursores do ozono (O_3).

O desenvolvimento tecnológico e a expansão das cidades com conseqüente aumento demográfico, fenómeno progressivo com tendência a aumentar, produziu importantes alterações ecológicas, e conseqüentemente a expansão da indústria, tantas vezes

anárquica, e o aumento de consumos energéticos relacionados com a industrialização, mas sobretudo com os transportes e o conforto nas habitações. Da conjugação destes fatores resultou um aumento da poluição antropogénica.

O aumento crescente da emissão de poluentes atmosféricos que se tem vindo a verificar a nível mundial, tem tido consequências globais a nível de alterações do clima (IPCC,1990; Houghtone, 2004; Bytnerowicz, 2007) da deposição de substâncias nocivas no solo e nas plantas, sendo também responsável por danos na saúde, na redução da produção agrícola, danos na floresta, degradação de construções e obras de arte (United Nations Publications, 2007; Agarwal, 2009; Watt e Kucera, 2009), na economia dos países (Relatório Stern, 2006; Vallero, 2008) e, de uma forma geral, por desequilíbrios nos ecossistemas.

2.1 Caracterização da atmosfera

A atmosfera consiste numa mistura complexa de diferentes gases e partículas (no estado sólido e líquido). A maior parte da atmosfera encontra-se situada até cerca de 1000 Km da superfície da terra e encontra-se dividida em cinco camadas cada uma com composições e características diferentes;

- Troposfera (0-10 Km) - Esta camada da atmosfera contém toda a humidade, sob a forma de chuva, nuvens e neve, e onde ocorrem todos os fenómenos meteorológicos e mudanças climáticas que caracterizam o clima da terra;
- Estratosfera (10 – 50 Km) - localiza-se a camada de ozono que protege a terra das radiações ultravioletas, impedindo que as mais nocivas atinjam a atmosfera provocando queimaduras solares e cancro da pele;
- Mesosfera (50 – 90 Km) - é a camada mais fria da atmosfera atingindo temperaturas abaixo dos 90°C, nesta camada a temperatura diminui com a altitude;
- Termosfera (90 – 500 Km) – é a camada acima da mesosfera, onde temperatura aumenta com a altitude, a temperatura média da termosfera é de 1.500°C.

- Exosfera (> 500Km) – camada mais externa da atmosfera terrestre, acima dos 500 Km, o ar é rarefeito e as moléculas de gás escapam para o espaço. Há um aumento de temperatura (1.200°C.).

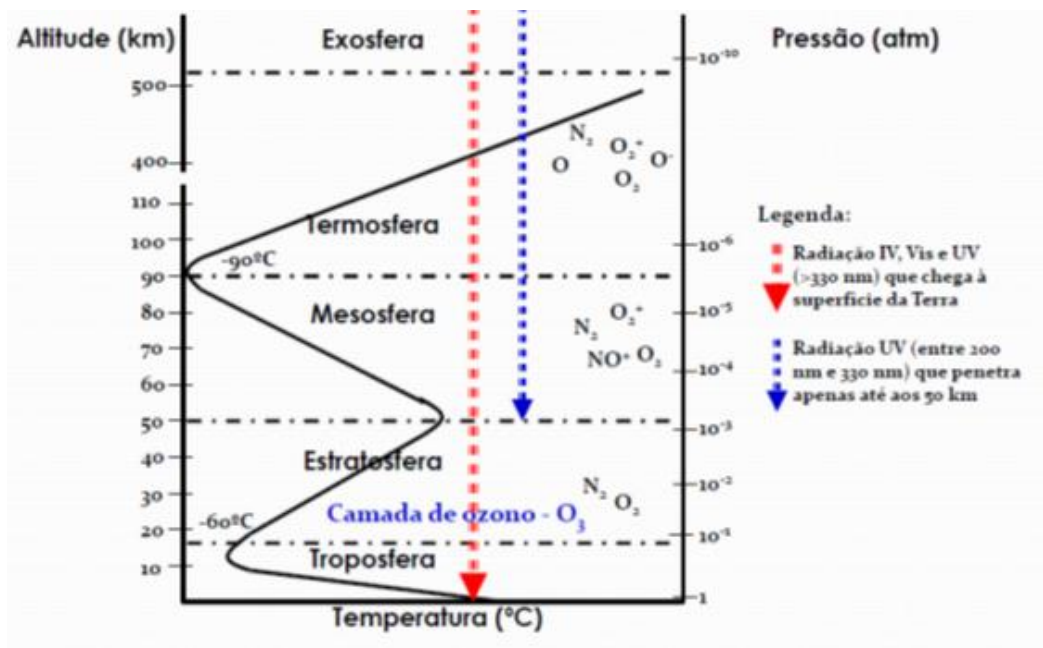


Figura 1 – Estrutura da atmosfera

As três últimas camadas da atmosfera (a mesosfera, a termosfera e a exosfera) representam menos de 1% do total da massa da atmosfera, estando a troposfera representada com 90% e a estratosfera com 9.5%. A diferença entre estas duas camadas são caracterizadas pela temperatura e pressão que variam com a altitude.

A atmosfera é constituída fundamentalmente pelos seguintes compostos e elementos; azoto (N₂), oxigénio (O₂), árgon (Ar), néon (Ne), hélio (He), krypton (Kr), xénon, e dióxido de azoto (NO₂). De uma forma geral a atmosfera consiste então numa mistura contendo diferentes gases, sendo o nitrogénio (78%) e o oxigénio (21%) os gases dominantes nesta mistura; os restantes 1% são constituídos pelos gases raros (árgon, néon, hélio, metano, krypton e hidrogénio) (Harrison, 2006). Os vários poluentes atmosféricos misturam-se com estes componentes caracterizando a qualidade do ar de uma determinada área.

Em termos de composição de uma atmosfera não poluída, esta poderá ser caracterizada da seguinte forma;

Tabela 1 – Composição média dos gases presentes na atmosfera.

Gás	p.p.m. (volume)
Azoto	756.500
Oxigénio	202.900
Água	31.200
Árgon	9.0
Dióxido de carbono	305
Néon	17.4
Hélio	5.0
Metano	0.97 – 1.16
Krypton	0.97
Óxido nitroso	0.49
Hidrogénio	0.49
Xénon	0.08
Vapor orgânico	0.02

Fonte: Agarwal, S.K., 2009

2.2 Os principais poluentes atmosféricos e seus efeitos na saúde

A legislação em vigor, decreto-lei n.º 276/99, define poluentes atmosféricos como substâncias introduzidas, direta ou indiretamente, pelo homem na atmosfera, que exercem uma ação nociva sobre a saúde humana e/ou meio ambiente. Uma avaliação efetuada em 2004 pela World Health Organization (WHO) chegou à conclusão que a poluição atmosférica é responsável por cerca de 100.000 mortes e 725.000 anos de vida perdidos em cada ano nas cidades europeias. As estimativas mais recentes do impacto da poluição atmosférica na saúde dos europeus efetuadas pela Comissão Europeia através do programa Clean Air for Europe (CAFE), estima que 350.000 pessoas

morreram prematuramente durante o ano de 2000 devido as partículas (PM_{2.5}) (EEA, Report, 2005) sendo o ozono responsável por 20.000 mortes por ano.

As pequenas partículas e o ozono são considerados poluentes com grande impacto na saúde humana e atacando fundamentalmente o pulmão (ONDR, 2008; Krzyżanowski *et al.*, 2005) reduzindo a sua capacidade de funcionamento (Chan e Loh, 2002). Existe uma forte relação entre a concentração de partículas e de ozono: quanto maior a poluição devido a estes poluentes maior é o numero de doentes com exacerbação aguda de asma (Chan e Loh, 2002).

As fontes dos diferentes poluentes bem como os efeitos que cada um deles provoca na saúde humana e na vegetação, são muito diversas. A principal característica é a sua origem. A emissão de poluentes para a atmosfera está relacionada com as atividades humanas, sendo os transportes e a indústria as maiores fontes de poluição de origem antropogénica. Assim é possível distinguir dois tipos de poluentes:

Poluentes primários; são emitidos diretamente pelas fontes para a atmosfera (ex. gases resultantes da combustão em motores de veículos motorizados ou das chaminés das indústrias).

Poluentes secundários; resultam de reações químicas que ocorrem na atmosfera e onde intervêm alguns dos poluentes primários. (ex. O ozono troposférico, resultante das reações fotoquímicas que se estabelecem entre óxidos de azoto (NO_x), monóxido de carbono (CO) e os compostos orgânicos voláteis (COV)¹.

Os principais poluentes atmosféricos medidos, nas estações de monitorização da rede oficial de qualidade do ar instaladas em vários locais, são:

- Monóxido de carbono (CO);
- Partículas em suspensão;
- Dióxido de azoto (NO₂);
- Ozono (O₃),
- Dióxido de enxofre (SO₂)
- Chumbo (Pb);

¹ Compostos Orgânicos voláteis (COV): são hidrocarbonetos que resultam de atividades antropogénicas relacionadas com a queima de combustíveis, como sejam todos os processos industriais (centrais térmicas, produção de pasta de papel, siderurgia), os transportes, etc., podendo ainda resultar da evaporação de solventes e combustíveis (directamente dos contentores onde estão armazenados) e de fontes naturais (ex: exsudação de plantas).

Embora estejam presentes mas em menor concentração em relação aos anteriores existem ainda fontes de emissão de metais pesados, compostos orgânicos voláteis (COV), dioxinas e furanos, originados em instalações fabris, cimenteiras e incineradores.

Os poluentes atmosféricos, juntos ou separadamente, exercem sobre o organismo humano, efeitos teratogénicos, carcinogénicos ou mutagénicos podendo também provocar problemas respiratórios, sendo a susceptibilidade a estas, maior nos bebés prematuros, recém-nascidos, idosos e pessoas com doenças respiratórias, o que em conjunto com o fator doenças crónicas do pulmão ou coração se torna um risco.

Vários estudos realizados mostram que existe uma relação entre exposição aos poluentes atmosféricos e efeitos adversos na gravidez, aumentando o risco de partos prematuros, bebés com baixo peso à nascença, sendo a possibilidade ainda maior quando a exposição ao ozono ocorre no segundo e terceiros trimestres da gravidez (ALASA, 2010; EPA, 2010), e infertilidade masculina. (WHO, 2005).

2.2.1 Ozono troposférico

O ozono caracteriza-se como sendo um gás incolor, constituído por 3 átomos de Oxigénio (O), que está presente em duas camadas da atmosfera, a estratosfera e a troposfera.

Quando presente na estratosfera tem uma importante função de proteção. Esta camada de ozono que envolve a Terra, situada entre 25 a 30 Km da superfície terrestre, funciona como um escudo de proteção, absorvendo a radiação solar ultravioleta cujo comprimento de onda se situa no intervalo entre 240 a 320 nm, sendo, portanto indispensável para a existência de vida no nosso planeta.

Na camada mais baixa da atmosfera, a troposfera, que se estende desde a superfície terrestre até uma altitude mínima de 8Km nos pólos e máxima de 16 Km no junto à linha equatorial, a presença do ozono provoca efeitos nefastos na saúde humana e impactos ambientais negativos.

O ozono é o principal constituinte do smog fotoquímico que se traduz por uma névoa ou neblina que se forma alguns metros acima da superfície do solo e que se deve a reações

químicas que ocorrem entre alguns poluentes primários, provenientes da queima de combustíveis fósseis, nomeadamente dos veículos automóveis, seguidas de uma série de reações químicas e fotoquímicas e sob determinadas condições atmosféricas. O smog fotoquímico é um fenómeno recente das grandes metrópoles do século vinte, uma vez que para a formação desta nevoa é necessária a presença de poluentes (NO_x e hidrocarbonetos) provenientes da combustão dos motores dos veículos.

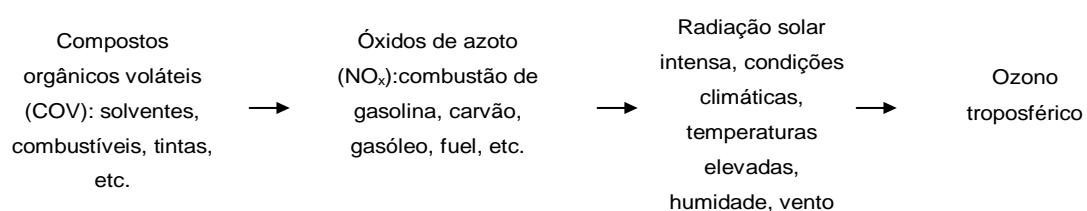
Esta névoa denominada por smog fotoquímico, responsável pela redução da visibilidade nas grandes áreas urbanas, o qual é frequentemente associado a diversos sintomas, particularmente em grupos sensíveis, tais como crianças, doentes cardiovasculares e/ou do foro respiratório e idosos, é frequentemente, apontada como o principal responsável por perdas agrícolas e danos na vegetação, existindo espécies particularmente sensíveis ao seu efeito, tal como o *Pinus Alepensis* (Ferreira, 1995; Reis, 2008).

Segundo Ferreira (1995), os vários estudos levados a cabo nos E.U.A e na União Europeia, confirmaram que as concentrações ambientais atuais de ozono reduzem a produtividade e o rendimento de certas culturas como o tabaco, a beterraba, o rabanete, certas plantas forrageiras, citrinos e outras colheitas agrícolas.

Nos grandes centros urbanos contribui para a degradação de alguns materiais, como a borracha e produtos sintéticos, diminuindo o seu tempo de vida útil e alterando a sua aparência (Reis, 2008).

O Ozono pode então formar-se na atmosfera em resultado de reações fotoquímicas de outros poluentes – óxidos de azoto (NO_x) e compostos orgânicos voláteis (COV's), - radicais de azoto, hidrocarbonetos, entre outros - e na presença da luz solar, conforme ilustrado na Figura 2. Denomina-se, assim um poluente secundário vidé [2.1] ou seja, não é emitido diretamente para a atmosfera.

Figura 2 – Reação fotoquímica para a formação de precursores de ozono.

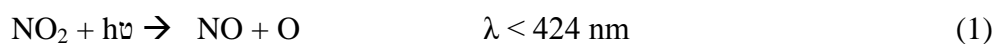


2.2.1.1 Precusores do ozono

Os precusores de ozono são substâncias que contribuem para a formação de ozono troposférico, entre eles os óxidos de azoto (NO_x) e os compostos orgânicos voláteis (COV). Os principais sectores que emitem precusores de ozono são o transporte rodoviário, as centrais de energia elétrica, o aquecimento doméstico, a indústria e a distribuição e armazenamento de combustíveis fósseis. Os sectores da indústria e dos transportes constituem as principais fontes de emissão dos gases precusores do ozono troposférico: 40% e 33% das emissões totais em 2008, respetivamente (Relatório do Estado do Ambiente; 2009). Os ozonos e alguns dos seus precusores são transportados através de longas distâncias na atmosfera podendo ocorrer picos de concentração de ozono a grandes distâncias das suas fontes, sendo por isso considerado um problema transfronteiriço (APA, 2009).

As emissões de óxidos de azoto (NO_x) produzidos pelo tráfego automóvel estão relacionadas com a velocidade dos veículos. Quanto maior a velocidade maior a concentração de emissão de NO_x ; as velocidades mais baixas originam uma grande formação de COV e de monóxido de carbono (Reis, 2008). Mesmo as fontes naturais, como a vegetação, contribuem para a produção de compostos orgânicos voláteis (Fuentes *et al*, 2000). Uma das características do NO_x é que quando inalado, devido à sua baixa solubilidade na água, atinge as regiões mais profundas dos pulmões (brônquios), sendo um oxidante o que faz dele um agente tóxico. O processo de formação de ozono não estaria completo sem a energia solar. A radiação solar e a sua intensidade influenciam as reações químicas que se estabelecem na troposfera (fotodissociação).

A energia solar é essencial no processo de fotodissociação sendo esta uma variável importante na formação do ozono troposférico (Reis, 2008).



O Ozono (O_3) nas zonas poluídas é produzido na presença da radiação solar em que um átomo de oxigénio reage com uma molécula de O_2 para formar O_3 , (eq 1), o ozono formado rapidamente reage com o NO para regenerar NO_2 (eq 2).

Quando os NO_x e COV são expostos à luz solar ocorrem uma série de reações química complexas formando dois subprodutos; o ozono e o aerossol.

A mistura destes dois compostos é o que se denomina por “smog fotoquímico”, que entre outras particularidades tem o efeito de limitar a visibilidade criando uma espécie de nevoeiro. A formação do ozono é considerada um problema regional, dado que pode ser transportado a longas distancias a partir da sua fonte (Wang, 2008).

A formação de ozono ocorre preferencialmente nas estações do ano mais quentes, com maior incidência solar e com grande estabilidade atmosférica, que proporcionam uma menor dispersão dos poluentes e aumentam a probabilidade desses poluentes reagirem entre si. É devido a esta dependência da existência de radiação solar, que os países do sul da Europa são muito mais afetados pelo fenómeno do que os da Europa Central e do Norte (APA, 2009). Devido à necessidade de luz solar para a formação de ozono, as suas concentrações flutuam consoante a altura do dia e a estação do ano, apresentando concentrações mais elevadas no Verão e durante a tarde.

Como já foi referido o ozono e as partículas em suspensão são considerados como os dois principais poluentes atmosféricos, com efeitos negativos na saúde das populações e no ambiente e, de acordo com a Estratégia Temática sobre a Poluição Atmosférica (2005), calcula-se que o ozono seja responsável pela morte prematura de cerca de 21 000 pessoas. As crianças, os idosos e as pessoas que sofrem de asma e de doenças cardiorespiratorias são as mais vulneráveis (WHO,2004; Estratégia, 2005).

2.2.1.2 Efeitos na Saúde

Os efeitos da poluição atmosférica podem fazer-se sentir sobre a pele, nas mucosas, no aparelho respiratório, no aparelho cardiovascular, no aparelho digestivo e sistema nervoso central (S.N.C.), provocando vários tipos de resposta consoante os aparelhos afetados que pode ir desde um simples quadro de sintomas respiratórios até a hipertensão arterial e cancro (Gomes, 2002; Alves *et al.*, 2010).

A presença de concentrações de ozono na baixa atmosfera, troposfera, é um forte irritante do sistema respiratório, causando tosse, irritação da garganta e desconforto na respiração. Existem também indícios de que o ozono pode reduzir a resistência às doenças respiratórias (como por exemplo a pneumonia), lesar os tecidos dos pulmões e agravar doenças pulmonares crônicas (como a asma e a bronquite). A gravidade destes efeitos aumenta com a concentração de ozono no ar, o tempo de exposição e a quantidade inalada.

Jerrett *et al.*, em 2009, analisaram os dados referentes a 448850 indivíduos residentes em 96 cidades dos Estados Unidos da América, durante um período de 18 anos (1982-2000), dos quais 118777 faleceram. Destes 58775 faleceram devido a causas cardiopulmonares, 48884 de causas cardiovasculares e 9891 de causas respiratórias.

Tendo analisado também os dados referentes às medições das concentrações máximas de ozono obtidos durante o período de 1977 a 2000, os investigadores concluíram que existe uma forte relação entre o aumento da concentração dos poluentes medidos (partículas e o ozono) e o risco acrescido de morte por causas cardiopulmonares e respiratórias. As doenças mais frequentemente relacionadas com a poluição atmosférica são; asma, bronquite crónica e cancro do pulmão (Gomes, 2002).

A qualidade do ar que respiramos tem uma grande influência na saúde respiratória das populações (ONDR, 2008), principalmente dos grupos sensíveis cuja capacidade respiratória se encontra em formação ou debilitada (crianças, idosos e indivíduos com problemas respiratórios) (WHO, 2004).

O aparelho respiratório é uma das principais interfaces entre o meio exterior e o interior do organismo e é ele que é permanentemente desafiado a manipular, desintoxicar os gases e partículas inaladas. A superfície desta interface é, no adulto, de 100 m² e contacta diretamente por dia com cerca de 10.000 litros de ar, contendo poluentes gasosos e mais de 100.000 partículas finas (inferior a 2.5 µm) e ultrafinas (inferior a 0.1 µm) por mililitro. Destas, 25% atingem a superfície alveolar composta por 500 milhões de alvéolos.

O aparelho respiratório inicia por onde entra o ar para o corpo, e este pode entrar pela boca como pelo nariz. Compreende estruturas que efetuam a complexa tarefa das trocas do oxigénio (O₂) e do dióxido carbono no corpo humano. O principal órgão é o pulmão

onde ocorre a troca de gases (CO_2 e O_2) e funciona como um filtro purificador do organismo. A respiração é um processo que envolve várias etapas; transporte do ar ambiente para os pulmões, transportando o O_2 para o metabolismo das células e remoção do CO_2 . O processo de respiração pode ser caracterizado pelas seguintes etapas (Selby, 2002):

- Ventilação, com o movimento da massa de ar;
- Trocas gasosas, o O_2 é captado pela difusão;
- Transporte e entrega do O_2 aos tecidos;
- remoção do CO_2 no pulmão onde ocorrem as trocas gasosas.

O sistema respiratório é capaz de processar este bombardeamento constante, através dos seus mecanismos de defesa- nariz, tapete mucocilar, fagocitose macrofágica, neutrófilos e linfócitos - sem ativar a cascata inflamatória, mas mantendo-a apta a responder de forma adequada, a um desafio antigénico, infeccioso ou químico.

2.2.2 Partículas

Uma partícula é definida como uma mistura complexa de compostos orgânicos e inorgânicos, sob a forma sólida ou líquida (Borrego, 2008) suspensas no ar e que são individualmente invisíveis a olho nu (Baird, 1998). No entanto, quando se aglomeram, as pequenas partículas formam uma neblina que dificulta a visibilidade.

As partículas suspensas numa massa de ar não têm todas a mesma dimensão, forma e composição química. Abrangem um extenso grupo de poluentes do ar com diversas origens que podem ir desde as fontes primárias (processos industriais, combustão, fontes naturais) até fontes secundárias (produtos resultantes de reações químicas ocorridas na atmosfera). As maiores fontes naturais de emissão de partículas são os vulcões, e os oceanos que emitem para a atmosfera aerossóis de gotas de água e diversos sais importantes na formação da chuva.

As partículas são um dos principais poluentes em termos de efeitos na saúde humana, particularmente as de menor dimensão que são inaláveis, penetrando no sistema respiratório e danificando-o. Este poluente tem-se caracterizado por ser, pretensamente,

um dos responsáveis pelo aumento de doenças respiratórias (p. ex. o aumento da incidência de bronquite asmática).

2.2.3 Caracterização das Partículas

As partículas sólidas em suspensão no ar têm várias origens, podendo variar na sua dimensão, composição e origem. Nos centros urbanos com uma alta densidade de tráfego rodoviário, parte das partículas são provenientes da fricção dos pneus dos veículos com o asfalto das vias (Martins, 2010).

As partículas são uma mistura complexa de constituintes sólidos, gases e líquidos em suspensão no ar, que inclui sais inorgânicos (nitratos), sulfatos e amónia, um grande número de carbonatos, metais, compostos orgânicos, materiais de origem biológica e gases reativos (SO_2 , NO_x) cobrindo assim uma grande quantidade de poluentes emitidos pelas mais variadas fontes. Uma das características importantes das PM é a sua dimensão e capacidade de transportar gases adsorvidos, levando-os até às zonas mais profundas dos pulmões, onde ocorrem as trocas gasosas. A partícula mais pequena tem cerca de $0.002\mu\text{m}$ (i.e. 2 nm) e a maior cerca de $100\mu\text{m}$ (i.e. 0.1mm). A sua dimensão, massa e composição determinam a divisão em dois grandes grupos; fração fina e fração grosseira, dependendo do seu diâmetro ser maior ou menor que $2.5\mu\text{m}$. A fração grosseira resulta da quebra de várias partículas incluindo as de origem natural tais como as erupções vulcânicas e atividades humanas (agricultura, pedreiras). A fração fina é o resultado de reações químicas e junção de outras pequenas partículas.

As partículas podem, ser classificadas da seguinte forma, tendo em conta a sua dimensão:

Partículas sedimentáveis ($> 10\mu\text{m}$). Estão classificadas pelo peso e tendem a estabelecer-se com facilidade, permanecendo no ar por períodos curtos de tempo, geralmente não representam riscos significativos à saúde humana.

Partículas menores que $10\mu\text{m}$ PM_{10} ($\leq 10\mu\text{m}$). Partículas de diâmetro aerodinâmico igual ou inferior a $10\mu\text{m}$. Consideradas prejudiciais à saúde porque não são retidas pelo sistema de limpeza natural do sistema respiratório.

Partículas menores que 2,5 µm PM_{2.5} (< 2,5 mm). Partículas de diâmetro aerodinâmico igual ou menor que 2,5 µm. Apresentam um maior risco para a saúde humana podendo ser um fator de morte prematura na população.

Quando ocorrem em concentrações excessivas no ar, aumentam sobretudo a incidência de problemas respiratórios, podendo causar danos momentâneos ou deixar sequelas permanentes. Quanto menor a dimensão das partículas, mais graves poderão ser as doenças respiratórias, porque maior será a penetração nas zonas mais profundas dos pulmões. Atualmente, o efeito negativo das partículas é uma das principais fontes de preocupação nos grandes centros urbanos industrializados e com a presença significativa de veículos automóveis, principais fontes de partículas.

Em Portugal a percentagem da população urbana exposta a poluição por partículas inaláveis (PM₁₀) é, segundo dados de 2007, de 30,4% superior à média dos países da Europa a 27, que é de 28,1% (ONDR, 2009 – Relatório do Observatório Nacional das Doenças Respiratórias 2009. Saúde Respiratória uma Responsabilidade Global). A Agência Europeia do Ambiente estima que cerca de 50% da população urbana europeia poderá estar exposta a concentrações de PM₁₀ (partículas de diâmetro igual ou inferior a 10 µm) acima dos limites europeus de proteção da saúde humana (Relatório do Estado do Ambiente, 2009).

2.2.3.1 Consequências para a Saúde

A função principal do sistema respiratório é levar oxigénio ao sistema sanguíneo e remover o dióxido de carbono do organismo, um processo natural e repetido ciclicamente.

O comportamento das partículas no sistema respiratório depende das suas características aerodinâmicas (dimensão/diâmetro, peso). Naturalmente que o risco para a saúde depende, por sua vez, das características aerodinâmicas das partículas, mas também, da sua, composição, da sua concentração e do tempo de exposição (Tabela 2). A dimensão é a característica física mais importante para a determinação da sua toxicidade e dos efeitos nefastos na saúde humana. Esta característica condiciona o seu transporte na atmosfera, a entrada e a deposição no aparelho respiratório. Ao atingir o sistema respiratório, este aciona o mecanismo de defesa, o espirro. O espirro é a forma que o

organismo encontra para expelir as partículas de maior dimensão que ficam depositadas nas narinas. Quando o trato respiratório inferior (além da laringe) é atingido, a tosse é outro dos mecanismos de defesa utilizados.

Tabela 2 – Principais poluentes atmosféricos e efeitos na saúde (WHO, 2004).

POLUENTE	Efeitos na saúde relacionados com o tempo de exposição	
	EXPOSIÇÃO DE CURTA DURAÇÃO	EXPOSIÇÃO DE LONGA DURAÇÃO
Partículas inaláveis PM₁₀	Reações inflamatórias do pulmão Sintomas respiratórios Efeitos adversos no sistema cardiovascular Aumento da utilização de medicação Aumento de admissões hospitalares Aumento da mortalidade	Aumento dos sintomas respiratórios das áreas “inferiores” Redução da função pulmonar nas crianças e adultos Aumento da DPOC (doença pulmonar obstrutiva crónica) Redução da esperança de vida, devido essencialmente a mortalidade cardiovascular e provavelmente à neoplasia do pulmão
Ozono troposférico O₃	Efeitos adversos na função pulmonar Reações inflamatórias do pulmão; efeitos adversos em sintomas pulmonares Aumento da utilização de medicação Aumento de admissões hospitalares Aumento da mortalidade	Redução do desenvolvimento pulmonar

Fonte: WHO, 2004

Para além da dimensão, a quantidade e a sua composição vão determinar a perigosidade deste tipo de poluente. As partículas maiores que 10 micrómetros (μm) são mantidas principalmente no trato respiratório superior e eliminadas em grande parte pelo sistema de limpeza natural do trato respiratório (espirro), por isso não são consideradas muito prejudiciais para a saúde, mas a exposição contínua a concentrações elevadas pode irritar as membranas mucosas e garganta.

Por seu lado, partículas menores que $10\mu\text{m}$ (fração respirável) não são retidas no trato respiratório superior e as que tem dimensão inferior a $2.5\mu\text{m}$ atingem os alvéolos, sendo estas consideradas as mais agressivas, tendo um papel marcante no desenvolvimento das doenças respiratórias, cancro, doenças cardiovasculares e morte prematura (ONDR, 2009; EEA, 2005; Jerrett *et al*, 2009; Relatório do Estado do Ambiente, 2009). As suas consequências na saúde dependem da sua composição química, mas um dos principais

sintomas é a irritação das vias respiratórias, agravamento dos sintomas da asma e promoção de doenças do foro respiratório. Segundo a Organização Mundial da Saúde, muitos estudos já realizados chegaram à conclusão que as partículas finas (PM_{2.5}) têm um efeito negativo na saúde das populações, aumentando a morbilidade, a mortalidade e as urgências hospitalares devido a problemas cardiovasculares (Samet, 2000; Dockery, 2001; Brook *et al.*, 2010) e sintomas respiratórios (Samet, 2000; WHO, 2004), conforme o descrito na Tabela 2.

Quanto menor a dimensão das partículas, maior será o seu efeito sobre a saúde proporcionando o aparecimento de doenças respiratórias, asma, bronquite, o aumento da procura dos serviços de saúde, diminuição da esperança de vida (Brunekreef, 1997; Bernstein, 2004; Pope III, 2009; Krewski, 2009) e em alguns casos a mortes prematuras (WHO,2004; Estratégia, 2005).

O aumento da concentração da poluição atmosférica, por partículas, tem sido associado a uma série de sintomas do sistema circulatório; aumento da viscosidade sanguínea, aumento dos marcadores inflamatórios (proteína C reativa, fibrinogénio), arteriosclerose, alterações na coagulação, redução da variabilidade da frequência cardíaca (Cançado J. *et al.* 2006), todos fatores de risco para doenças cardiovasculares e morte por causas cardiovasculares.

As consequências da exposição às partículas finas e ultrafinas são relevantes para o seu estudo. Num estudo realizado pelo Mount Sinai Hospital, na queda das Twin Towers, os cerca de 10.000 trabalhadores, que participaram nos trabalhos de remoção dos escombros e limpeza do Ground Zero, 62.5% destes apresentaram queixas respiratórias (ONDR, 2007).

Os grupos da população mais sensíveis aos efeitos das partículas são:

- As grávidas- algumas pesquisas estabeleceram uma relação entre a exposição às partículas e um alto risco de nascimento de bebés com baixo peso à nascença, mortalidade infantil pós-natal devido a causas respiratórias (EPA, 2010);
- As crianças- desde a conceção até à adolescência, são um dos grupos particularmente vulneráveis aos poluentes atmosféricos durante o seu crescimento e desenvolvimento. (Alves, *et al.*, 2011). As crianças têm maior probabilidade de sofrer as consequências adversas da exposição à poluição

atmosférica devido à sua sensibilidade, sendo particularmente sensíveis a alguns poluentes, devido ao seu metabolismo imaturo, exposição a um grande número de poluentes em relação ao seu peso; imaturidade do seu sistema de defesa que não está totalmente desenvolvido; a sua taxa de ventilação é maior comparativamente aos adultos e também a tendência das crianças permanecerem mais horas ao ar livre do que os adultos (Alves *et al.* 2011), ficando mais expostas aos poluentes atmosféricos e podendo desenvolver doenças crónicas que demoram décadas a revelar-se. As crianças estão em risco de exposição a cerca de 15.000 produtos químicos sintéticos e a uma grande variedade de agentes físicos (WHO, 2004);

- Os idosos- pertencem a um dos grupos particularmente vulneráveis, devido aos seus mecanismos de defesa fisiológicos reduzidos, diminuição das reservas fisiológicas e aumento da prevalência de doenças (Martins *et al.*, 2002; Cançado *et al.*, 2006; Garret *et al.*, 2011);
- Os doentes crónicos- são outro grupo muito vulnerável, particularmente aqueles com patologias respiratórias tais como asma e bronquite crónica (Alves *et al.* 2011).

Existem vários registos de acontecimentos de picos de poluição atmosférica e a taxa de mortalidade em indivíduos com mais de 45 anos de idade. Em Londres, em 1952, um episódio de “smog” ocorrido durante o mês de Dezembro provocou entre 4000 a 12000 mortes, cerca de $\frac{2}{3}$ das mortes ocorreram em indivíduos com mais de 65 anos de idade. Braga e colaboradores associam o excesso de mortes de pessoas com mais de 65 anos de idade, faixa etária mais susceptível, às concentrações elevadas de poluentes PM₁₀ (Schwartz, 1994; Braga *et al.*, 2001; Martins, 2002; ONDR, 2007).

Em Portugal a maioria dos óbitos por doenças do aparelho respiratório, 92.6% ocorre também acima dos 65 anos de idade. De acordo com os dados do INE, a mortalidade geral da população portuguesa devido a doenças respiratórias foi de 11512 óbitos, em 2006, tornando-se na terceira causa de morte por doença (ONDR, 2009). As doenças respiratórias custam ao país cerca de 600 milhões de euros por ano (Notícias Médicas, 2011), custos diretos e indiretos provocados pela população que sofre deste tipo de

doença (medicamentos, recurso às urgências, internamentos hospitalares, perdas de dias de trabalho).

2.2.3.2 Consequências nos ecossistemas

A poluição do ar tem sido considerada como um dos principais problemas ambientais dos grandes centros urbanos industrializados e com uma predominância cada vez maior de veículos, constituindo assim uma das principais fontes poluidoras antropogênicas.

Além das pedras e pinturas, os poluentes ácidos atacam também as madeiras, tecidos e principalmente os metais resultando no aparecimento da ferrugem. O SO_2 e NO_x , poluentes constituintes da chuva ácida, provocam a corrosão dos edifícios e monumentos históricos que fazem parte do património cultural de um país. Monumentos como a Acrópole de Atenas e o Memorial de Jefferson em Washington D.C. são exemplos deste fenómeno (Brena, 2009). Os gases poluentes resultantes da queima de combustíveis fósseis, SO_2 e NO_x , possuem uma grande solubilidade e reagem com o vapor de água presente na atmosfera transformando-se em ácido sulfúrico (H_2SO_4) e no ácido nítrico (HNO_3) diluídos, dando então origem a precipitação atmosférica denominada de chuva ácida.



A formação destes dois ácidos ocorre na presença de agentes oxidantes. Nem todos os poluentes atmosféricos contribuem para a formação da chuva ácida, uma certa percentagem deposita-se no solo, o que se denomina de precipitação seca. Estes poluentes depositam-se junto aos locais onde são produzidos aumentando a sua concentração na área, tornando os solos ácidos e modificando a sua constituição química. As alterações na constituição química do solo provocam dificuldades ao crescimento das plantas, diminuição da disponibilidade dos nutrientes essenciais para o seu desenvolvimento (Magnésio (Mg); Potássio (K); e Cálcio (Ca)) e aumento de constituintes tóxicos que são absorvidos pela vegetação (Brena, 2009).

Brena, relata que estudos efectuados nos E.U.A. sobre a actuação do O₃ na vegetação reduz o crescimento de um tipo de pinheiro branco, diferentes espécies de coníferas e madeiras; interfere na resistência das plantas tornando-as mais sensíveis e susceptíveis aos efeitos de mudanças de temperatura. A exposição da vegetação a níveis elevados de poluentes durante a época de crescimento causa um grande impacto nos ecossistemas.

Na União Europeia, durante o ano de 2000, o custo económico da exposição ao ozono da produção agrícola foi estimado em cerca de 2.8 biliões de euros (OECD environmental outlook to 2030).

A poluição atmosférica tem provocado sérias alterações no equilíbrio dos ecossistemas, dando origem a processos de eutrofização², acidificação das águas e solos, levando à destruição da fauna e flora e contribuindo também para as alterações climáticas com efeitos na saúde. As alterações climáticas e a poluição atmosférica podem originar a perda da biodiversidade (Swart *et al*, 2004).

2.3 A Qualidade do ar

Uma atmosfera limpa, não poluída é considerada um dos requisitos básicos para a saúde humana e o bem estar (WHO,2005). No entanto a poluição atmosférica é considerada um pesado fardo, uma ameaça para a saúde humana e para o planeta, os seus efeitos causado pela combustão dos combustíveis fósseis, são responsáveis por cerca de dois milhões de mortes prematuras em cada ano (WHO, 2005).

A qualidade do ar é o termo que se usa, normalmente, para traduzir o grau de poluição presente no ar que respiramos que é provocada por uma mistura de substâncias químicas, lançadas no ar ou resultantes de reações químicas, que alteram o que seria a constituição natural da atmosfera, como foi já referido. Estas substâncias poluentes podem ter maior ou menor impacte na qualidade do ar, consoante a sua composição química, concentração na massa de ar em causa e condições meteorológicas. A existência de ventos fortes ou chuvas poderão dispersar os poluentes, ao passo que a

² Enriquecimento de um sistema aquático; deterioração das qualidades de que depende a vida num sistema aquático, causada pelo excessivo enriquecimento de efluentes com altos teores em fósforo, azoto e outras substâncias orgânicas de crescimento; produção de grandes quantidades de matéria orgânica em decomposição por excesso de algas e plantas aquáticas em relação às quantidades que o processo de auto-purificação podem suportar. (Carapeto,1999).

presença de luz solar poderá acentuar os seus efeitos negativos. A altura a que as emissões ocorrem pode igualmente afetar a dispersão dos poluentes. Por exemplo, as emissões dos veículos automóveis terão, certamente, um impacto imediato no ambiente circundante e ao nível do solo enquanto as chaminés altas, causam sobretudo problemas de poluição no solo a uma maior distância da sua fonte.

2.3.1 Parâmetros medidos e sua importância

A qualidade do ar em Portugal é medida em estações de monitorização da qualidade do ar, geridas pelas Comissões de Coordenação e Desenvolvimento Regional (CCDR) no Continente. Os dados destas estações de monitorização são transmitidos para uma base de dados de âmbito nacional (Qualar), gerida pela Agência Portuguesa do Ambiente (APA), onde diariamente é calculado e disponibilizado o Índice de Qualidade do Ar (IQAr) para cada uma das Zonas ou Aglomerações e ainda para as cidades de Lisboa, Porto e Barreiro. Este índice tem como objetivo fornecer informação de fácil leitura sobre o estado da qualidade do ar numa determinada área (zona/aglomeração) (Relatório do Estado do Ambiente, 2009).

O IQAr divide-se em cinco classes - de "Muito Bom" a "Mau" - traduzidas por uma escala de cores, em que para cada poluente correspondem gamas de concentrações diferentes estabelecidas em função dos seus valores-limite. Para cada zona é efetuada a média das concentrações medidas, por poluente, para as estações existentes na zona/aglomeração, sendo que a pior classificação obtida para os poluentes em causa determina o Índice da Zona.

A análise histórica dos Índices (2001 a 2009) das diversas Zonas de Portugal permite concluir que o índice do IQAr mais frequente foi a de "Bom"; sendo os poluentes responsáveis pelos Índices "Médio", "Fraco" e "Mau" as PM_{10} e o O_3 .

O índice da Qualidade do ar é dado pela medição de 5 poluentes; monóxido de carbono (CO), dióxido de azoto (NO_2), dióxido de enxofre (SO_2), ozono (O_3), partículas finas ou inaláveis (PM_{10}).

A Organização Mundial de Saúde (OMS) tem reunido esforços no sentido de investigar e relatar os efeitos dos poluentes na saúde humana, para isso publicou em 1987 um guia

para a qualidade do ar (Air Quality Guidelines, 2005) e uma segunda edição revista em 2005, tendo por objetivo a proteção da saúde humana dos efeitos da poluição atmosférica eliminando ou reduzindo ao mínimo os poluentes e as suas fontes (WHO, 2005). Os cidadãos da União Europeia (EU) estão mais expostos ao ozono e às partículas desde o ano 2000, a exposição à poluição atmosférica piorou entre 2000 e 2007: a exposição às partículas aumentou 1,6%, e ao ozono 18,5%. Contudo, não é possível distinguir tendências claras, pois estas sofrem flutuações praticamente todos os anos (Eurostat, 2009).

2.4 Políticas Internacionais e Nacionais - Enquadramento legal

A qualidade do ar é hoje considerada como um bem essencial para a saúde humana e seu bem-estar (WHO;2005). A Estratégia Temática sobre a poluição atmosférica (COM (2005) 446 da Comissão para o Conselho e Parlamento em 21 de Setembro de 2005) foi desenvolvida no âmbito do 6º Programa de Ação Ambiental sendo o resultado dos trabalhos de investigação realizados no âmbito do Programa CAFE (Clean Air for Europe) e um dos documentos mais abrangentes da União Europeia. A estratégia define objetivos a nível da saúde humana e a nível ambiental para a redução das concentrações dos principais poluentes (O₃, PM₁₀) propondo medidas adequadas para os atingir. As medidas impostas são: atualizar e adequar a legislação; dar relevância aos poluentes considerados mais nocivos (O₃, PM₁₀); responsabilizar os sectores mais poluentes; influenciar as políticas que podem ter um efeito na poluição do ar.

A União Europeia (U.E.) tem vindo a publicar legislação e regulamentos, que são adaptadas pelos Estados Membros, a Diretiva – Quadro do ar (Directiva 96/62/CE) e o Programa Comunitário “Ar Limpo para a Europa” Clean Air For Europe (CAFE), são um dos exemplos. A Diretiva Quadro (DQ) é a base de toda a legislação nacional e europeia da qualidade do ar. A DQ foi transposta para a legislação nacional através do Decreto-lei n.º276/99 de 23 de Julho sendo posteriormente alterado pelo Decreto-lei n.º 279/2007 de 6 de Agosto. De modo a definir e regulamentar cada poluente específico são publicadas as 4 Diretivas–Filhas, que definem os valores-limite, valores–alvo, objetivos a longo prazo, limiares de informação e limiares de alerta. Estas Diretivas – Filhas são transpostas para direito interno.

Tabela 3 - Estratégia Temática sobre a poluição atmosférica

MEDIDAS	
NORMATIVAS	
<ul style="list-style-type: none">• Revisão da legislação relativa a qualidade do ar• Revisão da legislação sobre os valores limite• Determinação de prazos para a aplicação das disposições legislativas• Modernização da comunicação de dados• Interligação com outras políticas ambientais	
POLUENTES	
<ul style="list-style-type: none">• Rever a legislação sobre os valores limites para as partículas, impondo limites (redução de 20%)	
SECTORES:	ENERGIA
<ul style="list-style-type: none">• Sector da energia deverá reduzir as emissões dos poluentes, considerados mais perigosos pela estratégia, através da produção de energia e eletricidade a partir de fontes renováveis (até 21% em 2010) ou de biocombustíveis; co-geração, promoção da eficiência energética e integração de energias renováveis nos edifícios dos edifícios• Redução das emissões de COV nas estações de abastecimento de combustíveis	
TRANSPORTES	
<ul style="list-style-type: none">• Redução das emissões provenientes de automóveis de passageiros, camionetas novas e veículos pesados; melhorias no tráfego• Tarifação diferenciada para veículos novos e veículos antigos;• No domínio marítimo, prevê a promoção da utilização da rede elétrica terrestre quando os barcos se encontram ancorados no cais;• Rever o financiamento do Programa Marco Polo, tendo em conta as questões relativas a poluição atmosférica	

Fonte: A Estratégia Temática sobre a poluição atmosférica (COM (2005) 446 da Comissão para o Conselho e Parlamento em 21 de Setembro de 2005)

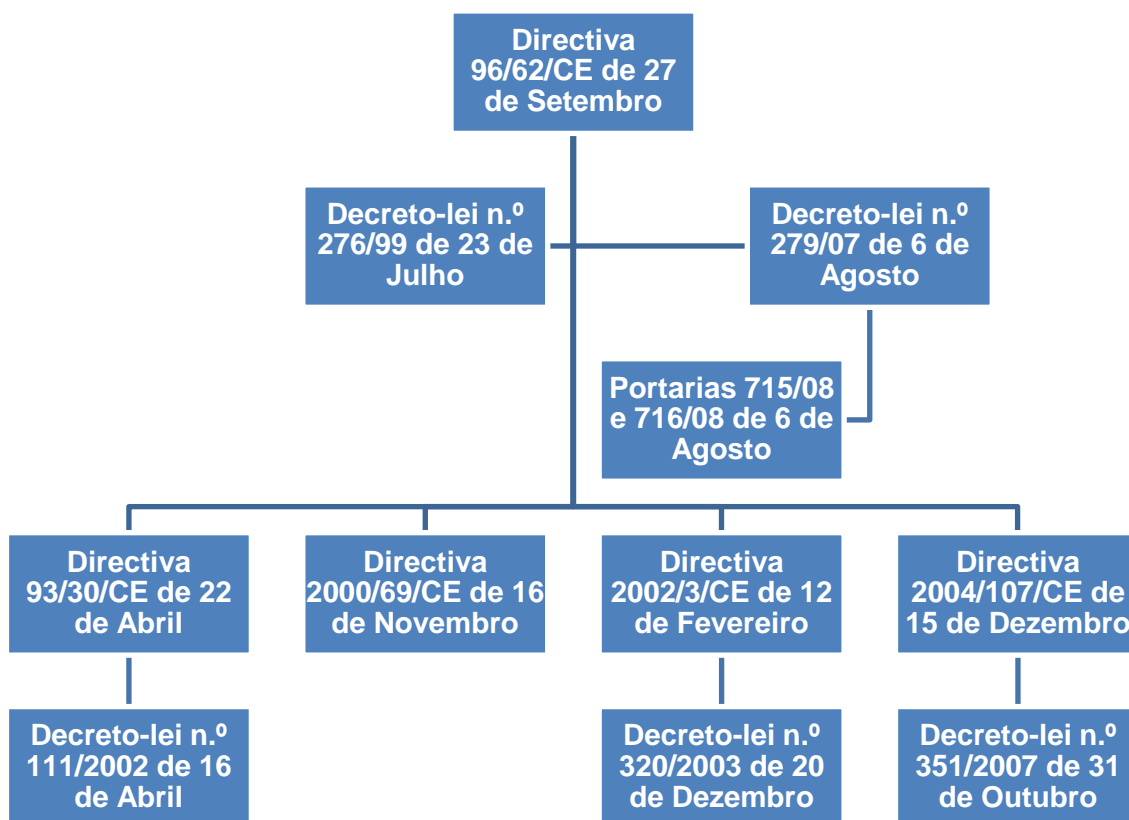


Figura 3 – Diplomas legais da União Europeia e Nacional

Em relação ao poluente ozono regulado pela Diretiva 2002/3/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, sendo transposta para o direito interno através do Decreto-lei n.º 320/2003 de 20 de Dezembro, este diploma legal estabelece no artigo n.º1 o seguinte:

- a) “Objetivos a longo prazo, valores alvo, um limiar de alerta e um limiar de informação ao público para as concentrações de ozono no ar ambiente, com vista a evitar, prevenir ou reduzir os efeitos nocivos na saúde humana e no ambiente em geral;
- b) Métodos e critérios comuns para avaliar as concentrações de ozono e, se adequado, de substâncias precursoras de ozono (óxidos de azoto e compostos orgânicos voláteis) no ar ambiente;
- c) Critérios para a recolha de dados adequados sobre os teores de ozono no ar ambiente e para a sua disponibilização ao público.”

Nesta legislação são definidos como valor alvo para a protecção da saúde humana o valor de $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ média diária octo-horária, valor a atingir até 2010 e também como objetivo a longo prazo, não podendo exceder em mais de 25 dias por ano civil (Tabela 4). Considera-se este valor ($120\mu\text{g}/\text{m}^3$), como sendo improvável a ocorrência de fenómenos nocivos a saúde humana e, de acordo com os estudos científicos publicados não haver perigo para a saúde humana e para o ambiente (Ferreira; 2008).

Tabela 4 - Anexo I do DL 320/03: Especificações, valores alvo aplicáveis ao ozono

II — Valores alvo aplicáveis ao ozono:

	Parâmetro	Valor alvo para 2010 (a)
1 — Valor alvo para protecção da saúde humana.	Valor máximo das médias octo-horárias do dia (b).	$120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ — valor a não exceder em mais de 25 dias por ano civil, calculados em média em relação a três anos (c).
2 — Valor alvo para protecção da vegetação.	AOT40 calculado com base em valores horários medidos de Maio a Julho (inclusive).	$18\,000 \mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ — calculados em média em relação a cinco anos (c).

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

(b) O valor máximo das médias de concentração octo-horárias do dia será seleccionado pela análise das médias por períodos consecutivos de oito horas, calculadas a partir de dados horários e actualizados de hora a hora. Cada média octo-horária assim calculada será atribuída ao dia em que termina, ou seja, o primeiro período de cálculo para um dia determinado será o período decorrido entre as 17 horas do dia anterior e a 1 hora desse dia; o último período de cálculo para um dia determinado será o período entre as 16 e as 24 horas desse dia.

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

Valor alvo para protecção da saúde humana — dados válidos por um ano;
 Valor alvo para protecção da vegetação — dados válidos por três anos.

É também referido o 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 atualizada.”. O valor estabelecido é de $180\mu\text{g}/\text{m}^3$ (concentração média horária), e o limiar de alerta como o “nível de poluentes na atmosfera acima do qual uma exposição de curta duração apresenta riscos para a saúde humana e a partir do qual devem ser adotadas medidas imediatas.”, a que corresponde o valor de $240\mu\text{g}/\text{m}^3$ (concentração média horária) (Tabela 5).

Tabela 5 - Anexo II do DL 320/03: Limiares de informação e alerta aplicáveis ao ozono.

ANEXO II

Limiares de informação e de alerta

I — Limiares de informação e de alerta aplicáveis ao OZONO:

	Parâmetro	Limiar
1 — Limiar de informação	Média horária	180 µg/m ³
2 — Limiar de alerta . . .	Média horária (a)	240 µg/m ³

(a) Para aplicação do artigo 7.º, as excedências em relação ao limiar devem ser medidas ou previstas durante três horas consecutivas.

Relativamente ao poluente partículas (PM₁₀) o Decreto-lei n.º 111/2002 de 16 de Abril regula os valores limites, a margem de tolerância para a proteção da saúde humana e as datas de cumprimento. Numa primeira fase o valor limite diário para a proteção da saúde humana, durante 24 horas, é de 50µg/m³ com uma margem de tolerância de 15 µg/m³ até a data de entrada em vigor da legislação, sofrendo uma redução a partir de 1 de Janeiro de 2003 e depois anualmente até atingir 0% em Janeiro de 2005, conforme o descrito na Tabela 6.

Tabela 6 - Anexo III do DL 111/02: Valores Limite para as partículas em suspensão PM₁₀

	Período considerado	Valor limite	Margem de tolerância	Data de cumprimento
1.ª fase				
Valor limite diário para proteção da saúde humana.	Vinte e quatro horas	50 µg/m ³ (valor a não exceder mais de 35 vezes em cada ano civil)	15 µg/m ³ à data de entrada em vigor do presente decreto-lei, devendo sofrer uma redução, a partir de 1 de Janeiro de 2003 e depois, de 12 em 12 meses, numa percentagem anual idêntica, até atingir 0% em 1 de Janeiro de 2005.	1 de Janeiro de 2005.
Valor limite anual para proteção da saúde humana.	Ano civil	40 µg/m ³	5 µg/m ³ à data de entrada em vigor do presente decreto-lei, devendo sofrer uma redução, a partir de 1 de Janeiro de 2003 e depois, de 12 em 12 meses, numa percentagem anual idêntica, até atingir 0% em 1 de Janeiro de 2005.	1 de Janeiro de 2005.
2.ª fase ⁽¹⁾				
Valor limite diário para proteção da saúde humana.	Vinte e quatro horas	50 µg/m ³ (valor a não exceder mais de sete vezes em cada ano civil)	A calcular em função dos dados, de modo a ser equivalente ao valor limite da 1.ª fase.	1 de Janeiro de 2010.
Valor limite anual para proteção da saúde humana.	Ano civil	20 µg/m ³	50% em 1 de Janeiro de 2005, devendo depois sofrer uma redução de 12 em 12 meses, numa percentagem anual idêntica, até atingir 0% em 1 de Janeiro de 2010.	1 de Janeiro de 2010.

⁽¹⁾ Valores limite indicativos a rever à luz de novas informações sobre os efeitos na saúde e no meio ambiente, viabilidade técnica e experiência adquirida com a aplicação dos valores limite para a 1.ª fase.

O valor anual para a proteção da saúde humana, por ano civil, é de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ com uma margem de tolerância de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ devendo sofrer uma redução a partir da data de entrada da legislação até atingir 0% em 2005. Numa 2ª fase que terá início em Janeiro de 2010 os valores passarão para $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ respetivamente valores diários para a proteção da saúde humana e valor anual. Coincidindo com os valores propostos pela WHO em 2005.

No entanto o relatório publicado pela WHO (WHO;2005) sobre as normas de qualidade do ar para as partículas, ozono, óxidos de azoto e dióxido de enxofre, propõe a revisão dos valores alvos destes poluentes de modo a melhorar a qualidade do ar e reduzir o seu impacto na saúde humana. Assim os novos limites propostos pela WHO, para o poluente ozono é de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e para as PM_{10} são de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ média anual e $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ média octo-horária.

De forma a fazer cumprir os requisitos impostos pela legislação europeia, através da transposição para o direito interno das várias diretivas europeias e de modo a cumprir o imposto pelo artigo n.º 9º-B do Decreto-lei n.º 279/2007 de 6 de Agosto é elaborado o Plano de Melhoria da Qualidade do Ar da Região de Lisboa e Vale do Tejo (PMQA-LVT) aplicável às aglomerações da Área Metropolitana de Lisboa Norte (AMLN), Área Metropolitana de Lisboa Sul (AMLS) e Setúbal, plano aprovado e publicado através da Portaria n.º 715/2006 de 6 de Agosto, bem como o respetivo Programa de Execução do Plano de Melhoria da Qualidade do Ar na Região de Lisboa Vale do Tejo, através do Despacho Conjunto n.º 20763/2009, de 16 de Setembro. O programa descreve o conjunto de medidas, entidades responsáveis e respetiva calendarização para assegurar o cumprimento dos valores-limite de poluentes atmosféricos na região de Lisboa e Vale do Tejo.

De modo a garantir a execução destas medidas, a Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional de Lisboa e Vale do Tejo (CCDR-LVT) celebrou protocolos de colaboração com 14 municípios da Área Metropolitana de Lisboa, descrevendo as ações a executar em cada um dos concelhos. (ver anexo)

As medidas indicadas para estes dois concelhos visam essencialmente o tráfego automóvel (público e privado) e as frotas de veículos municipais de pesados e ligeiros, principais fontes de poluição antropogénica (Tabela 7). Os protocolos inserem uma

descrição detalhada das medidas a realizar com a respetiva calendarização e análise custo-benefício. Caso estas disposições não resultem na diminuição das concentrações dos poluentes o acordo prevê que a CCDR-LVT e os municípios reavaliem as propostas promovendo alterações ou a introdução de novas medidas.

Tabela 7 – Políticas e medidas adotadas nos concelhos.

POLÍTICAS e MEDIDAS	AMADORA	SINTRA
TRÁFEGO AUTOMÓVEL	Introdução de zonas de velocidade reduzida; criação de parques automóveis em zonas que servem as interfaces de transportes públicos; criação de vias reversíveis de modo a que o tráfego flua com maior rapidez nas horas de ponta; criação de novas alternativas de transportes (ex.: extensão da linha azul com a criação da Estação de Metro Amadora-Este; criação de metro ligeiro de superfície); construção de pistas pedonais	Criação de faixas bus; utilização de biocombustíveis nas frotas municipais e SMAS; instalação de postos de gás natural (G.N.); criação da Eco-Mob-Sintra que incentiva o uso de viaturas elétricas;
VEÍCULOS MUNICIPAIS	Renovação da frota municipal de veículos ligeiros, dando preferência aos veículos híbridos; abate da frota de veículos ligeiros e veículos pesados menos eficientes; colocação de <i>retrofit</i> (filtros de partículas) na frota municipal de veículos pesados;	Projeto Eco-Condução (condução defensiva) destinado a todos os utilizadores da frota municipal de modo a promover a redução de consumo de combustíveis
ÁREAS VERDES	Aumento de zonas verdes no município	
INFORMAÇÃO AO PÚBLICO	Realização de ações de educação Ambiental sobre a qualidade do ar, destinadas á população escolar do município; criação de <i>site</i> municipal com conteúdos informativos sobre políticas e medidas a adotar para a melhoria da qualidade do ar no concelho	Promoção de ações de sensibilização ambiental a nível da mobilidade sustentável, eficiência energética e energias renováveis

Fonte: Protocolo assinado pelas autarquias dos dois concelhos

Outros países europeus tais como Inglaterra, Suíça e França adotaram medidas idênticas para a redução da poluição atmosférica; medidas restritivas para o tráfego automóvel; criação de zonas de emissões zero ou de baixas emissões; incentivos fiscais para a

compra de veículos pouco poluentes (ex. hidrogénio); fiscalidade sobre os combustíveis fósseis; substituição dos sistemas de aquecimento doméstico por sistemas menos poluentes.

A elaboração dos planos foi um trabalho conjunto entre as Comissões de Coordenação e Desenvolvimento Regional (CCDR), a Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional de Lisboa e Vale do Tejo (CCDR-LVT) e o Departamento de Ciências e Engenharia do Ambiente da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa (DCEA – FCT/UNL). As várias propostas inseridas no plano visam essencialmente o sector dos transportes públicos de forma a diminuir a poluição.

A qualidade do ar da AMLN apresenta concentrações elevadas de partículas inaláveis (PM_{10}), dióxido de azoto (NO_2) e dióxido de enxofre (SO_2) (PMQA-LVT, 2008), sendo as duas primeiras resultantes do tráfego intenso.

**Revisão e análise comparativa de estudos
publicados sobre a poluição atmosférica e
doenças respiratórias**

3 Revisão e análise comparativa de estudos publicados sobre a poluição atmosférica e doenças respiratórias

Na análise comparativa de trabalhos de investigação efetuados nesta área, foram analisados vários estudos.

No contexto nacional refere-se o elaborado por Moreira *et al* (2007) em que foram analisados os efeitos na saúde humana da exposição às partículas (PM₁₀), centrando a sua particular atenção a faixa etária mais suscetível, as crianças, residentes na área metropolitana de Lisboa e que tenham recorrido ao serviço de urgência pediátrica de um Hospital pediátrico. Tal como outros estudos consultados por exemplo Martins *et al* (2002), Bakoni *et al* (2004), Cançado *et al* (2006), constatou-se que a exposição aos poluentes atmosféricos provoca um aumento na morbilidade³ por doenças respiratórias, independentemente da concentração de poluentes presentes na atmosfera, sendo os indivíduos mais jovens e os idosos aqueles que mostram uma maior vulnerabilidade (Martins *et al*, 2002). É de referir que o estudo nacional de Moreira *et al*, no ano de 2008, publicado na Revista Acta Pediátrica Portuguesa utilizou metodologia semelhante ao presente trabalho. Outra investigação nacional realizada por Garrett *et al* (2011) determina a relação entre a exposição às partículas e ozono e a mortalidade na cidade de Lisboa, sendo a população idosa a mais vulnerável. Na cidade do Porto um aumento de 10µg/m³ na concentração de ozono corresponde a um aumento de 0.95% na mortalidade não acidental e um aumento de 1.58% na mortalidade cardiovascular durante os meses de verão, segundo Almeida *et al* (2011).

No estudo publicado na Revista de Saúde Pública (2002) realizado no estado de São Paulo-Brasil, tendo como amostra a população mais idosa (pessoas com idade superior a 65 anos), constatou-se a existência de uma relação entre a concentração de poluentes, CO, SO₂ e PM₁₀ e o aparecimento de doenças respiratórias, mais concretamente morbilidade por pneumonia e gripe (Martins, L.C. *et al*; 2002). Um outro estudo efetuado em São Paulo, publicado no Caderno de Saúde Pública (2006), mas tendo como amostra um grupo de indivíduos de faixas etárias diferentes (idosos com idade

³ O Comité de Peritos de Estatísticas de Saúde da OMS, no 6º Relatório (1995) explica que a morbilidade pode ser definida e medida em termos de três unidades 1) número de pessoas que estão doentes, ou afetadas por um problema de saúde; 2) n.º de doenças ou período ou episódios sofridos pelos indivíduos; 3) duração desses períodos, ou doenças, medida em termos de horas, dias, semanas, meses ou anos (Dicionário de Epidemiologia, 1995)

superior ou igual a 65 anos e crianças com idade inferior a 5 anos) e analisando os registos de concentração de poluentes (CO, PM₁₀, SO₂, NO₂ e O₃,) constata-se um aumento na admissão hospitalar por doenças respiratórias sempre que se registava um aumento na concentração de PM₁₀ (Gouveia N. et al), o que vem confirmar dados inferidos na análise de várias investigações na área que alertam para o facto de as crianças e os idosos serem mais susceptíveis à poluição atmosférica (Martins *et al*, 2002; Bakoni *et al*, 2004; Cançado, 2006; Alves *et al*, 2010; Alves *et al*, 2011; Almeida *et al*; 2011) devido ao grau de maturidade do aparelho respiratório conforme referido no ponto 2.2.3.1. da presente investigação.

Existem evidências epidemiológicas na relação entre o aumento da concentração de poluentes e as admissões hospitalares por doenças respiratórias (Donaldson, 2000) havendo também uma relação entre a mortalidade por doenças respiratórias em crianças e o aumento da concentração de NO₂ e a mortalidade em adultos por aumento da concentração de PM₁₀ (Cancado, 2006). Num estudo efetuado na cidade de Lisboa, Garrett (2011) encontrou também uma forte associação entre a exposição ao O₃ e a mortalidade por doenças cardiovasculares.

Na Europa, o projeto APHEA (Air Pollution and Health: a European Approach) analisou dados (admissões hospitalares) de 29 cidades europeias havendo registo de aumento de 1% de admissões hospitalares em indivíduos com mais de 65 anos de idade, sempre que se registava um aumento de 10g/m³ na concentração de PM₁₀. De uma forma geral e em todas as investigações analisadas no decorrer do presente trabalho de investigação regista-se uma relação entre o aumento da concentração de poluentes e o aparecimento de doenças respiratórias em determinadas faixas etárias ou a exacerbação de sintomas de doenças respiratórias.

A metodologia utilizada nestes estudos é semelhante à presente investigação: análise de dados referentes a admissões hospitalares por doenças respiratórias e análise de dados de registo de poluentes na área de residência. Conforme se pode inferir estes estudos vem de alguma forma confirmar os resultados obtidos na presente investigação.

Tabela 8 – Resumo de estudos científicos

ESTUDO	VARIAVEIS	RESULTADO	CONCLUSÃO
<p>“Asthma and PM₁₀” (Donaldson. <i>et al</i>, 2000)</p>	<p>Partículas (PM₁₀) Casos de asma</p>	<p>A exposição as PM₁₀ pode contribuir para o aumento dos sintomas nas pessoas asmáticas</p>	<p>As partículas são um dos poluentes atmosféricos capazes de penetrar nos pulmões e depositar-se nos alvéolos, existem fortes evidências epidemiológicas de que um aumento de partículas na atmosfera pioram os sintomas da doença mas nada indica que este aumento induza ao aparecimento da doença. No entanto ter-se-á ainda que se realizar mais estudos para se saber qual a dose efetiva e constituição e concentração de PM₁₀ que provoca o aparecimento dos sintomas</p>
<p>“Poluição atmosférica e atendimento por pneumonia e gripe em São Paulo, Brasil” (Martins <i>et al</i>, 2002)</p>	<p>Causas de hospitalização Pessoas idosas Níveis diários dos PM₁₀, CO, SO₂,NO₂,O₃; Humidade relativa e temperatura do ar</p>	<p>O número de atendimentos por pneumonia e gripe teve uma correlação positiva com os poluentes; PM₁₀, SO₂ e CO.</p>	<p>A poluição atmosférica tem efeitos adversos na saúde da população idosa. Existe uma correlação positiva entre o número de admissões hospitalares por pneumonia e gripe com o aumento da concentração de CO, SO₂ e PM₁₀</p>
<p>“Poluição atmosférica e doenças respiratórias em crianças na cidade de Curitiba, PR” (Bakoni. <i>et al</i>, 2004)</p>	<p>Admissões hospitalares por doenças respiratórias em crianças [0-14] anos; Níveis diários dos poluentes atmosféricos (PM₁₀, NO₂, O₃); Humidade relativa e temperatura mínima.</p>	<p>Aumento da incidência de doenças respiratórias, nos meses mais frios devido às baixas temperaturas e ao aumento da concentração dos poluentes primários</p>	<p>Apesar dos níveis de poluição presentes na cidade de Curitiba não serem considerados muito altos e mesmo não ultrapassando o padrão de qualidade interferem na morbidade respiratória da população em estudo. Há uma relação entre poluentes atmosféricos e doença respiratória.</p>

ESTUDO	VARIÁVEIS	RESULTADO	CONCLUSÃO
<p>“Hospitalizações por causas respiratórias e cardiovasculares associadas a contaminação atmosférica no Município de São Paulo”</p> <p>(Gouveia <i>et al</i>, 2006)</p>	<p>Admissões hospitalares de idosos e crianças (com idade inferior a 5 anos);</p> <p>Níveis médios diários dos poluentes (PM₁₀, CO, SO₂, O₃);</p> <p>Humidade e temperatura mínima</p>	<p>As admissões hospitalares por doença respiratória representam cerca de 30% do total de admissões observadas nesta faixa etária, sendo mais frequentes nos meses de inverno.</p> <p>Há uma relação positiva entre o aumento da concentração de poluentes e as admissões hospitalares</p>	<p>As doenças respiratórias são um dos principais motivos das admissões hospitalares em crianças. A doença mais frequentemente registada foi a pneumonia.</p>
<p>“Morbilidade respiratória e exposição a partículas inaláveis na cidade de Lisboa”</p> <p>(Moreira <i>et al</i>, 2008)</p>	<p>Níveis médios diários dos poluentes (PM₁₀);</p> <p>Admissões em hospital pediátrico por doenças respiratórias</p>	<p>35.5% de crianças atendidas por doenças respiratórias.</p> <p>Dezembro, Janeiro, Fevereiro, Março, Abril e Maio com maior nº de atendimentos;</p> <p>Janeiro e Fevereiro apresentam valores elevados.</p>	<p>Cerca de 35.5% dos atendimentos por causa respiratória no hospital pediátrico em crianças com idade inferior a cinco anos. As patologias mais frequentemente registadas são as infeções do aparelho respiratório superior.</p>
<p>“Air pollution and emergency admissions for cardiorespiratory diseases in Lisbon”</p> <p>(Alves <i>et al</i>, 2010)</p>	<p>Admissões hospitalares diárias por doenças cardiorrespiratórias,</p> <p>Concentrações dos poluentes atmosféricos; PM₁₀, SO₂, CO, NO e O₃,</p>	<p>Encontrada uma associação positiva, com um <i>lag</i> de 1 a 2 dias, entre as concentrações de NO₂ e CO e doenças do sistema cardiocirculatorio em todas as faixas etárias.</p> <p>Verificou-se aumento nas urgências pediátricas por doenças respiratórias, diretamente relacionadas com o aumento das concentrações de SO₂ provenientes de atividades industriais.</p>	<p>Risco elevado de morbilidade associada a exposição de curta duração a poluentes para a população mais susceptível (crianças e doentes crónicos)</p>

ESTUDO	VARIÁVEIS	RESULTADO	CONCLUSÃO
<p>“Short-term association between exposure to ozone and mortality in Oporto, Portugal”</p> <p>(Almeida <i>et al.</i>, 2011)</p>	<p>Concentração dos níveis de poluentes atmosféricos na cidade do Porto; O₃, PM₁₀, NO₂.</p>	<p>Sempre que se verifica um aumento de 10µg/m³ na concentração de O₃, diário, corresponde a um aumento de 0.95% e 1.58% na mortalidade não acidental e mortalidade cardiovasculares, respectivamente. Existe uma associação positiva entre PM₁₀ e a mortalidade não acidental no Verão, e relação entre a exposição as Pm₁₀ e O₃ na população mais idosa.</p>	<p>O estudo prova que existe uma relação significativa entre a exposição aos poluentes (PM₁₀ e O₃) e os efeitos nefastos na saúde da população da cidade do Porto principalmente nos meses de Verão</p>
<p>Estudo atual</p> <p>“A Poluição atmosférica, por PM₁₀ e O₃, e a saúde respiratória dos residentes nos concelhos de Amadora e Sintra”;</p> <p>Almeida, M.N; 2012</p>	<p>Concentração horária dos poluentes atmosféricos (PM₁₀ e O₃)</p> <p>Análise dos GDH registados nos três Centros Hospitalares (C.H) da região de Lisboa e a Unidade Hospitalar de referência</p>	<p>Entre os anos 2004 a 2009, regista-se uma diminuição gradual nas concentrações de PM₁₀, e um aumento nas concentrações de O₃. Constatase uma maior frequência de registos de doenças respiratórias nos meses de verão.</p>	<p>O estudo prova que existe uma relação entre as concentrações de O₃, em que se registaram excedências e temperaturas extremas (ondas de calor), e o aumento de registo de doenças respiratórias na população residente nos dois concelhos.</p>

Caracterização dos conchelhos em estudo

4 Caracterização dos concelhos em estudo

4.1 Concelho da Amadora

O Município da Amadora inscreve-se na área geográfica da AMLN (Área Metropolitana de Lisboa Norte), Tabela 9, criando fronteira terrestre com os Municípios de Lisboa, Odivelas, Sintra e Oeiras.

Tabela 9 - Concelhos da AML Norte.

Aglomeração	Concelhos
AML Norte	Amadora Cascais Lisboa Loures Odivelas Oeiras Sintra Vila Franca de Xira

Na altura da sua criação, o Município dividia-se em oito freguesias: Alfragide, Brandoa, Buraca, Damaia, Falagueira-Venda Nova, Mina, Reboleira e Venteira.

Já em 1997, este número elevou-se para onze freguesias, com a criação das novas freguesias de Alornelos e São Brás, tendo sido a freguesia da Falagueira-Venda Nova dividida em duas: Falagueira e Venda Nova.

Fundado em 11 de Setembro de 1979, o Município da Amadora é constituído por 11 freguesias distintas (Alfragide, Brandoa, Buraca, Damaia, Falagueira, Venda Nova, Mina, Reboleira, Venteira, Alornelos e São Brás) conforme se pode verificar na Figura 4 e inscreve-se na Área Metropolitana de Lisboa Norte (AMNL), fazendo fronteira terrestre com os Municípios de Lisboa, Odivelas, Sintra e Oeiras. Este Município foi o primeiro a ser criado após o 25 de Abril de 1974, deixando de ser nessa data uma freguesia do Concelho de Oeiras, ao qual pertencia desde 1916. O Município da Amadora estende-se por uma área de 23,79Km², segundo os dados atualizados do Censos de 2011 o concelho da Amadora possui uma densidade populacional de 7363

hab./km² e com uma população residente de 175.558 habitantes. A freguesia da Reboleira é aquela que apresenta uma maior densidade populacional, 18902.2 hab./km², e com uma população residente de 14.344 habitantes.

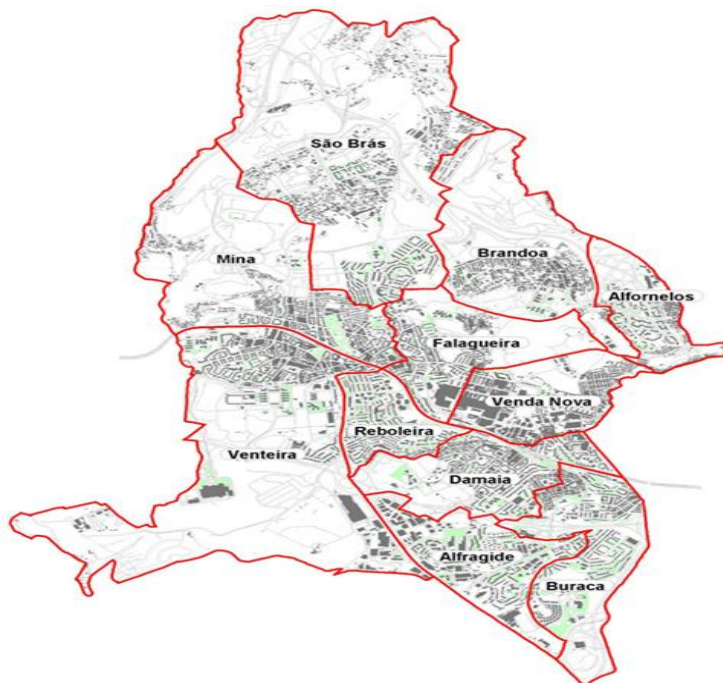


Figura 4 – Freguesias do Município da Amadora.

De acordo com a visualização da figura, é notória a existência de freguesias com áreas densamente urbanizadas em relação a outras, o que pressupõe uma maior densidade populacional, mais redes viárias, e maior utilização de veículos nas deslocações, com conseqüente aumento de concentrações de poluentes nestas áreas.

4.2 Concelho de Sintra

O concelho de Sintra situa-se na Costa Ocidental da Europa, limitado a Norte pelo Município de Mafra, a Este por Loures, a Sueste pela Amadora, a Sul por Oeiras e Cascais e a Oeste pelo Oceano Atlântico. Com uma superfície de 319,2 km², que representa 0,3 % da área de Portugal e 9,9 % da área da Área Metropolitana de Lisboa (AML), o Concelho é constituído por 20 freguesias. Em 2001 residiam no Concelho cerca de 363 749 habitantes o que representa 3,5 % da população total de Portugal, e

13,6 % da população da AML. Segundo os resultados preliminares do XV Recenseamento Geral da População e V Recenseamento Geral da Habitação, designado por Censos 2011, do Instituto Nacional de Estatística (INE) a população do concelho de Sintra aumentou 3.71%, passando para 377 249 habitantes, sendo o segundo concelho mais populoso a nível nacional com uma densidade populacional de 1193 habitantes/km².

Na Tabela 10 podemos observar a evolução da população nos dois concelhos.

Tabela 10 - Evolução da população residente nos dois concelhos.

Município	Pop. Residente em 2001	Pop. Residente em 2011	Variação
Amadora	175.872	175.558	-0.18%
Sintra	363.749	377.249	3.71%

Fonte: INE

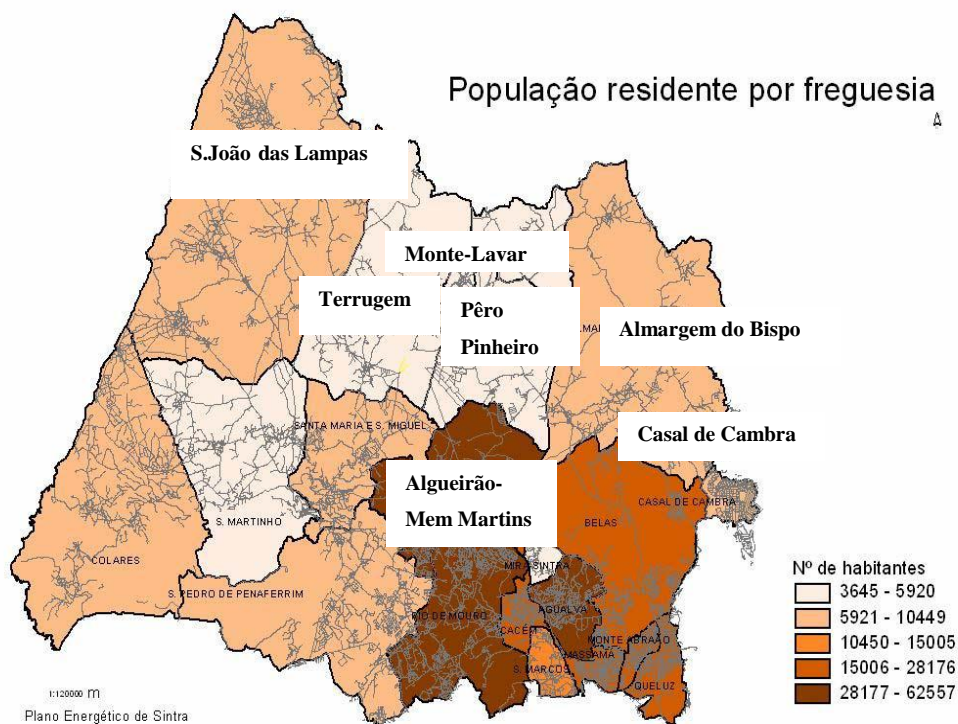


Figura 5 – Município de Sintra; população residente por freguesia.

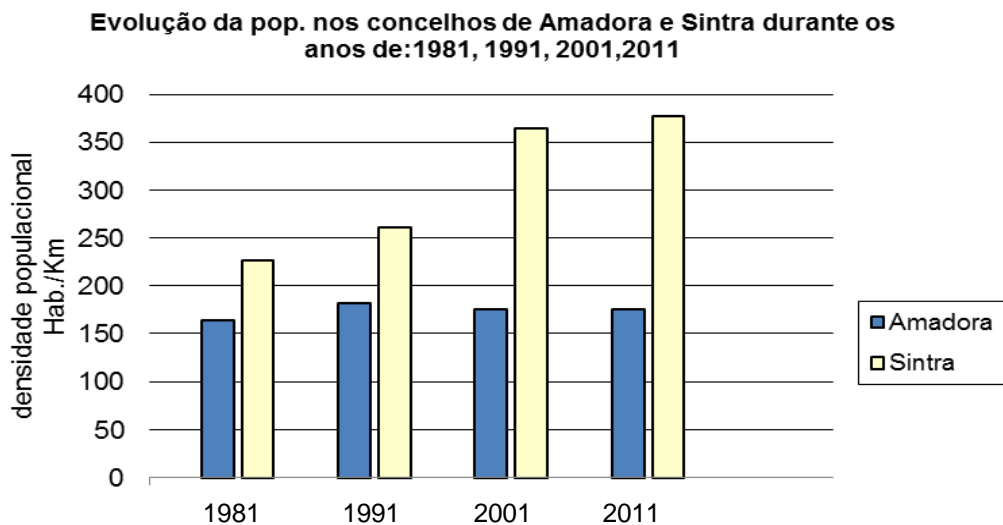


Figura 6 – Evolução da população dos concelhos de Amadora e Sintra, durante os anos de: 1981, 1991, 2001 e 2011.

O concelho adquire assim uma importância relativa na região onde se insere, detendo 10,5 % dos residentes na Região de Lisboa e Vale do Tejo (LVT).

Saliente-se, no entanto, que o crescimento populacional deste Concelho não ocorre uniformemente no seu território, verificando-se a existência quer de freguesias com um crescimento nulo (Almargem do Bispo e Montelavar) quer de freguesias com um crescimento bastante superior ao concelhio (Algueirão – Mem Martins), conforme se pode verificar na Figura 5.

A freguesia com maior número de residentes é a de Algueirão - Mem Martins, com 17,2 % da população total residente no Concelho de Sintra. Esta freguesia foi também a que sofreu um maior aumento percentual em população no Concelho de Sintra (aumentou o seu peso relativo no Concelho de Sintra de 15,5 % em 1991 para 17,2 % em 2001).

4.3 Caracterização atmosférica dos concelhos - Dados Meteorológicos

Como foi já referido, diversos estudos efetuados em várias regiões da Europa mostraram que a ocorrência de excedências nas concentrações dos poluentes esta relacionada com certas condições meteorológicas.

A climatologia reúne as informações sobre o tempo em determinado local utilizando para isso series históricas e parâmetros meteorológicos: vento (direção e velocidade), temperatura, pressão do ar, humidade, insolação precipitação, visibilidade e composição da atmosfera (Tiwary et al; 2010). De um modo geral o clima em Portugal continental é condicionado pela posição geográfica do território em relação ao oceano atlântico e pela disposição dos principais conjuntos montanhosos.

Com o objetivo de caracterizar as condições médias e extremas da temperatura, do vento, da radiação solar e da humidade, ao longo de todo o ano em Sintra e em Lisboa, foi elaborado pela Agencia Municipal de Sintra (AMES) o estudo: “Condições Climatológicas Médias e Extremas em Sintra”. Da estimativa das condições médias e extremas da temperatura, do vento, da radiação solar e da humidade, conclui-se que as temperaturas médias em Lisboa são ligeiramente superiores (1 a 2 °C) às de Sintra. Sendo que o Inverno em Sintra é um pouco mais frio e o Verão mais ameno quando comparados com Lisboa e a temperatura média diária do ar no concelho situa-se entre os 15°C e os 16°C.

As velocidades médias do vento são superiores no Verão, sendo que ao longo de todos os meses do ano predomina o vento Norte, seguido de Noroeste. Conclui-se ainda que podemos aplicar os valores da radiação global e difusa de Lisboa para Sintra, uma vez que a diferença da radiação solar entre Sintra e Lisboa é de menos de 10 % (fonte: Disco Solar Sintra e Lisboa).

Os dados relativos a temperatura média para o concelho de Amadora foram baseados nas medições fornecidos pela plataforma informativa PORDATA e das estações meteorológicas Wunderground, e retirados do relatório da Proteção Civil. A temperatura média do ar para o período 1980-2010 é de 17.06°C, sendo a precipitação média de 74.10mm.

Material e Métodos

5 Material e métodos

As estações de monitorização da qualidade do ar localizados nos dois concelhos em estudo são classificadas como estações de fundo, cujo nível de poluição medido não é influenciado pelo tráfego automóvel.

As concentrações dos poluentes utilizados na realização do presente estudo tiveram por base a análise dos dados das medições de PM₁₀, medidos em contínuo pelos analisadores de absorção de radiação β (Environnement S.A., MP101M) utilizados nas estações de monitorização da rede oficial de qualidade do ar da região de Lisboa e Vale do Tejo, instaladas nos concelhos de Amadora e Sintra. As medições das concentrações do poluente O₃ são efetuadas através do método de análise de fotometria de ultravioleta (ISO 13964:1998/ Qualidade do ar /Determinação de ozono no ar ambiente/Método fotométrico no ultravioleta) de acordo com estabelecido pelo decreto-lei n.º320/2003 de 20 de Dezembro. Estes dados encontram-se disponíveis e validados no *site* da A.P.A. Após a recolha, estes foram introduzidos em programa Microsoft Excel.

Os dados relativos à saúde foram solicitados às direções hospitalares de cada um dos C.H. contactados que autorizaram a Administração Central do Sistema de Saúde (A.C.S.S) a disponibilizar a informação. Esta informação foi disponibilizada através de um ficheiro Excel. A base de dados é constituída por 20.700 registos por todas as doenças respiratórias.

5.1 Dados e Indicadores

5.1.1 Dados de saúde

As variáveis utilizadas no âmbito do presente estudo subdividem-se em duas grandes categorias: os Grupos de Diagnóstico Homogéneos (GDH) que nos fornecem informação sobre indicadores de internamento hospitalar relativamente às patologias respiratórias, classificadas de acordo com a Classificação Internacional de Doenças CID-9. As "ICD-9-CM Official Guidelines for Coding and Reporting" são as normas aplicáveis à codificação pela International Classification of Diseases, 9th Revision, Clinical Modification (ICD-9-CM) (Anexo I).

A Classificação Internacional de Doenças (também conhecida como Classificação Internacional de Doenças – CID 9) é publicada pela Organização Mundial de Saúde (OMS) e visa padronizar a codificação de doenças e outros problemas relacionados à saúde. (Anexo 3).

A CID 9 fornece códigos relativos à classificação de doenças e de uma grande variedade de sinais, sintomas, aspetos anormais, queixas, circunstâncias sociais e causas externas para ferimentos ou doenças. A cada estado de saúde é atribuída uma categoria única à qual corresponde um código CID 9. A CID-9-MC é composta por códigos com 3, 4 ou 5 dígitos.

Os códigos com três dígitos são incluídos na CID-9-MC como títulos de uma categoria de códigos que pode ser subdividida pela utilização quarto e/ou quinto dígito, fornecendo maior especificidade.

Para o presente estudo foram selecionadas as patologias do aparelho respiratório, discriminadas de acordo com a CID-9, que incluem todas as causas respiratórias incluídas no Capítulo VIII do CID-9 entre 460 e 519, e outra doença respiratória não incluída anteriormente, que classificam as seguintes situações: infeções respiratórias agudas (código 460-466), doenças do trato respiratório superior (código 470-478), pneumonias e influenza (código 480-488) e Doença Pulmonar Obstrutiva Crónica (DPOC) e afeções afins (código 490-496).

Durante o período em estudo (2004-2009) foram registados nos três C.H. e na U.H. atribuída aos dois concelhos, 20.700 registos por todas as doenças respiratórias codificadas de acordo com a 9ª Revisão da Classificação Internacional de Doenças (CID 9).

5.1.2 Indicadores de internamento hospitalar

A informação sobre internamentos hospitalares contemplada pelo presente estudo inclui episódios de internamento dos residentes no concelho de Sintra e da Amadora ocorridos no período de 2004 a 2009.

Os dados selecionados abrangem apenas os internamentos em hospitais públicos (do Serviço Nacional de Saúde – Centros Hospitalares) e foram obtidos através do registo

de Grupos de Diagnóstico Homogéneo (GDH) da Administração Central do Sistema de Saúde (ACSS).

Os GDH são um sistema existente nos hospitais do serviço nacional de saúde que permitem a classificação de doentes internados. Algumas das informações que se podem obter deste sistema e que serão utilizados neste estudo são; sexo, idade, diagnóstico de admissão, código do diagnóstico principal, código de residência. Em Portugal os GDH são utilizados desde Janeiro de 1989 nos mais de 90 hospitais do Serviço Nacional de Saúde (SNS). Os dados são registados em bases de dados apropriadas.

No presente estudo foram considerados os Grupos de Diagnóstico Homogéneos (GDH) relativamente às patologias respiratórias, classificadas de acordo com o CID-9.

Os episódios estudados correspondem a eventos de internamento e não a indivíduos hospitalizados. Deste modo, o mesmo indivíduo pode estar associado a um número variável de internamentos, relativo a diferentes episódios de doença e/ou a recorrentes hospitalizações para o mesmo episódio de doença, sendo estas situações dependentes das características das várias causas estudadas e da sua gravidade.

5.1.3 Dados ambientais

Os dados das medições dos dois poluentes, partículas e ozono, dos concelhos da Amadora (Reboleira) e Sintra (Algueirão, Mem Martins), foram fornecidos pela base de dados on-line da Agência Portuguesa do Ambiente, Departamento da Qualidade do Ar atmosférico.

A correlação entre estas duas variáveis poderá fornecer uma explicação sobre a sua variação entre as freguesias em estudo.

5.1.3.1 Estações de monitorização da qualidade do ar

De acordo com o estipulado na Decisão 2001/752/EC, de 17 de Outubro de 2001, as estações de qualidade do ar devem ser classificadas em termos do tipo de área em que estão localizadas e quanto ao tipo de fontes de emissão que determinam os níveis de poluição do ar na estação, ou seja, há dois níveis principais de classificação de estações:

O tipo de zona e o tipo de estações de fontes de emissão dominantes.

O tipo de zona onde se localizam as estações, definem-se como:

- Urbana - zona construída contínua;
- Suburbanas - zona em parte construída: implantação contínua de construções isoladas combinadas com zonas não urbanizadas (pequenos lagos, bosques, terrenos agrícolas);
- Rurais; todas as zonas que não preenchem os critérios definidos para as zonas urbanas/suburbanas.

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.

A aglomeração da Área Metropolitana de Lisboa Norte (AML Norte) inclui nove estações de fundo e cinco de tráfego.



Figura 7 – Mapa com identificação das aglomerações e zonas.

No concelho da Amadora a freguesia da Reboleira é uma zona urbana tendo para medição dos poluentes uma estação de fundo que iniciou a sua atividade em Fevereiro de 2001.

Os poluentes medidos nesta estação são: NO_2 (dióxido de azoto), SO_2 (dióxido de enxofre), PM_{10} (partículas), CO (monóxido de carbono) e O_3 (ozono troposférico).

Tabela 11 – Concentração de poluentes nos concelhos durante o ano de 2007.

POLUENTES	AMADORA	SINTRA
SO _x	3.211	1.238
NO _x	61.381	11.297
NH ₃	3.447	0.886
CO	354.791	52.928
PM ₁₀	37.596	6.757
Pb	0.073	0.012
Cd	0.0	0.0
Hg	0.0	0.0
CH ₄	261.016	40.891
CO ₂	16611	2878
N ₂ O	2.777	0516

No Concelho de Sintra, a freguesia de Mem-Martins é caracterizada como sendo uma zona urbana, com uma estação de fundo, medindo os seguintes parâmetros: NO₂, SO₂, PM₁₀, CO e O₃. Esta estação iniciou a sua atividade em Outubro de 2002.

Análise dos dados de saúde e ambientais

6 Análise dos dados de saúde e ambientais

6.1 Dados de saúde

Foram analisadas todas as doenças das Grandes Categorias de Doenças 4 (GCD 4) que correspondem às doenças do sistema respiratório. No estudo foram tidos em conta todos os registos de doenças do sistema respiratório de utentes cuja morada corresponda aos concelhos de Amadora e Sintra. Os dados correspondem aos GDH das doenças respiratórias que foram fornecidos pela Administração Central dos Serviços de Saúde (ACSS).

Foram estudados os registos de GDH provenientes de 3 Centros Hospitalares (C.H.) da área de Lisboa e uma unidade hospitalar que engloba na sua área de abrangência as 11 freguesias) do Concelho de Amadora e as 17 freguesias do Concelho de Sintra. Foram selecionados os três C.H. e a unidade hospitalar da área de modo a abarcar um maior número de utentes residentes nestes dois concelhos e ter uma amostra da população exposta muito mais significativa. Os dados serão tratados/caracterizados por cada C.H.

Segundo os dados fornecidos pela ACSS durante os anos de 2004 a 2009 foram registados nos 3 C.H. de Lisboa e na unidade hospitalar de referência 20713 episódios referentes a doenças e perturbações do aparelho respiratório, de utentes residentes nos concelhos de Amadora e Sintra.

Dos dados analisados é de referir que os códigos (GDH) das patologias respiratórias variam de acordo com as doenças diagnosticadas, a Tabela 12 indica o código GDH e a respetiva doença, de forma a serem mais explícitas as referências feitas ao longo da análise dos resultados.

Tabela 12 - Código GDH e respetivas doenças diagnosticadas.

CID-9	GDH
470	Desvio do septo nasal (adquirido)
481	Pneumonia por pneumococos
486	Pneumonia devido a microrganismo não especificado
4660	Bronquite aguda
4871	Gripe com manifestações respiratórias NCOP
5198	Doenças do aparelho respiratório, NCOP
46611	Bronquiolite aguda devido a vírus sincicial respiratório
46619	Bronquiolite aguda devido a organismo infeccioso n/classificável em outra parte
47400	Amigdalite crónica
47412	Hipertrofia das adenoides
47829	Doenças da faringe ou nasofaringe NCOP
51882	Insuficiência pulmonar

Dos dados analisados é de referir que os códigos (GDH) das patologias respiratórias mais frequentemente registadas, de acordo com o CID-9, foram: 470 – *desvio do septo nasal*; 481- *Pneumonia por pneumococos*; 486- *Pneumonia por microrganismo não especificado*; 4660 *bronquite aguda*; 4871 *gripe com manifestações respiratórias NCOP*; 5198 *doenças do aparelho respiratório, NCOP*; 46611 *bronquiolite aguda devida a vírus sincicial respiratório*; 46619 *bronquiolite aguda devida a organismo infeccioso n/classificável em outra parte*; 47400 *amigdalite crónica*; 47412 *hipertrofia das adenóides*; 47829 *doenças da faringe ou nasofaringe NCOP*, correspondendo cada uma destas doenças a diferentes zonas do trato respiratório atingido.

6.1.1 Centro Hospitalar de Lisboa Ocidental (C.H.L.O)

Entre os anos de 2004 e 2009, foram admitidos, no C.H.L.O, 640 indivíduos com 658 diagnósticos de doenças do aparelho respiratório. Como se pode observar na Figura 8, verificou-se um aumento gradual no número de registos de doenças do foro respiratório ao longo dos anos (2004/2009) em ambos os concelhos estudados, com exceção do ano de 2008 em que se verificou uma queda nos registos das doenças respiratórias, também em ambos os Concelhos.

De uma forma geral, o número de registos de doenças respiratórias nos dois concelhos mantém-se em igual número, havendo um “pico” de onze casos de insuficiência pulmonar, NCOP) em 2004.

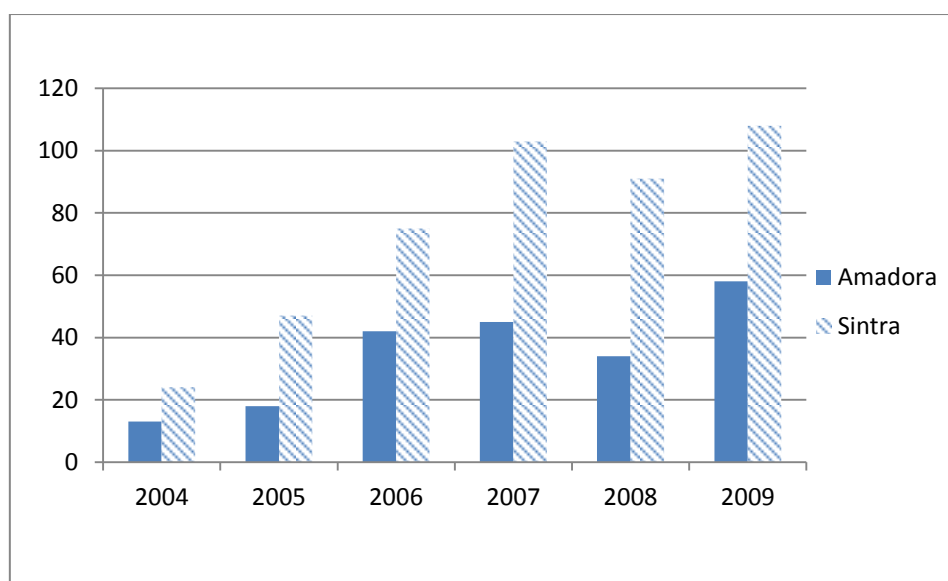


Figura 8 - Evolução das doenças respiratórias por ano e concelho, do CHLO

Relativamente aos casos registados no C.H.L.O., de acordo com a Figura 9 podemos verificar que houve um ligeiro decréscimo dos casos registados entre o ano 2007 (n=103) e 2008 (n=91), aumentando ligeiramente em 2007 (n=103) para 2009 (n=108), esta tendência foi visível nos dois concelhos.

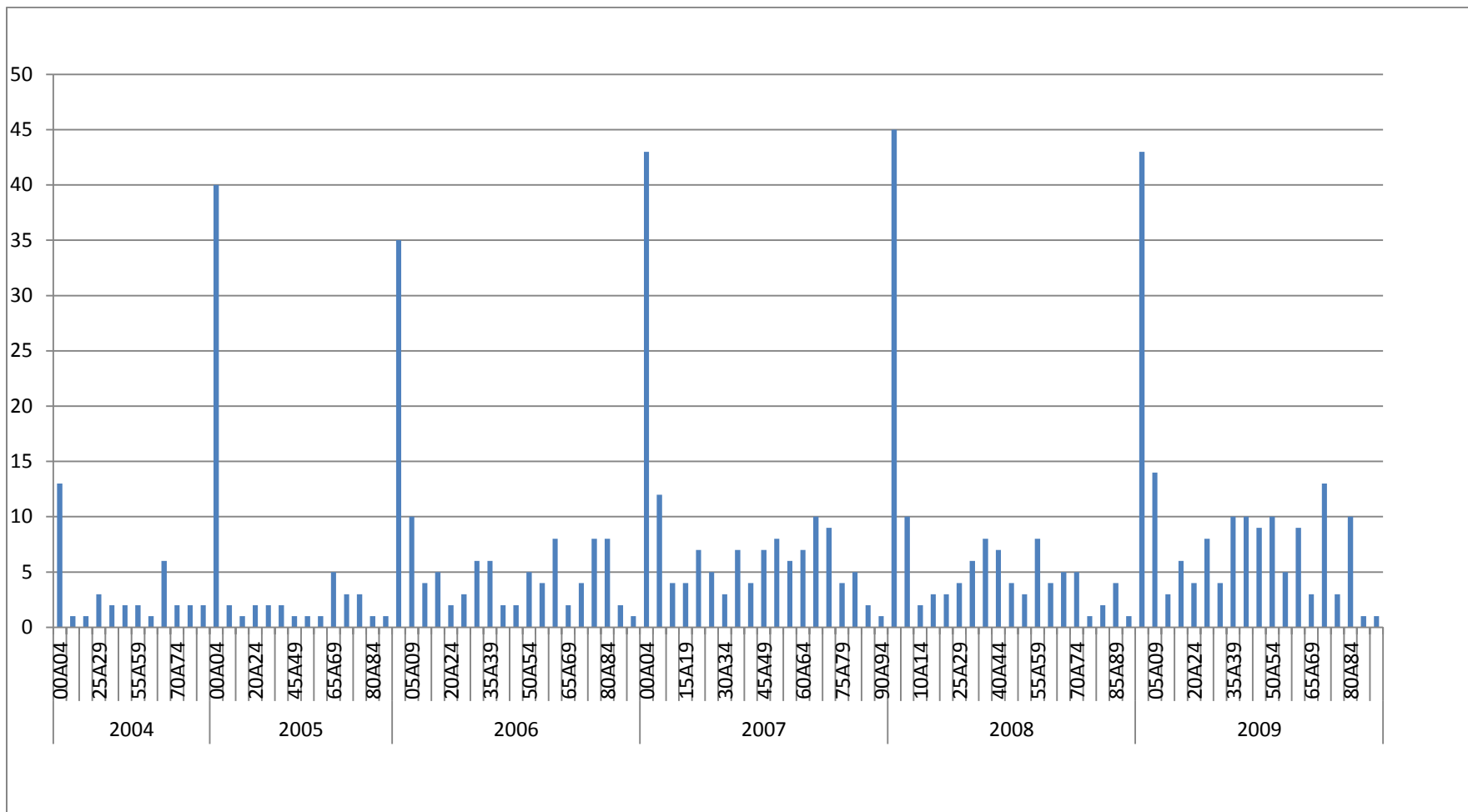


Figura 9 – Evolução do diagnóstico de doenças respiratórias ao longo dos anos de 2004 à 2009, por faixa etária, no C.H.L.O.

A Figura 9 apresenta todas as faixas etárias onde em cada ano houve registo de doenças respiratórias no Centro Hospitalar de Lisboa Ocidental.

As faixas etárias mais afetadas pela doença respiratória continuam a ser as crianças, correspondendo na figura a faixa dos 00-04 anos de idade.

A faixa etária correspondente aos 90 a 94 anos de idade não vem representada, nos anos 2004 e 2005, por não haver registos.

Na tabela 13, de forma a facilitar a análise da frequência dos registos das doenças foram seleccionadas somente aquelas com maior representação na amostra, assim os códigos de doenças mais frequentemente registados nos concelhos de Sintra e Amadora, são apresentadas na Tabela 13 e na Tabela 14, respectivamente.

Tabela 13 - Códigos de doenças respiratórias mais frequentemente registados no concelho de Sintra durante o triénio de 2007-2009. A negrito apresentam-se os Códigos em que houve um aumento de registo de doenças

CID-9		Anos		
		2007	2008	2009
470	Desvio do septo nasal (adquirido)	11	9	10
481	Pneumonia por pneumococos	6	5	8
486	Pneumonia devido a microrganismo não especificado	12	6	10
4780	Hipertrofia dos cornetos nasais	3	5	7
5198	Doenças do aparelho respiratório, NCOP	12	5	8
46611	Bronquiolite aguda devido a vírus sincicial respiratório	1	7	6
46619	Bronquiolite aguda por org. infeccioso n/classificável noutra parte	5	2	5
47412	Hipertrofia das adenoides	10	12	8
47829	Doenças da faringe ou nasofaringe, NCOP	3	4	11

E para o concelho da Amadora:

Tabela 14 - Código das doenças respiratórias mais frequentemente registadas no concelho de Amadora durante o triénio 2007-2009 - A negrito apresentam-se os Códigos em que houve um aumento de registo de doenças.

CID-9		Anos		
		2007	2008	2009
470	Desvio do septo nasal (adquirido)	3	-	-
481	Pneumonia por pneumococos	2	2	5
486	Pneumonia devido a microrganismo não especificado	6	5	8
4780	Hipertrofia dos cornetos nasais	1	-	-
5198	Doenças do aparelho respiratório, NCOP	2	-	3
46611	Bronquiolite aguda devido a vírus sincicial respiratório	2	3	3
46619	Bronquiolite aguda por a org. Infecioso n/classificável noutra parte	2	3	2
47412	Hipertrofia das adenoides	1	-	1
47829	Doenças da faringe ou nasofaringe, NCOP	1	-	4

As patologias respiratórias em que houve um maior número de registos dos GDH foram: *outras doenças das vias respiratórias superiores* (470-478); *infecções agudas das vias respiratórias* (460-466); *pneumonia e gripe* (480-487) e *outras doenças do aparelho respiratório* (510-519).

Analisando as tabelas 13 e 14 houve um aumento de registo nas seguintes patologias respiratórias: *pneumonia e gripe* (480-487), *infecções agudas das vias respiratórias* (460-466) e *outras doenças das vias respiratórias superiores* (470-478). Estes resultados vêm confirmar as conclusões obtidas no Relatório ONDR 2011, que informa que há um aumento progressivo de internamentos por patologias respiratórias, sendo a patologia “*Pneumonia*” aquela em que se verifica um maior número de internamentos.

Centro Hospitalar de Lisboa Central (CHLC)

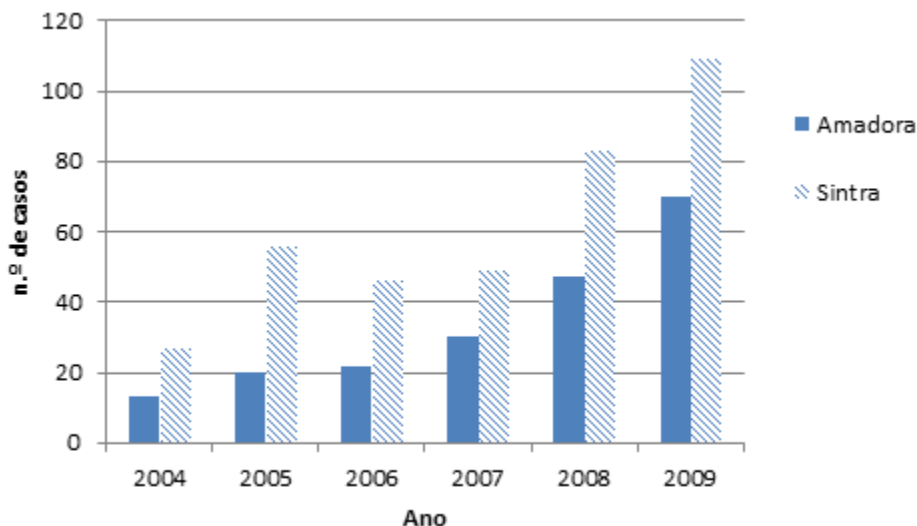


Figura 10 - Evolução dos casos registados no CHLC, provenientes dos concelhos de Amadora e Sintra ao longo dos anos (2004-2009)

O C.H.L.C. registou 564 indivíduos e 572 casos de doenças respiratórias, entre os anos 2004-2009. Apresentando o concelho de Sintra um maior número de utentes em relação ao concelho de Amadora, também devido a uma maior densidade populacional (Figura 10). Regista-se um aumento progressivo no número de registo de doenças entre os anos 2007 a 2009.

Na análise do gráfico de evolução dos casos registados ao longo dos anos, Figura 11, segundo as faixas etárias, verifica-se que o registo de doenças respiratórias foi maior durante os anos de 2008 e 2009, nas faixas etárias mais jovem 00-04 e 05-09 anos de idade.

O aumento de registo nesta faixa etária, poderá dever-se o facto de neste Centro Hospitalar existir um hospital materno-infantil da zona de Lisboa, que serve toda população pediátrica.

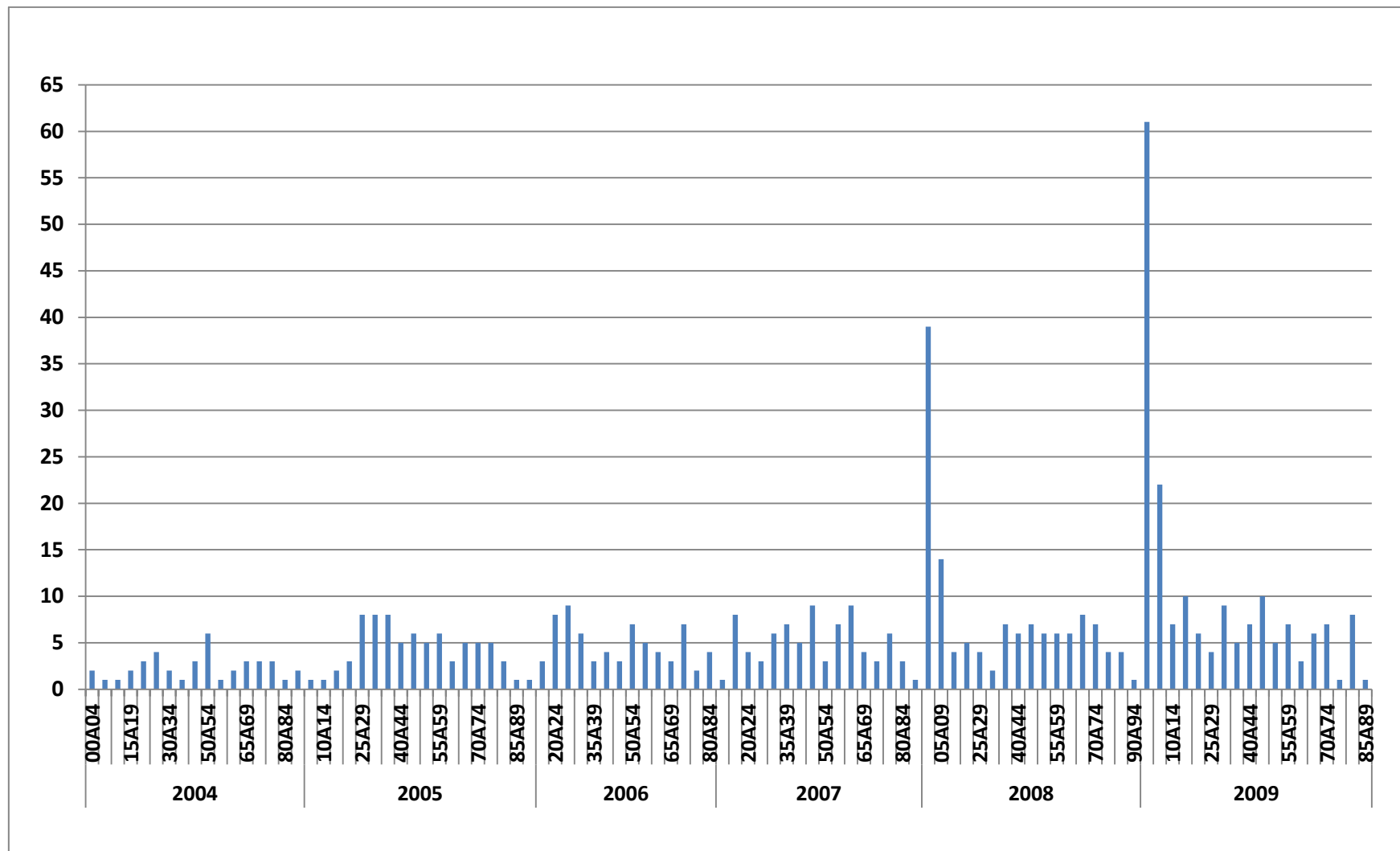


Figura 11- Evolução do diagnóstico de doenças respiratórias ao longo dos anos de 2004 a 2009, por faixa etária, no C.H.L.C.

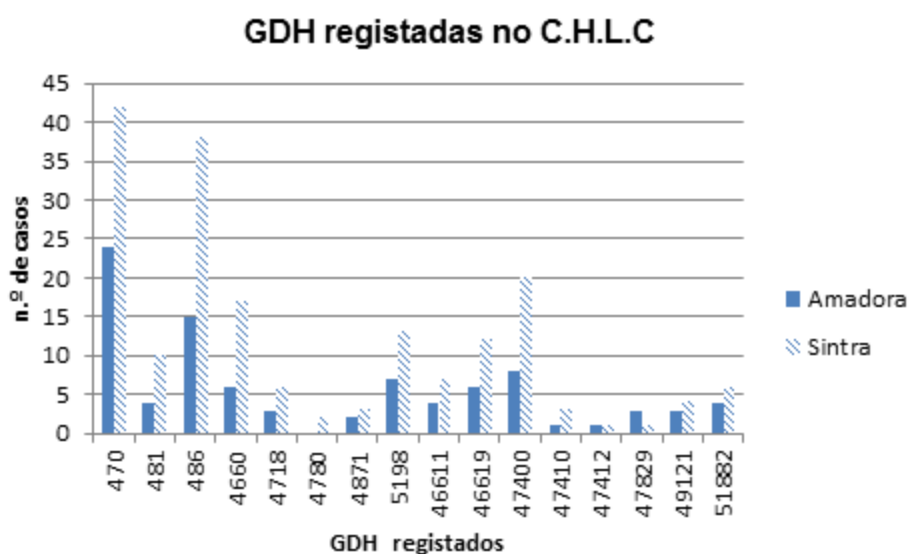


Figura 12 – Códigos das doenças respiratórias mais frequentes, registadas no C.H.L.C. provenientes dos dois concelhos.

Os códigos das doenças respiratórias com o maior número de registos que deram entrada no C.H.L.C. provenientes do concelho da Amadora, encontram-se identificadas na Tabela 15.

Tabela 15 - Códigos de doenças respiratórias mais frequentemente registados no CHLC de utentes residentes no concelho de Amadora; A negrito apresentam-se as doenças em que houve um aumento de registo.

CID-9		Anos		
		2007	2008	2009
470	Desvio do septo nasal (adquirido)	8	1	4
481	Pneumonia por pneumococos	0	3	1
486	Pneumonia devido a microrganismo não especificado	1	3	6
4660	Bronquite aguda	0	1	3
5198	Doenças do aparelho respiratório, NCOP	1	1	3
46611	Bronquiolite aguda devido a vírus sincicial respiratório	0	0	4
46619	Bronquiolite aguda devido a organismo infeccioso n/classificável em outra parte	0	1	5
47400	Amigdalite crónica	1	2	0
51882	Insuficiência pulmonar, NCOP	0	0	2

Os códigos das doenças respiratórias com o maior número de registos que deram entrada no C.H.L.C. provenientes do Concelho de Sintra, encontram-se identificadas na Tabela 16.

Tabela 16 - Códigos de doenças respiratórias mais frequentemente registados no CHLC de utentes residentes no concelho de Sintra; A negrito apresentam-se as doenças respiratórias em que houve um aumento de registo.

CID-9		Anos		
		2007	2008	2009
470	Desvio do septo nasal (adquirido)	6	6	7
481	Pneumonia por pneumococos	1	3	6
486	Pneumonia devido a microrganismo não especificado	6	5	12
4660	Bronquite aguda	2	0	5
5198	Doenças do aparelho respiratório, NCOP	5	4	1
46611	Bronquiolite aguda devido a vírus sincicial respiratório	0	5	2
46619	Bronquiolite aguda devido a organismo infeccioso n/classificável em outra parte	0	3	9
47400	Amigdalite crónica	0	4	3
51882	Insuficiência pulmonar, NCOP	1	1	2

Da análise das Tabelas 15 e 16 podemos observar que o número de casos registados no concelho de Sintra é aproximadamente o dobro dos casos registados no concelho da Amadora (Figura 12). As patologias respiratórias em que houve um maior número de registos dos GDH foram: *outras doenças das vias respiratórias* (470-478) e *infeções agudas das vias respiratórias* (460-466). O facto do Concelho de Sintra (377 249 hab.) ter o dobro da população do Concelho da Amadora (175 558 hab.) poderá explicar estes valores.

6.1.2 Centro Hospitalar de Lisboa Norte (C.H.L.N.)

Durante os anos de 2005 a 2009 no C.H.L.N. deu entrada 2109 indivíduos e registaram-se 2621 casos de doenças respiratórias.

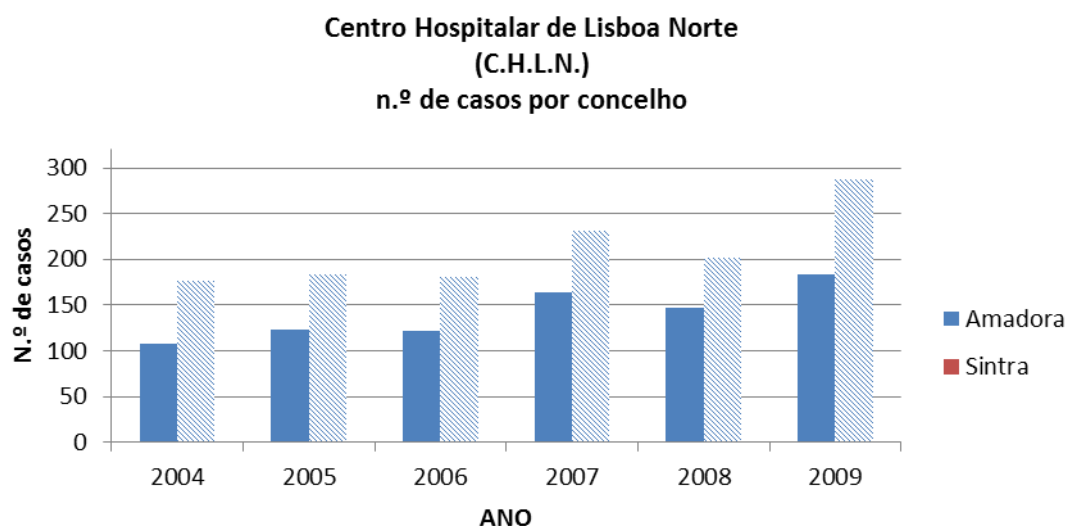


Figura 13 – Número de doenças respiratórias registadas no C.H.L.N, durante os anos de 2004-2009, de utentes residentes nos concelhos de Amadora e Sintra.

O C.H.L.N. registou 2108 casos de doenças respiratórias de utentes provenientes dos concelhos de Amadora e Sintra, entre os anos 2004-2009. Como acontece nos dois outros C.H. podemos constatar que o número de registos de doenças segue a mesma tendência, registando um aumento gradual dos casos de doenças ao longo dos anos.

Conforme o verificado em outros Centros Hospitalares (C.H.) regista-se neste C.H. a mesma tendência observada, há um decréscimo de casos de doenças respiratórias registadas entre os anos de 2007 (n=395) e 2008 (n=349) aumentando em 2009 (n=471).

A frequência de registos de doenças respiratórias é maior na faixa etária 00-04 e 05-09 anos de idade. No entanto regista-se uma tendência ao longo dos anos de 2004 a 2009, é notório um decréscimo nos casos de registos de doenças respiratórias nas faixas etárias mais novas (00-04 e 05-09) e um aumento progressivo nas faixas etárias mais idosas (50 a 79 anos de idade) (Figura 14)

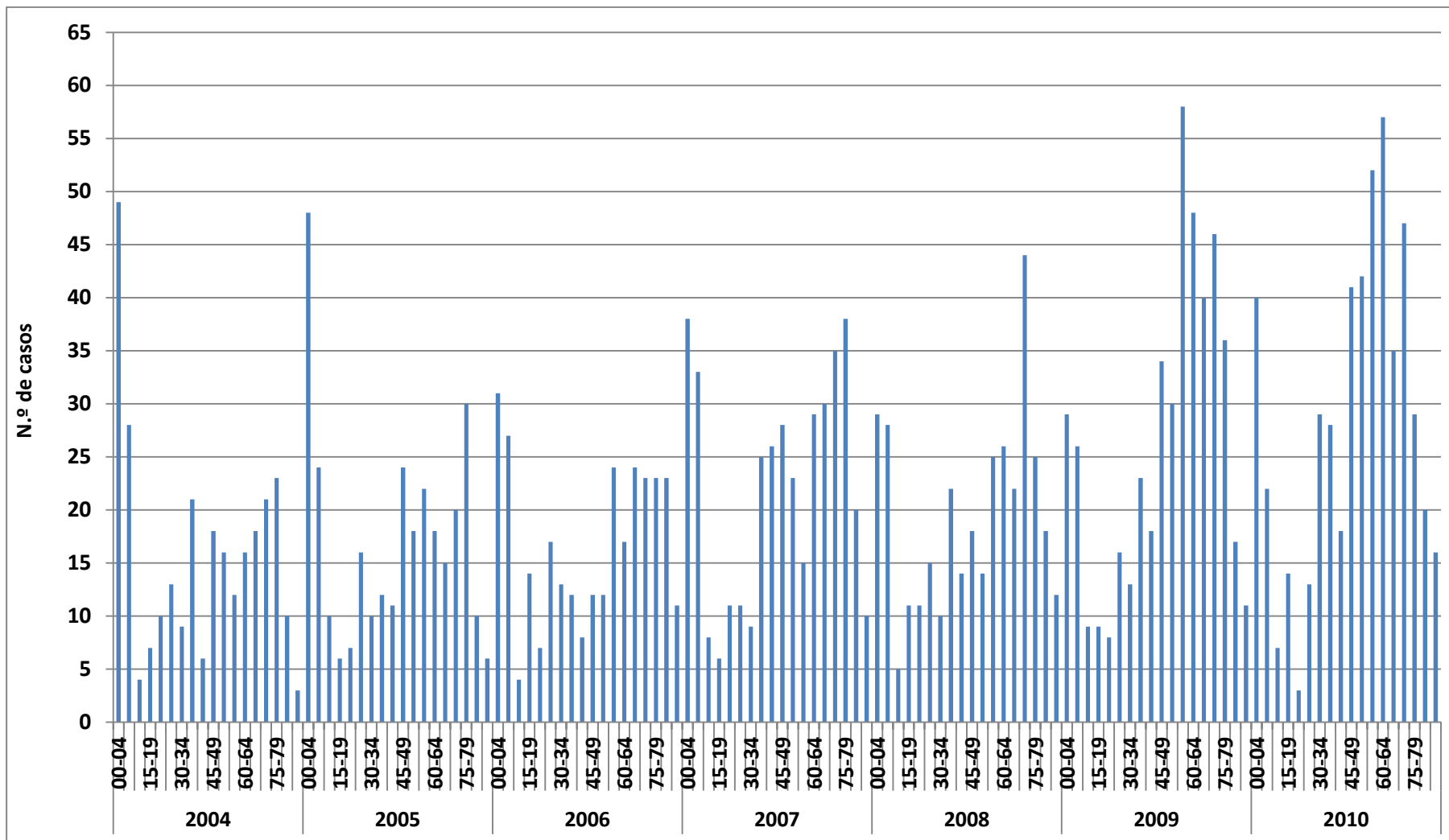


Figura 14 - Evolução do diagnóstico de doenças respiratórias ao longo dos anos de 2004 a 2009, por faixa etária, no C.H.L.N.

Conforme podemos verificar na Figura 14 é notória a tendência verificada. As crianças continuam a liderar o n.º de casos de doenças respiratórias em todos os anos, mas existe um aumento de registo nas restantes faixas etárias.

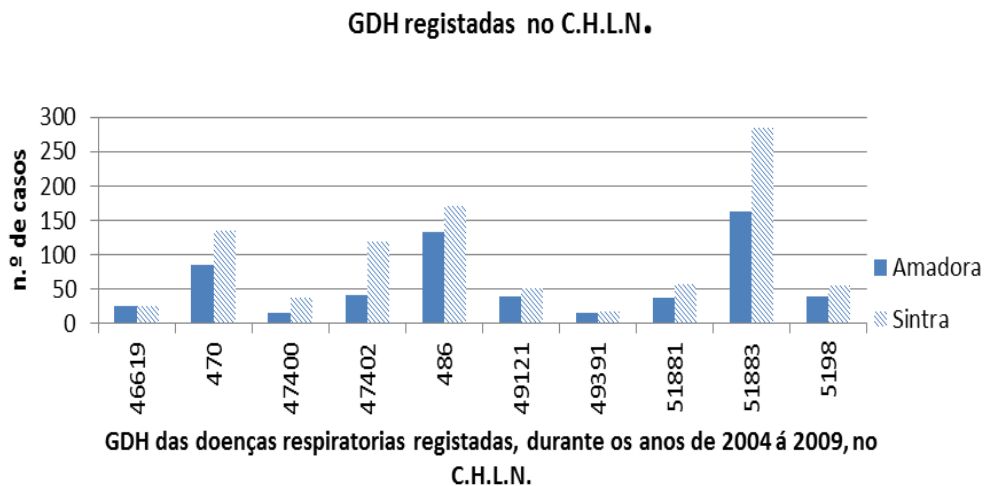


Figura 15 - Códigos de doenças respiratórias mais frequentemente registados por concelho.

6.1.3 Unidade Hospitalar (U.H.)

A Unidade Hospitalar (U.H.) de referência que abrange os utentes residentes nos dois concelhos em estudo registou um total de 17590 registos de doenças respiratórias durante o período de 2004-2009. (Figura 16).

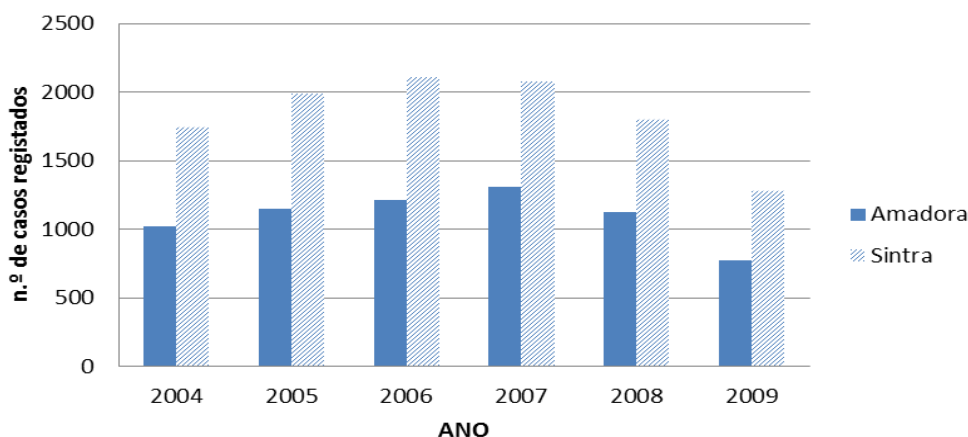


Figura 16 - Número de casos de doenças respiratórias registadas na U.H, por concelho e por ano.

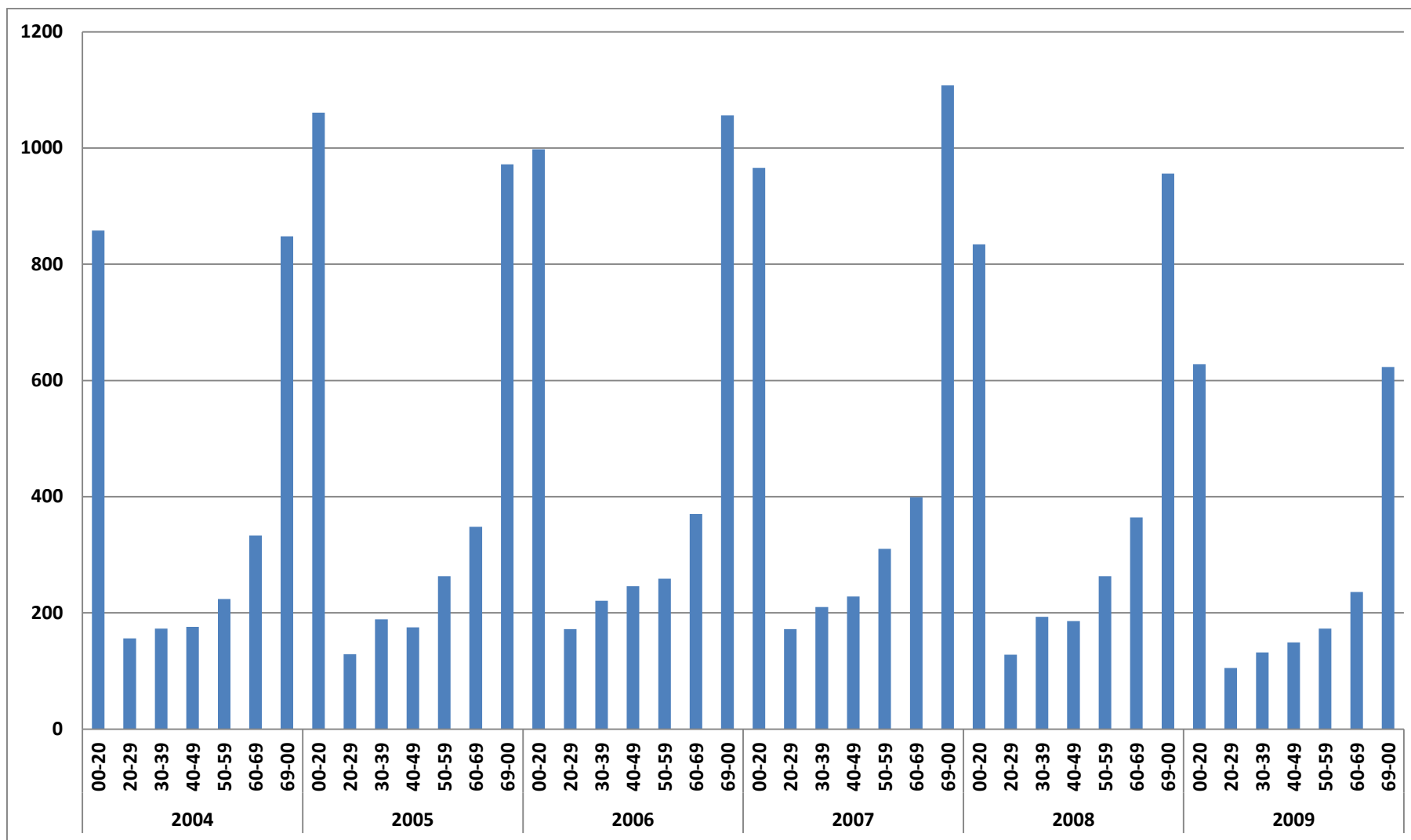


Figura 17 - Evolução do diagnóstico de doenças respiratórias ao longo dos anos de 2004 à 2009, por faixa etária, na U.H..

Embora as faixas etárias estejam representadas sob uma escala diferente dos restantes gráficos, é de referir que aquela com maior número de registos de doenças continua a ser a mais jovem, que neste caso é representada pela faixa dos 00-20 anos de idade, seguida pela faixa etária dos 69-00 anos de idade.

Nos anos de 2007 e 2008 a faixa etária 69-00 anos de idade assinalou um numero superior de registos do que a faixa etária 00-20 anos. Verifica-se um decréscimo no número de registo e doenças respiratórias nas faixas etárias mais jovens, decréscimo este que é visível a partir de 2007, mas com um aumento de registos nas faixas etárias mais idosas. (Figura 17).

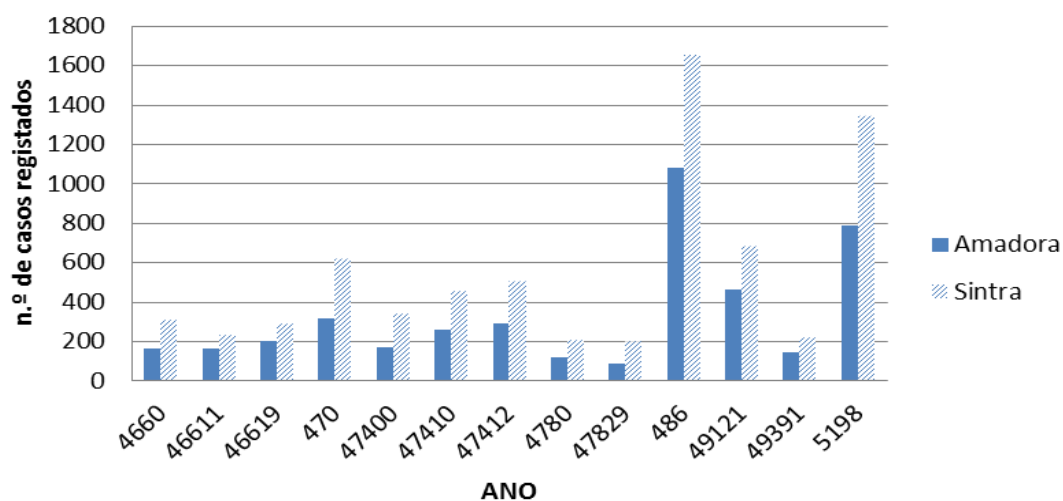


Figura 18 – G.D.H. das doenças respiratórias mais frequentemente registadas na U.H., durante os anos de 2004-2009, de utentes residentes nos concelhos de Amadora e Sintra.

Tabela 17 - Códigos de doenças respiratórias mais frequentemente registados na U.H. de utentes residentes no concelho de Amadora. A negrito apresentam-se as doenças respiratórias em que houve um aumento de registo.

CID-9		Anos		
		2007	2008	2009
470	Desvio do septo nasal (adquirido)	57	44	41
486	Pneumonia devido a microrganismo não especificado	220	180	153
4660	Bronquite aguda			
5198	Doenças do aparelho respiratório, NCOP	35	27	23
46611	Bronquiolite aguda devido a vírus sincicial respiratório	15	37	16
46619	Bronquiolite aguda devido a organismo infeccioso n/classificável em outra parte	32	39	36
47400	Amigdalite crónica	38	25	22
47410	Hipertrofia das amígdalas e das adenoides	55	28	38
49121	Bronquite crónica obstrutiva, com exacerbação (aguda)	99	39	24

Tabela 18 - Códigos de doenças respiratórias mais frequentemente registados na U.H. de utentes residentes no concelho de Sintra. A negrito apresentam-se as doenças respiratórias em que houve um aumento de registo.

CID-9		Anos		
		2007	2008	2009
470	Desvio do septo nasal (adquirido)	112	93	79
486	Pneumonia devido a microrganismo não especificado	301	258	238
4660	Bronquite aguda	78	48	34
5198	Doenças do aparelho respiratório, NCOP	243	201	150
46611	Bronquiolite aguda devido a vírus sincicial respiratório	26	40	26
46619	Bronquiolite aguda devido a organismo infeccioso n/classificável em outra parte	47	47	35
47400	Amigdalite crónica	62	51	45
47410	Hipertrofia das amígdalas e das adenoides	85	79	57
49121	Bronquite crónica obstrutiva, com exacerbação (aguda)	101	61	45

São mais frequentes as seguintes patologias respiratórias: *outras doenças das vias respiratórias superiores (470-478) e infecções agudas das vias respiratórias (460-466)*, com uma grande frequência de registos de GDH destas patologias.

Do total dos dados analisados dos três C.H. (C.H.L.O, C.H.L.C e C.H.L.N.) e da U.H. destacam-se 4 patologias respiratórias: *outras doenças das vias respiratórias superiores (470-478), infecções agudas das vias respiratórias (460-466), pneumonia e gripe (480-487) e outras doenças do aparelho respiratório (510-519)*. Destas 4 patologias aquelas que registaram um maior número de casos foram: *outras doenças das vias respiratórias superiores (470-478) e infecções aguda das vias respiratórias (460-466)*. Deve-se salientar ainda que os registos são mais frequentes nos meses de inverno (outubro, novembro, dezembro e janeiro) meses em que a temperatura ambiente é muito baixa e a humidade elevada havendo surtos gripais.

6.2 Dados ambientais

6.2.1 Ozono

Avaliação dos resultados de medição nas freguesias de: Mem Martins, Concelho de Sintra e Reboleira, Concelho da Amadora. Foram analisados os dados sobre as concentrações dos poluentes PM₁₀ partículas e concentração de O₃ – ozono, nas estações de medição do Concelho de Amadora freguesia de Reboleira e do Concelho de Sintra, Freguesia Algueirão- Mem Martins.

Foram analisados todos os registos de excedências verificadas e registadas na base de dados *online* – Qualar- cuja gestão é da responsabilidade do Instituto do Ambiente, estes dados encontram-se validados. Os limites de excedências analisados dizem respeito aos valores limiar de alerta e de informação ao público estabelecidos na legislação atualmente em vigor e relacionados com os seguintes poluentes; O₃, NO₂, e SO₂. Para o presente estudo foram analisados os poluentes; PM₁₀ (partículas) e O₃ (ozono).

Como foi já referido a legislação que determina as concentrações limite de O₃ na atmosfera, o Decreto-lei n.º 320/2003 de 20 de Dezembro, define limiar de informação ao público quando a concentração do ozono atinge os 180µg/m³ como “o nível acima da 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 atualizada” e o Decreto-lei n.º276/99 de 23 de Junho define como limiar de alerta” nível de poluentes na atmosfera acima do qual uma exposição de curta duração apresenta riscos para a saúde humana e a partir do qual devem ser adotadas medidas imediatas, segundo as condições fixadas no diploma legal. A exposição ao ozono pode reduzir a resistência às doenças respiratórias (ex. *pneumonia*), danificar os tecidos pulmonares e agravar as doenças pulmonares crónicas (*asma, bronquite*) (Instituto do Ambiente, 2004).

Refere-se novamente que a concentração do poluente ozono está diretamente relacionada com as elevadas temperaturas e a incidência solar e que a energia solar é importante para a formação do ozono, durante o processo de fotodissociação (Reis, 2008).

O ano de 2004 foi caracterizado por ser considerado um ano extremamente seco, o mês de julho foi considerado um mês extremamente quente com valores de temperatura acima dos valores médios e o mais quente desde 1931 (Boletim Climatológico, 2004).

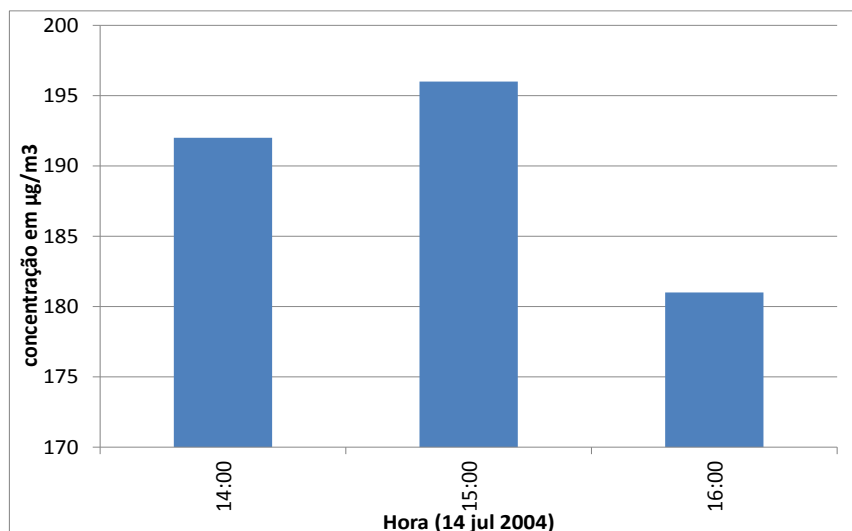


Figura 19 - Concentração de O₃ – Estação de medição da Reboleira, dia 14 de julho de 2004.

Na estação de medição da Reboleira só houve registo de ultrapassagem dos valores limites de informação ao público, entre as 14 e as 16 horas, durante o dia 14 do mês de julho (Figura 19), enquanto em Sintra estes valores registaram-se no dia 16 de junho de 2004 (Figura 20), entre as 16 e as 20 horas.

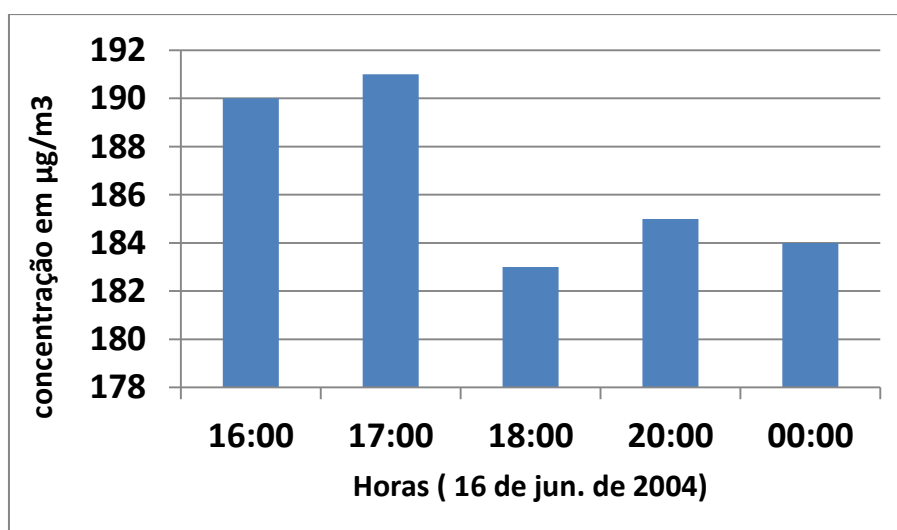


Figura 20 - Concentração de O₃- Estação Mem Martins entre as 16 horas e as 00 horas do dia 16 de junho de 2004.

Para a estação de Mem Martins durante o ano de 2005, foram registados excedências de O₃ durante os meses de junho, julho e agosto. No mês de junho os valores variaram entre os 185µg/m³ e 193µg/m³ e no mês de agosto (dias 4, 5, 12, 14 e 15) os valores variaram entre os 183µg/m³ e 207µg/m³. (Figura 21).

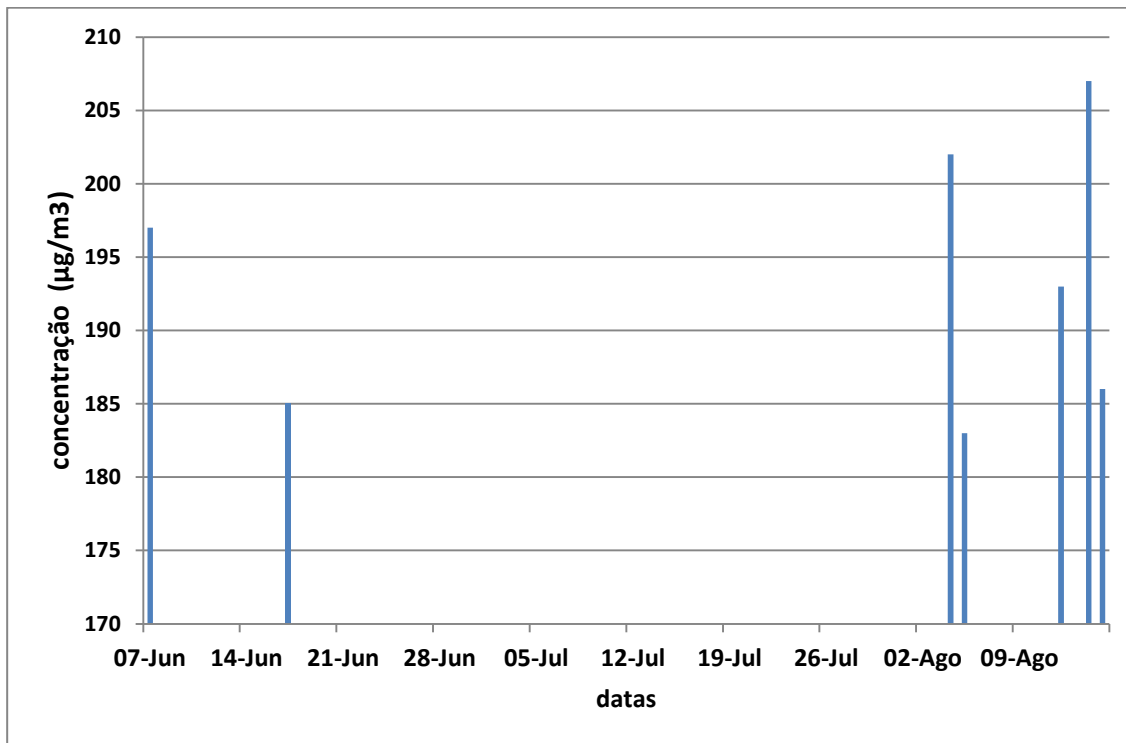


Figura 21 - Concentração de O₃ - Estação de medição de Mem Martins, durante os meses de junho, julho e agosto de 2005.

Ao longo do mês de junho foram registadas na estação de medição da Reboleira valores de concentração de O₃ que apresentaram um decréscimo nas concentrações mas sempre acima do limite máximo, durante o mês de junho (190µg/m³- 181µg/m³) entre o dia 7 e dia 17 (Figura 22).

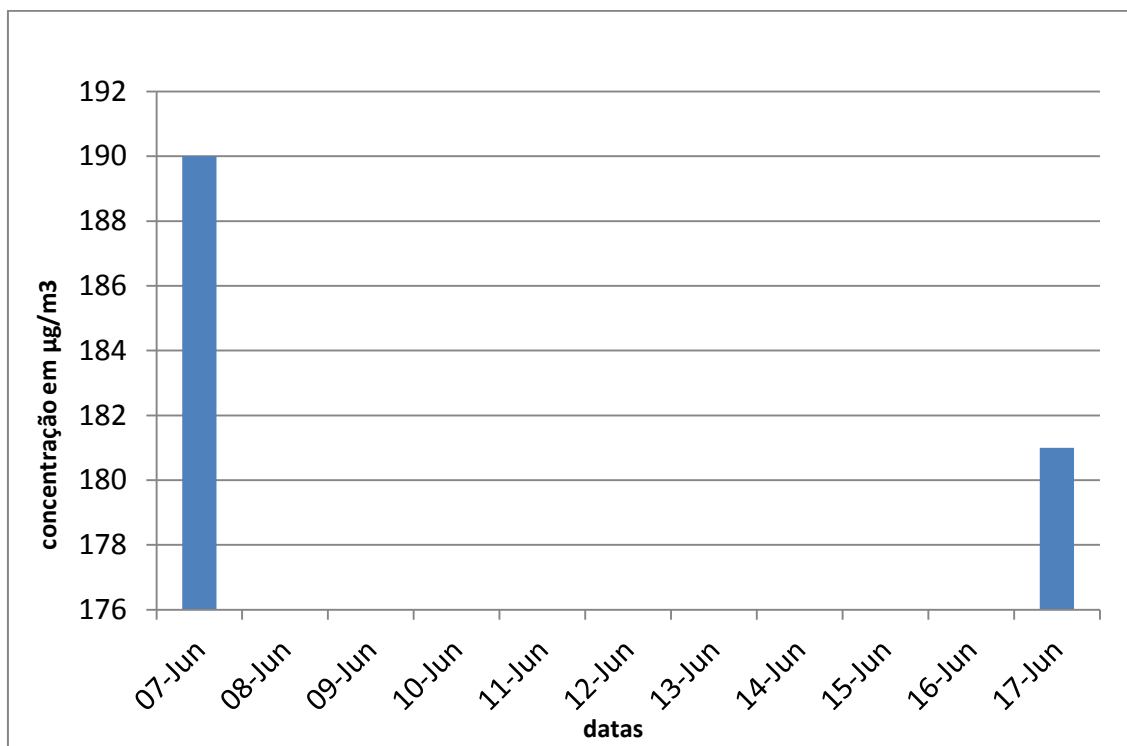


Figura 22 - Concentração de O₃ – Estação de medição da Reboleira, de 7 a 17 de junho 2005.

Podemos relacionar estes valores de concentração de O₃ pelo facto do verão de 2005 (junho, julho e agosto) ter sido o mais quente dos últimos 75 anos atingindo médias de temperaturas máximas de 21.55°C, tendo havido registo de 2 ondas de calor durante o mês de junho. Além disso o mês de agosto foi considerado o 3º mais quente desde 1931 (Boletim Climatológico, 2005).

O ano de 2006 foi considerado o 5º ano mais quente desde 1931, durante este ano foram registadas 5 ondas de calor entre 24 de Maio a 9 de Setembro (Boletim Climatológico, 2006). Podemos verificar na Figura 23, que embora tenha havido registo de ondas de calor, durante o ano 2006, foi registado uma excedência do valor máximo da concentração de ozono, na estação de Mem Martins, atingindo o limiar de alerta, com valores superiores a 240µg/m³, no dia 11 de agosto.

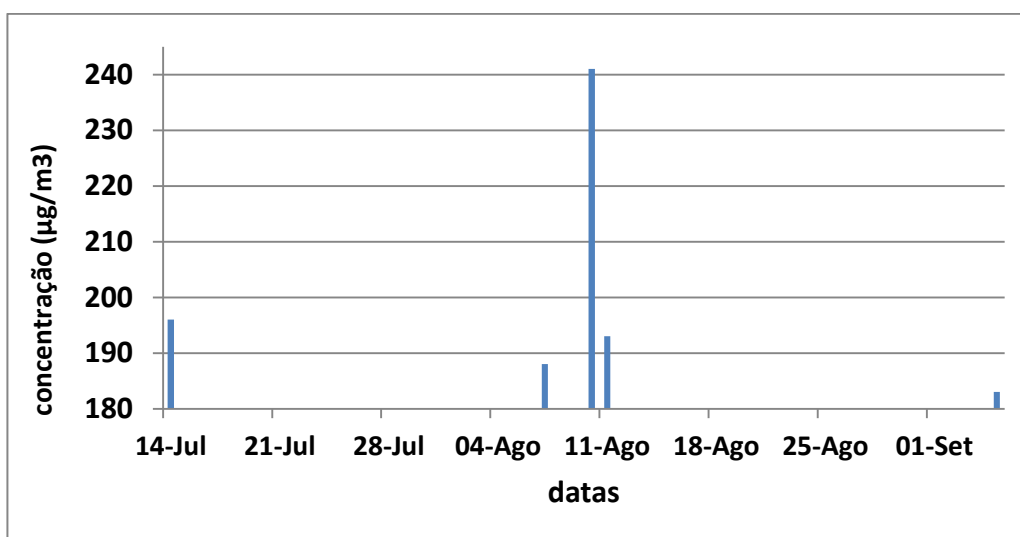


Figura 23 – Concentração de O₃ - Estação de medição de Mem Martins durante os meses de julho, agosto e setembro ano de 2006.

Na estação de medição da Reboleira, os valores das concentrações variaram entre 181 µg/m³ e atingindo um máximo de 217µg/m³, estes valores foram registados entre os meses de julho (dia 14) e agosto (dias 7, 10, 11 e 12) (Figura 24).

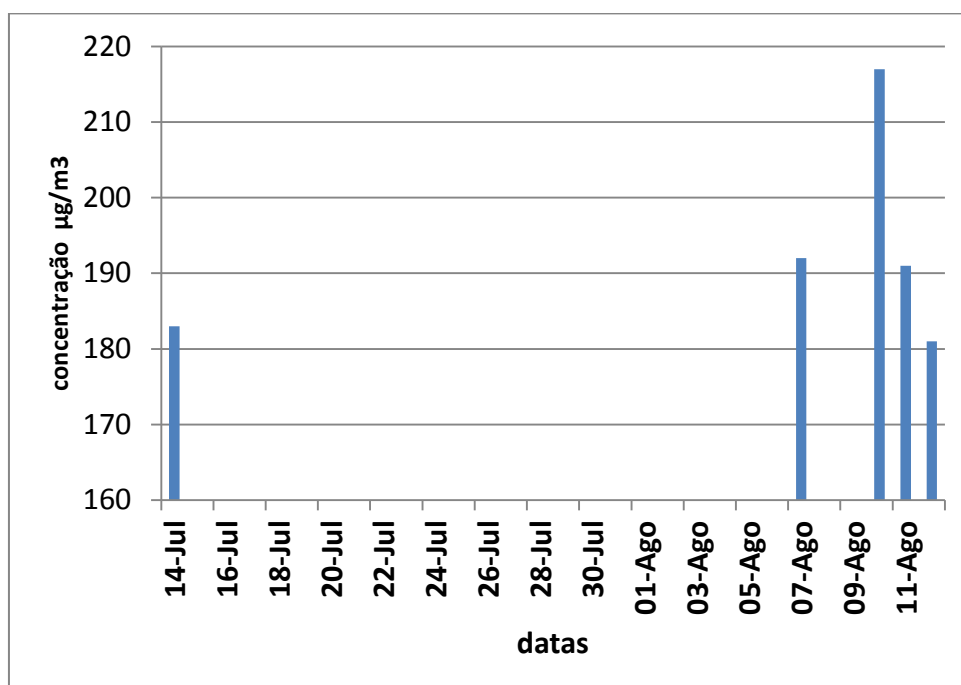


Figura 24 – Concentração O₃ – Estação de medição da Reboleira, de 14 de julho a 12 agosto de 2006.

Durante o ano de 2007, na estação de medição da Reboleira, foram registadas duas excedências dos valores de ozono, $198\mu\text{g}/\text{m}^3$ e $183\mu\text{g}/\text{m}^3$ durante os meses de julho e agosto (Figura 25). De acordo com os registos do Instituto de Meteorologia (I.M), durante este ano não foram registadas ondas de calor (Boletim Climatológico,2007).

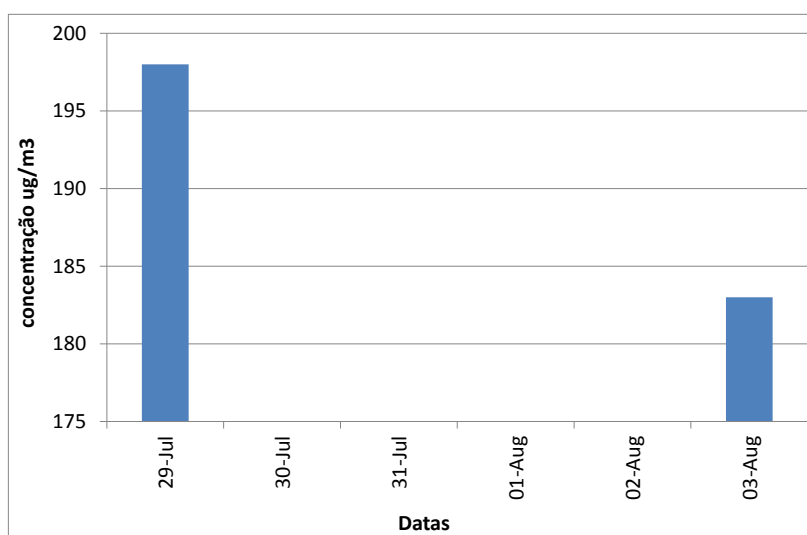


Figura 25 - Concentração O_3 – Estação de medição da Reboleira, de 29 de julho a 3 agosto de 2007.

Durante dois anos consecutivos, 2007 e 2008, não houve registo de medições de O_3 na estação de monitorização de Mem Martins e em 2008 a estação de monitorização da Reboleira não teve registos. Em 2009 registaram-se três ondas de calor (27 de maio a 3 de junho; 10 a 22 de junho; 11 agosto a 19 de agosto) que afetaram principalmente as regiões do interior Norte e Centro (Boletim Climatológico, 2009). A estação da Reboleira só registou uma ocorrência durante o mês de agosto de 2009 ($187\mu\text{g}/\text{m}^3$) (Figura 26).

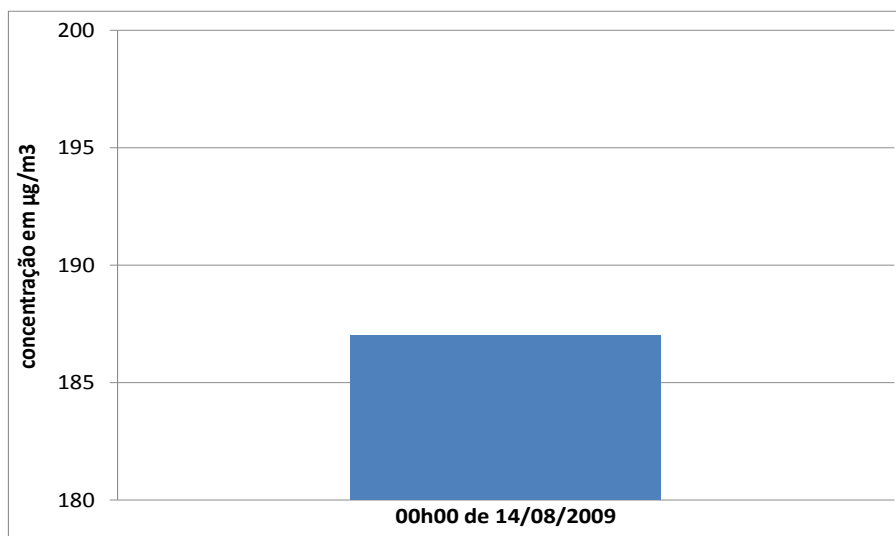


Figura 26 - Concentração de O₃. Estação de medição da Reboleira, dia 14 de agosto de 2009 às 00h00.

De acordo com a Figura 27 foram registadas medições de concentração de O₃, na estação de medição de Mem Martins, que ultrapassaram o limiar de informação ao público (180µg/m³) durante o dia 12 de agosto, podendo ser considerado uma consequência da onda de calor registada durante este mês (11 a 19 de agosto).

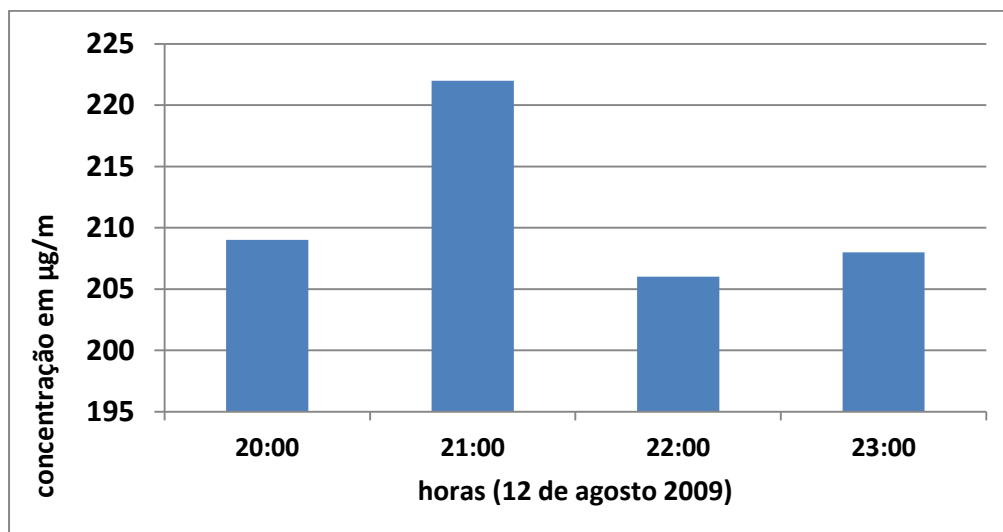


Figura 27 - Concentração de O₃ – Estação de medição de Mem Martins, entre as 20.00h e as 23 horas, do dia 12 de agosto de 2009.

De um modo geral as concentrações das excedências de O₃ como limiar de alerta só foram registadas uma vez, na estação de medição de Mem Martins durante o ano de 2006 atingindo o valor de 241µg/m³. Durante este ano ocorreram 5 ondas de calor e, para informação ao público, foram registadas durante todos os anos (2004 a 2009), (Tabela 19).

Tabela 19 - Concentrações mínimas e máximas de O₃ e número de dias em que se verificaram excedências (≥ 180µg/m³) A negrito n.º de dias em que se registaram excedências.

Concelho Estação de medição	ANO					
	2004	2005	2006 µg/m ³	2007	2008	2009
Amadora- estação de medição da Reboleira	196-181 3 d.	190 e 181 2 d.	217 -181 17 d.	183-198 2d.	-----	187
Sintra- Estação de medição de Mem Martins	190-183 5 d.	207 -183 11 d.	241 -182 16 d.	-----	-----	222-206 4 d.

Fonte: QuaLar.

6.2.2 Partículas

Avaliação dos resultados de medição de partículas (PM₁₀) nas freguesias de Mem Martins, Concelho de Sintra e freguesia da Reboleira, Concelho da Amadora.

As concentrações dos valores de partículas (PM₁₀) medidos nas estações de medição dos dois concelhos registaram valores acima dos legislados de 50 µg /m³ (anexo III do Decreto lei n.º 11/2002 de 16 de Abril).

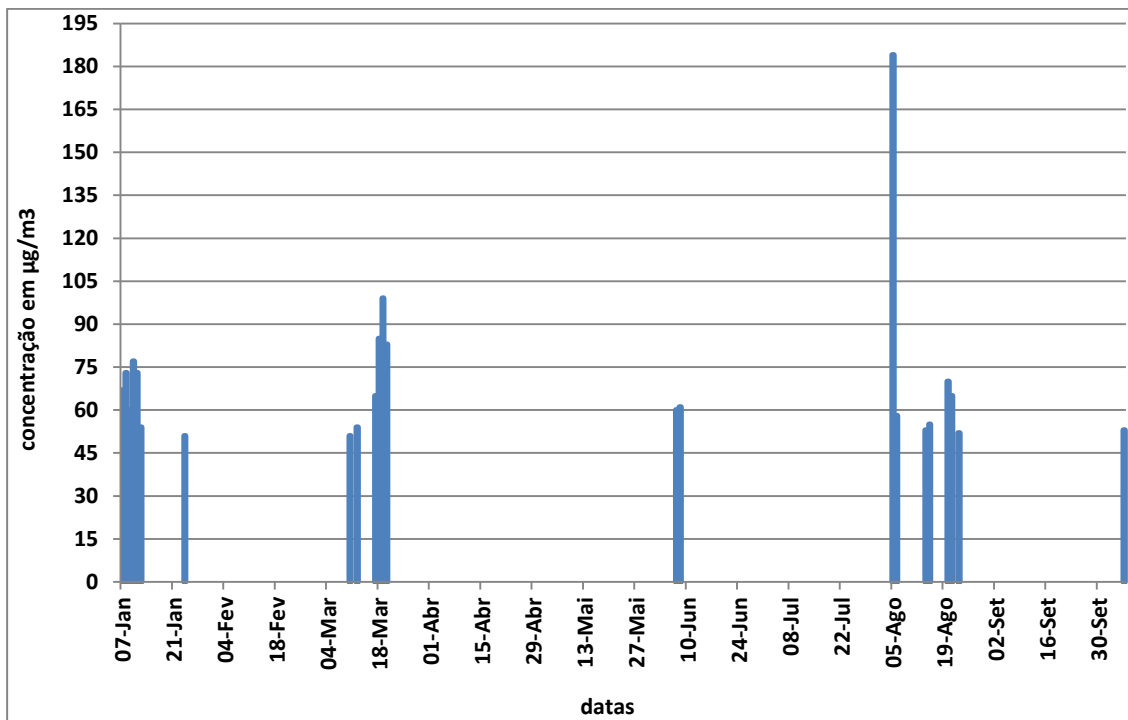


Figura 28 - Concentração PM₁₀ – Estação de medição Mem Martins, durante o ano de 2005.

A estação de medição de Mem Martins durante o ano de 2005 registou valores de concentração de PM₁₀ que variavam entre os 51 µg/m³ e 184 µg/m³, de janeiro a outubro, perfazendo um total de 23 dias. O valor mais alto (184 µg/m³) foi registado em agosto (Figura 28). De acordo com a legislação estes valores não podem exceder os 50 µg /m³, mais do que 35 vezes em cada ano civil.

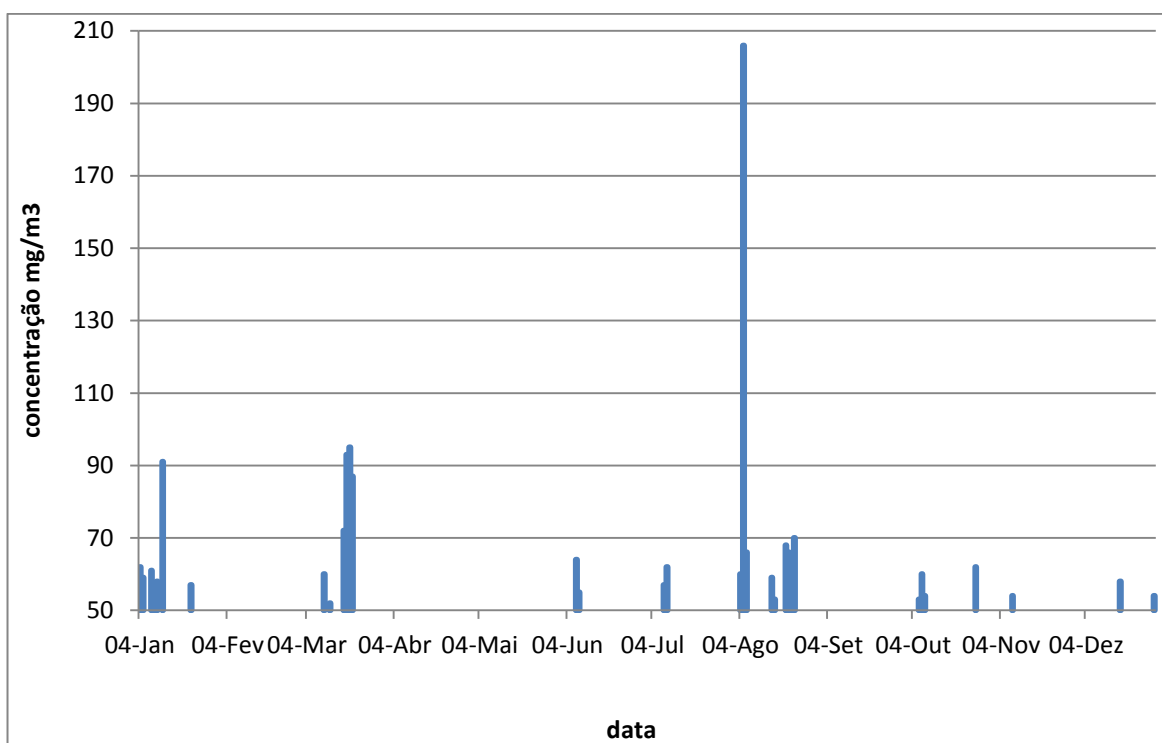


Figura 29- Concentração PM₁₀ – Estação de medição Reboleira, durante o ano 2005.

Em 2005 a estação da Reboleira registou valores que variavam entre 183 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e 207 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, estas excedências dos valores de PM₁₀ foram registados durante o mês de agosto, conforme figura 29.

Em 2006 os valores voltaram a ultrapassar os limites impostos pela Lei. Na estação de medição de Mem Martins registou-se valores entre 51 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e 110 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, durante 21 dias, de 13 janeiro a 31 de outubro. O valor mais alto (110 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) foi registado em agosto (Figura 30).

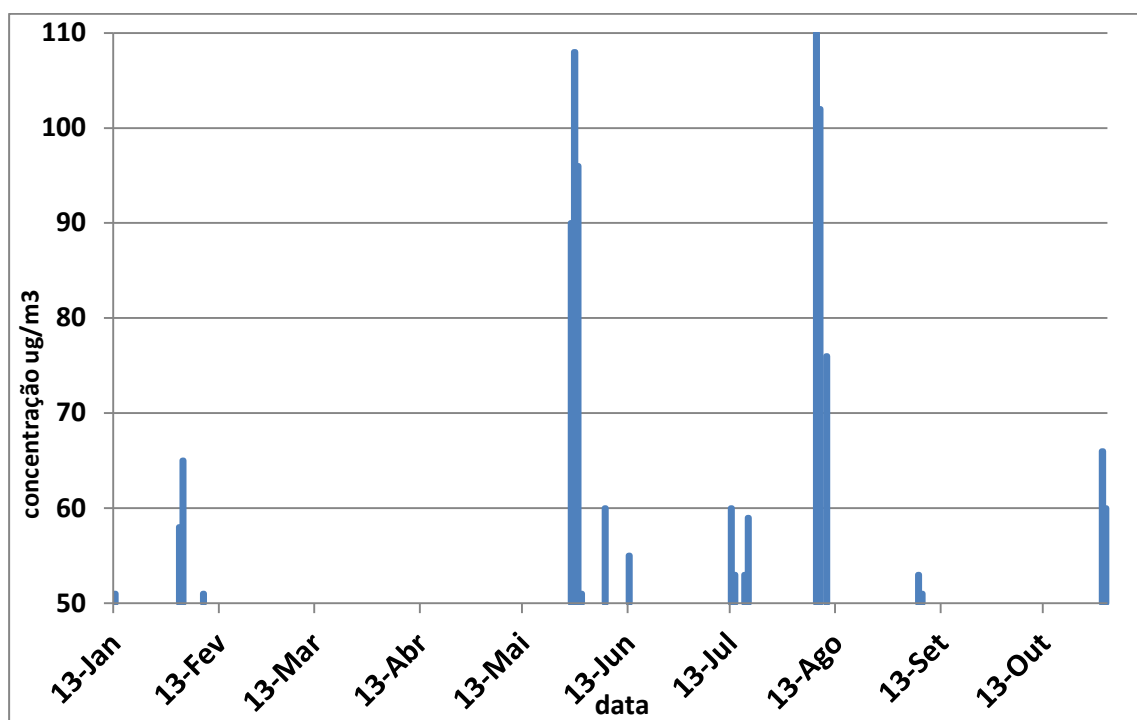


Figura 30– Concentração PM₁₀ – Estação de medição Mem Martins, durante o ano 2006.

Em 2006 a estação de medição da Reboleira registou valores de concentração de PM₁₀ entre 51 µg/m³ e 108 µg/m³ (duas vezes acima do valor permitido), durante 38 dias, ultrapassando o número de dias permitido pela legislação. Sendo o valor mais elevado registado durante o mês de maio (Figura 31).

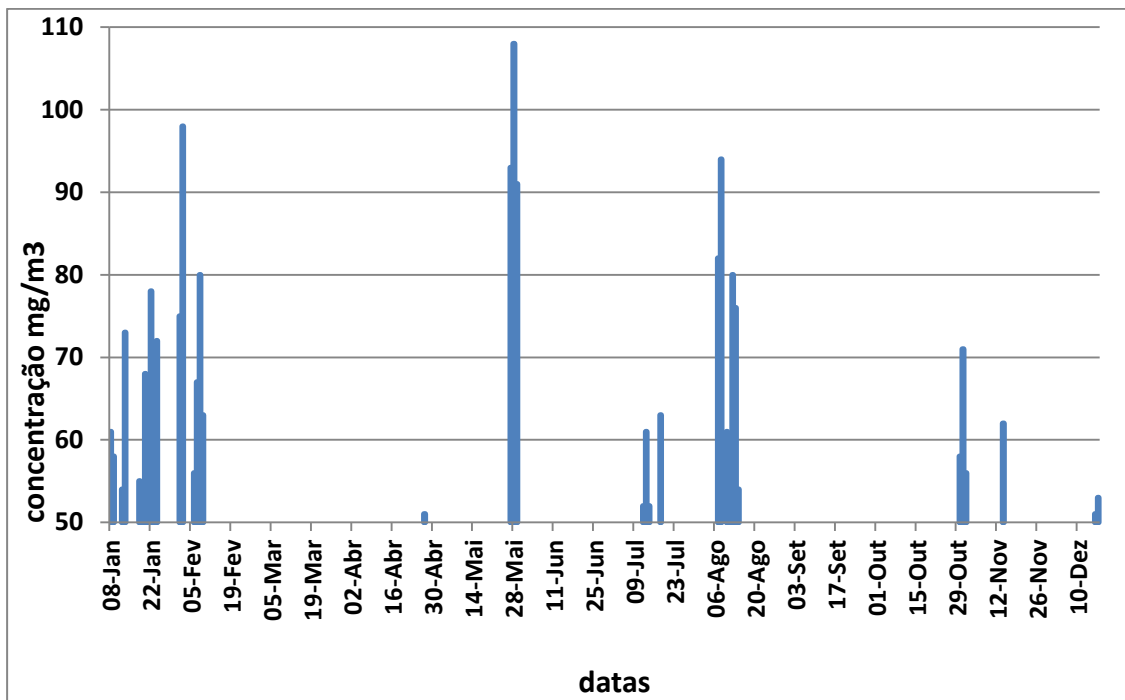


Figura 31 – Concentração PM₁₀ – Estação de medição Reboleira, ano 2006.

Em 2007, na estação de medição de Mem Martins registaram-se valores entre 52 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e 109 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, durante 12 dias de 13 de Janeiro a 22 de Dezembro. O valor mais alto foi registado em Dezembro (109 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) (Figura 32).

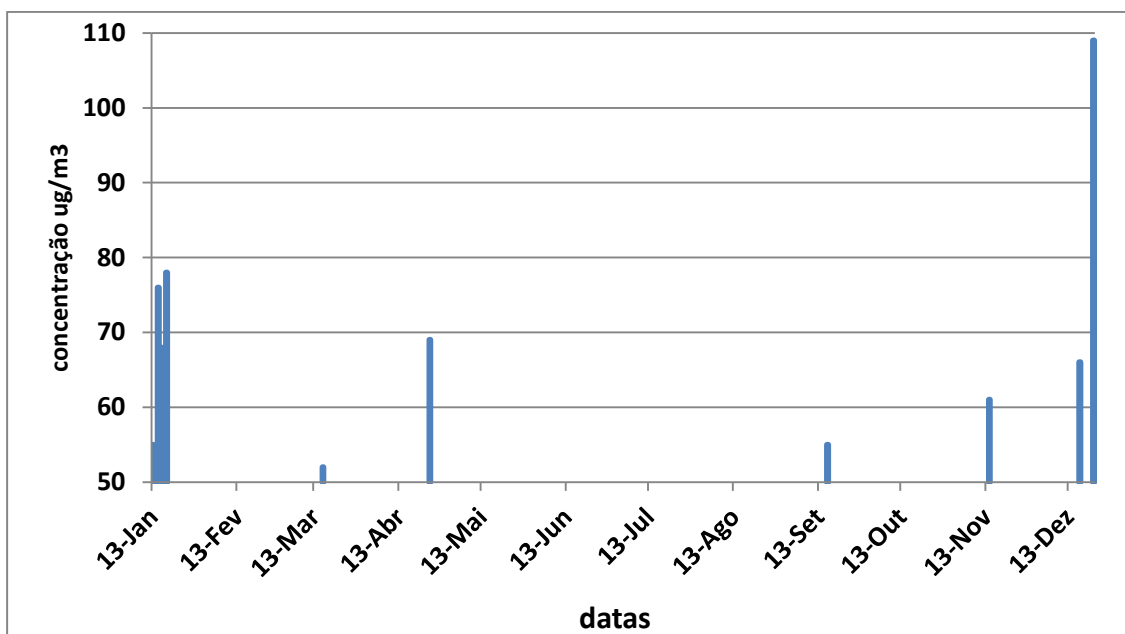


Figura 32- Concentração PM₁₀ – Estação de medição Mem Martins, ano 2007.

Em 2007 a estação de medição da Reboleira registou valores que variaram entre $52 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e $115 \mu\text{g}/\text{m}^3$, durante 15 dias do ano, sendo o valor mais elevado registado em Janeiro (Figura 33).

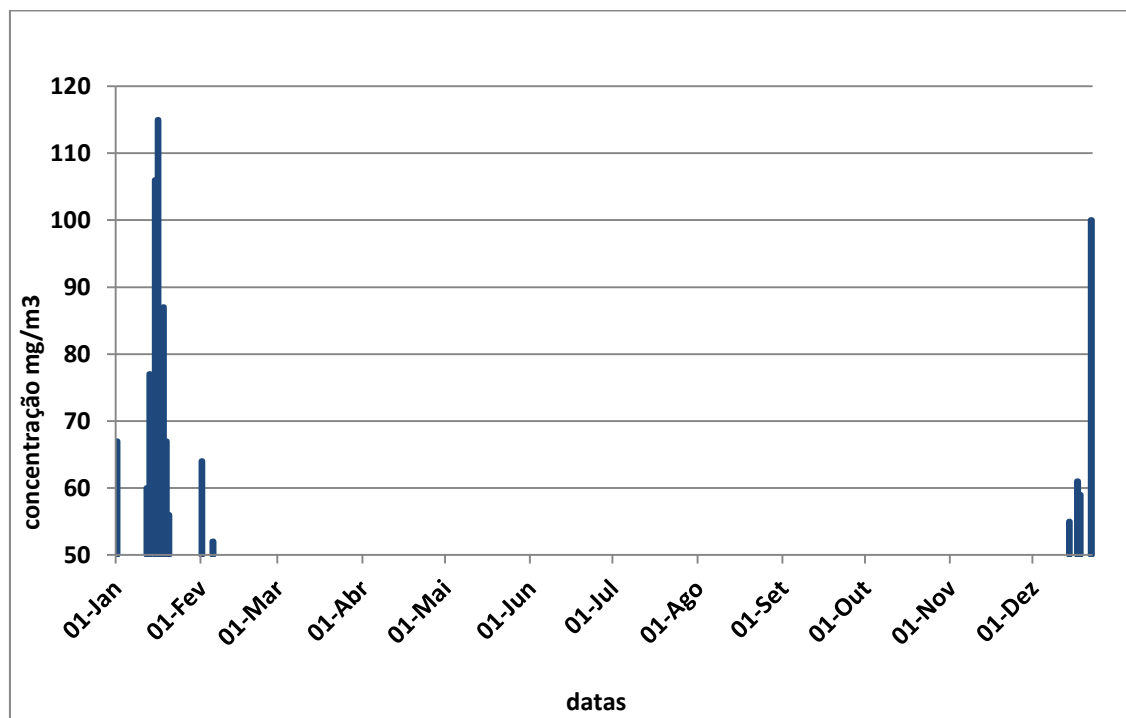


Figura 33 – Concentração PM_{10} – Estação de medição Reboleira, ano 2007.

Os valores mínimos registados na estação de medição de Mem Martins em 2008 (Figura 34) e 2009 (Figura 36) foram de $52 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e $51 \mu\text{g}/\text{m}^3$, respetivamente, e máximos de $88 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para Fevereiro de 2008 e de $66 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para Março 2009.

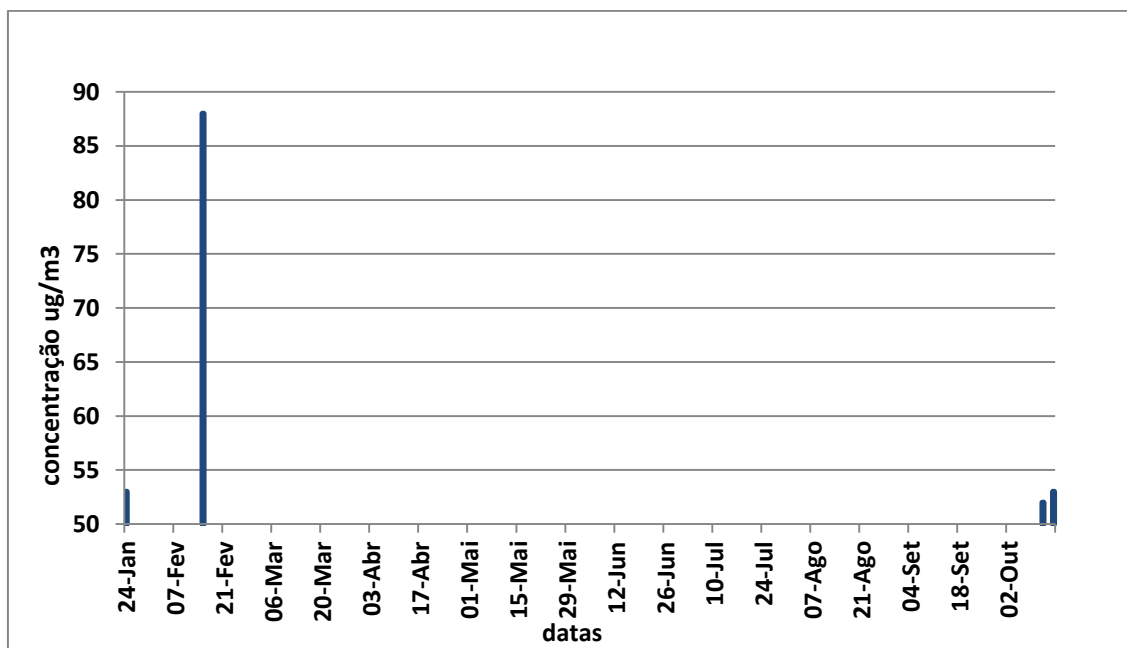


Figura 34 – Concentração PM₁₀ – Estação de medição Mem Martins, ano 2008.

Durante o ano de 2008, na estação de medição da Reboleira, os valores registados encontraram-se entre 52 µg/m³ e 73 µg/m³, durante 8 dias do ano, em que o valor máximo foi registado em Janeiro (Figura 35).

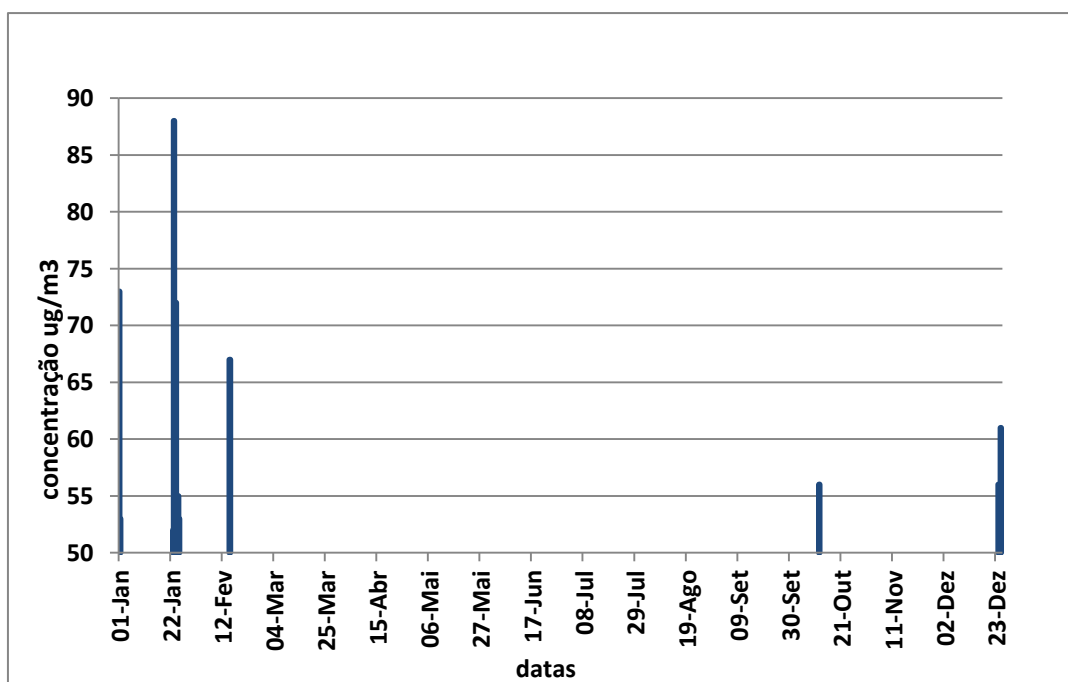


Figura 35 – Concentração PM₁₀ – Estação de medição Reboleira, ano 2008.

É de notar que entre os anos de 2007, 2008 e 2009 se verificou um decréscimo ligeiro nos valores registados nas concentrações das PM₁₀ (Tabela 20). Esta ligeira redução poderá ser devido ao protocolo assinado pelas duas autarquias (Amadora e Sintra) (Tabela 7) e a aplicação da Lei, que prevê que a partir de 1 de Janeiro de 2010 os valores de concentração das PM₁₀ não poderão ultrapassar os 50 µg /m³, não havendo a partir desta data qualquer margem de tolerância. No entanto este decréscimo nos valores das concentrações não é muito significativo.

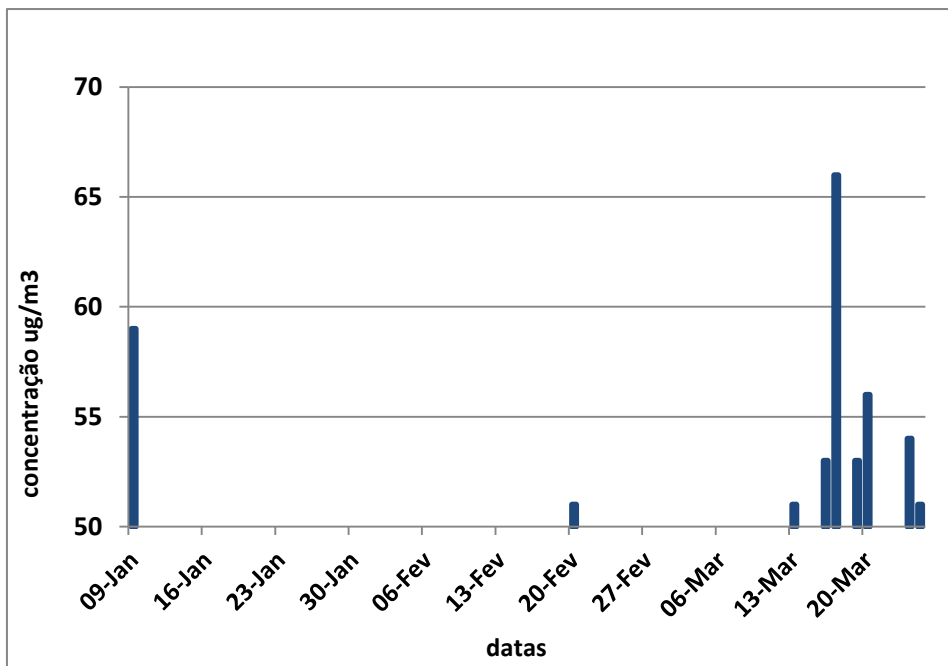


Figura 36 - Concentração de PM₁₀- Estação de medição de Mem Martins, ano 2009.

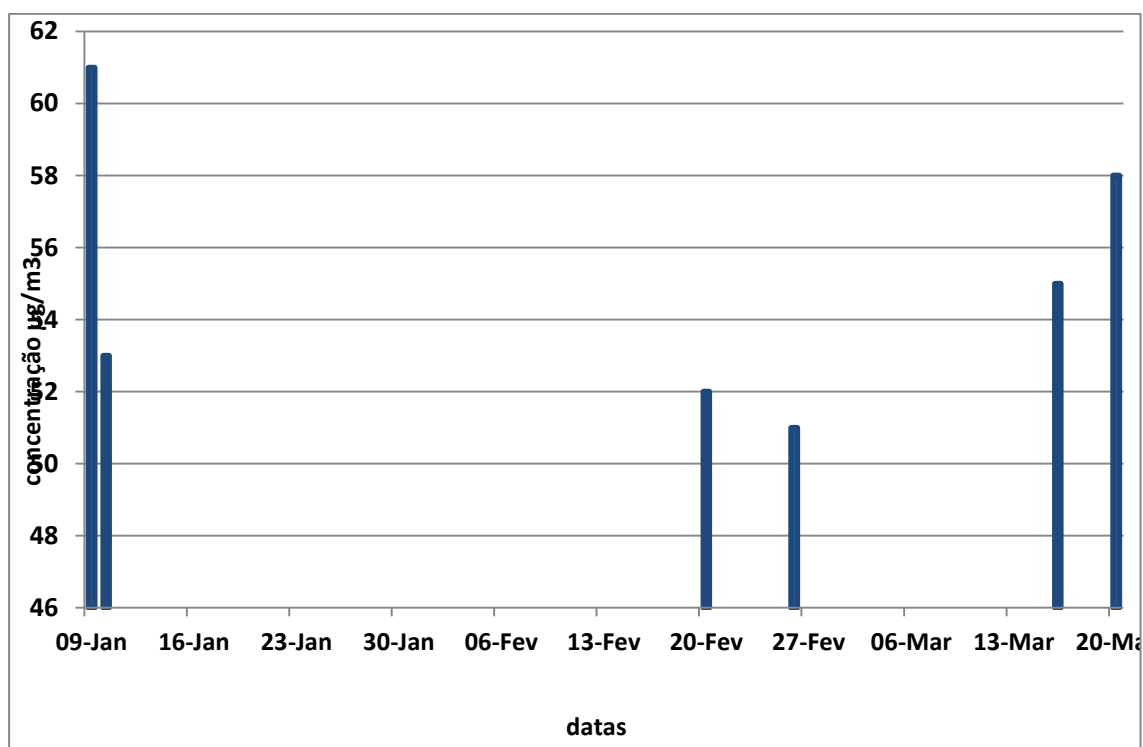


Figura 37- Concentração de PM₁₀- Estação de medição da Reboleira, ano 2009.

Em 2009 os valores de PM₁₀ variaram entre 51 µg/m³ e 61 µg/m³, durante 6 dias do ano, entre janeiro e março, não havendo registo de excedências durante o resto do ano (figura 37).

Tabela 20 – Concentrações mínimas e máximas de PM10 e número de dias em que se verificaram excedências (≥ 50µg/m³); A negrito o n.º de dias em que se registaram excedências.

Concelho Estação de medição	Ano	2004	2005	2006	2007	2008	2009
		µg/m ³					
Amadora Estação de medição da Reboleira.	-----		52– 206 33 d.	51– 108 38 d.	55– 115 15 d.	52– 73 8 d.	51– 61 6 d.
Sintra- Estação de medição de Mem Martins	-----		51– 184 23 d.	51– 110 21 d.	52– 109 12 d.	52–88 4 d.	51– 66 9 d.

Fonte: QuaLar

A estação de medição, situada na freguesia da Reboleira, registou durante o ano de 2005 valores de concentração de PM_{10} que variaram entre $54 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e $206 \mu\text{g}/\text{m}^3$, durante 33 dias quase atingindo o valor limite imposto pela Lei para o número de dias em que as concentrações de PM_{10} podem estar acima do valor de referência (Tabela 20).

Chama-se a atenção para o facto dos valores de concentração das PM_{10} estarem acima dos valores recomendados pela legislação, que concede uma margem de tolerância de $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para o primeiro ano de aplicação da Lei (2002), sendo estes valores reduzidos anualmente, até atingir os 0% em 2005. Apesar disso, em 2005 os valores continuaram elevados, ultrapassando os valores impostos.

De um modo geral as estações de medição de PM_{10} nos dois concelhos ultrapassaram os limites impostos pela Lei tanto na concentração dos poluentes como no número de dias permitido para a sua excedência. Porém os números de dias com valores que excedem o permitido na legislação têm diminuído ao longo dos anos, 2005 a 2009, tanto no número de dias de excedências como nos valores das concentrações do poluente PM_{10} , nos dois concelhos (Tabela 18). Sendo esta diminuição visível nos anos 2007, 2008 e 2009 (nos máximos registados), esta diminuição poderá ser consequência do cumprimento dos parâmetros/valores impostos pela legislação e ao cumprimento do Programa de Execução do Plano de Melhoria da Qualidade do Ar na Região de Lisboa e Vale do Tejo, aprovado pela Portaria n.º 715/2008, a 6 de Agosto de 2008 assinado por estas duas autarquias (anexo 4).

Resultados e Discussão

7 Resultados e discussão

Relacionando os dados ambientais (concentração dos poluentes) e o registo de doenças respiratórias nos C.H. da região de Lisboa e U.H. afeta à área de residência, constatou-se haver uma relação entre estas duas variáveis. Há a assinalar um aumento de número de registos de patologias respiratórias nos C.H e U.H. sempre que se registaram excedências nas concentrações de poluentes (PM_{10} e O_3), esta mesma tendência foi verificada em vários estudos realizados (Ré et al, 2009, Azevedo et al, 2011) (anexo 15). Em relação ao poluente O_3 , conforme se pode verificar na Tabela 17 de excedências que este poluente registou sempre valores acima de $180 \mu g/m^3$ (limiar de informação ao público). E também de notar que os registos de doenças respiratórias são maiores nos meses em que se verificaram excedências nas concentrações de O_3 do que naqueles em que o poluente PM_{10} ultrapassou os limites, embora este poluente tenha registado uma tendência para diminuir ao longo dos anos enquanto a concentração do poluente O_3 tenha mostrado tendência para aumentar (Tabela 18).

Relacionando os dias em que se registaram excedências nas concentrações dos poluentes em estudo e comparando estes dados com os registos das patologias respiratórias verificadas nos meses de excedências verificou-se que as doenças respiratórias mais frequentemente registadas nos C.H. da área de Lisboa e na U.H. de referência afeta aos dois concelhos em estudo, durante os anos 2004 a 2009 foram as seguintes: “*outras doenças das vias respiratórias superiores*” apresentando uma maior frequência de registos nos anos 2007 e 2009, seguida de “*pneumonia e gripe*” e “*Infecções agudas das vias respiratórias*”, todas estas patologias apresentam um elevado número de registos.

Estas frequências foram obtidas cruzando os dados dos meses em que se registaram excedências nas concentrações de PM_{10} e O_3 , nas duas estações de monitorização (anexo 20).

Constata-se um aumento gradual no registo das doenças respiratórias durante os anos de 2004 a 2009, tendência que se verificou aquando da comparação do número de casos registados em cada C.H. e na U.H. de referência, registando um decréscimo no número de registos de doenças respiratórias entre o ano 2007 e 2008, aumentando depois em 2009.

Esta tendência é corroborada pelo Relatório da ONDR de 2011, que conclui que o número de internamentos por doenças respiratórias em 2008 foi de 19.7% (Relatório ONDR, 2009), tendo aumentado em 12% entre 2009 e 2010 enquanto os internamentos por outras causas diminuíram 9%.

O aumento de registos de doenças respiratórias em 2009 coincidiu com a pandemia provocada pelo vírus de influenza, A H1N1 (gripe A) que ocorreu em quase toda a Europa, havendo registos de diagnósticos de casos ocorridos em Portugal. Uma das explicações para justificar um maior número de registo de doenças respiratórias nos C.H. durante o ano 2009, poderá ser devido á; maior procura das urgências hospitalares, caso se verificasse um dos sintomas associados à gripe A, a um maior rigor no diagnóstico das doenças e a necessidade do cumprimento de protocolos impostos pela Direção Geral da Saúde para o diagnóstico. Também, segundo dados do Relatório da ONDR 2011, os internamentos por pneumonia têm vindo a aumentar ao longo dos anos, atingindo um máximo em 2009, coincidindo com o surto de gripe A.

O ano de 2008 foi o ano em que se verificou uma diminuição nos registos de doenças respiratórias e é de referir que durante este ano não houve registos de excedências na concentração de O₃ na estação de Mem Martins e o número de dias em que se registaram excedências na concentração de PM₁₀, é inferior a dez dias. É de referir também que os valores mínimos e máximos deste poluente se encontram muito abaixo dos valores verificados nos anos transactos (2005,2006,2007). Esta evidência vai de encontro aos resultados obtidos em estudos já realizados em que se relaciona as excedências do poluente ozono e o aumento de doenças respiratórias.

Os valores mínimos e máximos das concentrações de PM₁₀ são reduzidas em 2009. Conforme se pode verificar na Tabela 18 há uma diminuição progressiva nos valores das concentrações de PM₁₀, durante os anos 2004 a 2009. No entanto há a referir que podem ocorrer efeitos negativos na saúde humana, mesmo quando as concentrações são inferiores aos valores legislados (Martins et al;2002; Relatório do Estado do Ambiente, 2009; Alves et al , 2010). Em 2009 a nível nacional a concentração média de PM₁₀ foi de 25ug/m³, as estações que registaram as piores médias de concentração de partículas estão instaladas na Área Metropolitana de Lisboa Norte, da qual fazem parte os dois concelhos em estudo (Relatório do Estado do Ambiente, 2009).

Embora as patologias respiratórias sejam mais frequentes e usuais nos meses de Inverno, estas também aumentam no Verão com as ondas de calor (Relatório ONDR, 2010). No seu estudo sobre a relação entre a exposição ao poluente ozono e a mortalidade na cidade do Porto, Almeida et al, referem existir uma evidência entre a exposição aos poluentes O₃ e PM₁₀ e os efeitos adversos na saúde da população durante os meses de verão. Esta relação é também demonstrada por Samet et al, 2000, num artigo sobre a poluição por partículas e a mortalidade em 20 cidades norte americanas, chegando a conclusão que existia uma relação positiva entre as taxas de mortalidade durante os meses de verão em que se registaram concentrações elevadas de ozono. Jerreth et al, num estudo efetuado sobre a exposição ao ozono e a mortalidade, verificou existir uma relação entre estas duas variáveis, demonstrando existir uma associação entre risco de morte por causas respiratórias e o aumento da concentração do ozono.

Relativamente aos fatores climáticos, durante os anos 2004 a 2009 foram registadas ondas de calor, com tendência para um aumento de temperatura. Durante o ano 2006 registaram-se 5 ondas de calor entre Maio e Setembro. Durante este ano os valores da concentração de O₃ estiveram elevados atingindo o limiar de alerta (superior a 240µg/m³) nos meses de Julho, Agosto e Setembro coincidindo com as ondas de calor registadas.

Em 2007 não foram registadas ondas de calor, mas verificaram-se duas excedências na concentração de O₃ (198µg e 183µg) durante os meses de Julho e Agosto, meses considerados tipicamente quentes e com temperaturas elevadas.

O ano de 2008 foi considerado um ano seco em relação à quantidade de precipitação. Os valores registados foram inferiores ao valor da média 1971-2000, classificando-se 2008 como um ano seco a muito seco, não tendo sido registados ondas de calor (Boletim Climatológico Anual, 2008), não houve registo de excedências do poluente O₃.

Em 2009 registaram-se 3 ondas de calor (Maio, Junho e Agosto) e nesta altura também foram registadas concentrações de O₃ que ultrapassaram o limiar de informação ao público (180µg/m³). Os dados apresentados vem confirmar que existe uma relação entre as ondas de calor e a concentração do poluente ozono. (Reis, 2008)

Considerações Finais

8 Considerações finais

A presente análise pretende ser original pelo facto de ter como amostra a população residente de dois concelhos limítrofes da cidade de Lisboa. A bibliografia existente baseia-se sobretudo na realidade norte-americana, que em algumas situações diferem da realidade portuguesa.

Dos vários estudos publicados em Portugal (Moreira et al, 2008; Alves et al, 2010; Almeida et al, 2011; Gonçalves et al, 2011; Sousa et al, 2011;), nenhum abordou a qualidade do ar destes dois municípios e a sua relação com as doenças respiratórias. Os resultados obtidos neste estudo sugerem haver uma relação entre as concentrações de PM₁₀ e O₃ e as patologias respiratórias registadas nos anos em que as concentrações destes dois poluentes estavam além do permitido pelas normas legais. Estudos já efetuados (Tabela 8) chegaram a mesma conclusão, confirmando os resultados obtidos.

Conforme podemos verificar na análise das tabelas em anexo, parece haver uma relação entre os meses em que se registaram excedências nas concentrações dos poluentes e os registos de doenças respiratórias nos três Centros Hospitalares e na Unidade Hospitalar em estudo. Embora as bases de dados fornecidas pela A.C.S.S., dos Centros Hospitalares, as faixas etárias estão representadas sob a mesma escala, a base de dados da Unidade Hospitalar de referência vem representada em escala diferente o que impossibilitou uma análise detalhada por idades. Mas constatou-se que os grupos populacionais mais afetados continuam a ser as crianças e os idosos.

Fazendo uma análise por Centros Hospitalares, verifica-se o seguinte;

O Centro Hospitalar de Lisboa Norte registou 2621 doenças respiratórias. A doença respiratória com a designação *Outras Doenças do Aparelho Respiratório* registou um maior número de doentes no C.H.L.N com 114 casos, possivelmente por este C.H. ter na sua constituição um dos Hospitais de referência na área da pneumologia, e no diagnóstico e tratamento das doenças respiratórias, o Hospital Pulido Valente. *Outras Doenças das Vias Respiratórias* com 66 registos seguidos de *Pneumonia e Gripe* com 46 registos. Neste C.H. observou-se durante os anos 2004 a 2007 que a faixa etária mais afetada é a dos 00-04 e 05-09, registando uma diminuição nesta faixa a partir de 2008 onde a frequência de registos é maior a partir da faixa etária 55-59.

O Centro Hospitalar de Lisboa Central obteve 571 registos. Neste C.H. registou-se 41 casos em *Outras Doenças das Vias Respiratórias*, 21 casos em *Pneumonia e Gripe* e 17 casos em *Infeções Agudas das Vias Respiratórias*. Da análise da Figura 10, constata-se que no ano de 2007 o número de registo nas faixas etárias é constante, havendo um aumento significativo a partir de 2008 nos valores registados nas faixas etárias: 00-04; 05-09. É de referir que neste C.H. encontra-se incluído um dos Hospitais Materno-Infantil da zona de Lisboa, Hospital D. Estefanea.

O Centro Hospitalar de Lisboa Ocidental registou 651 doenças respiratórias, entre os anos de 2004 á 2009. No C.H.L.O. o número de registo de doenças respiratórias aumentou a partir do ano 2005, sendo os registos mais frequentes na faixa etária 00-04 anos de idade, aumentando progressivamente até 2007 com 103 registos, decrescendo em 2008 com 91 registos e em 2009 com 108 registos. Esta tendência é verificada nos dois concelhos. Nos anos em que houve excedências dos poluentes (PM_{10} e O_3) as doenças respiratórias mais frequentemente registadas foram em: *Outras Doenças das Vias Respiratórias* com 53 registos; *Pneumonia e Gripe* com 29 registos seguida de *Infeções Agudas das Vias Respiratórias* com 24 registos.

A Unidade Hospitalar de referência, para onde se dirigem todos os residentes dos Concelhos da Amadora e Sintra, em relação aos C.H, apresenta números bem mais significativos em que o número de registo das doenças respiratórias é maior: *Outras Doenças das Vias Respiratórias* com 551 registos, *Pneumonia e Gripe* com 340 registos e *Outras Doenças do Aparelho Respiratório* com 263 registos. Este aumento no número de registos, em relação aos C.H, pode-se explicar pelo facto deste hospital estar destinado ao atendimento/tratamento da população dos concelhos em estudo. Na U.H de referência, embora a sua amostra seja maior ($n= 17.590$), a tendência verificada é idêntica aos C.H. Os mais jovens (00-20) e os mais velhos (69-00) continuam a ser os mais afetados.

As doenças mais frequentemente registadas nos meses dos anos em que se assinalaram excedências nas concentrações dos poluentes foram: *Outras Doenças das Vias Respiratórias*, *Pneumonia e Gripe* e *Outras Doenças do Aparelho Respiratório*. Nos três

C.H., a população mais atingida, quando a concentração dos poluentes não cumprem os valores estipulados na legislação, são as crianças que se encontram nas faixas etárias: 00-04 e 05-09 anos de idade, seguidas pela faixa etária mais idosa: 70 -74 anos de idade, refletindo estes dados a tendência observada em vários estudos (State of the air, 2008; Ré, 2009).

Conforme se pode constatar da análise da Tabela 17, no ano 2008 em que não houve excedências do poluente O₃ e não se registaram ondas de calor também não houve registos de doenças respiratórias. Vários estudos constatarem existir uma relação entre a exposição aos poluentes, elevadas temperaturas e doenças respiratórias (Almeida et al, 2011; Relatório ONDR 2011) o estudo aqui apresentado constata e apresenta esta relação.

Assim, e tendo em conta a análise dos dados recolhidos, tratados e estudados ao longo deste trabalho, conclui-se que existe alguma evidência da existência de uma relação entre as excedências nas concentrações dos poluentes e o número de registos de doenças respiratórias assinaladas nos C.H., sendo mais evidente esta relação com o poluente O₃.

É importante referir que os concelhos em estudo são atravessados por uma das mais congestionadas auto estradas da europa, o IC 19 (Cunha, 2009) que de alguma forma poderá ter influenciado a concentração dos poluentes em estudo, embora os dados analíticos sejam provenientes de estações de fundo cujas medições não são influenciadas pelo tráfego automóvel nem pela indústria. As freguesias onde se situam as estações de medição encontram-se densamente urbanizadas, o que leva a uma crescente utilização de veículos automóveis e a criação de redes viárias para o escoamento do trânsito no interior das freguesias. É também de referir que com a abertura da estação de metro Amadora - Este, da linha azul, em Maio de 2004 veio aumentar a utilização deste meio de transporte não poluente e decrescer a utilização do veículo. O que poderá explicar a tendência para a diminuição destes dois poluentes (PM₁₀, O₃)

Todas estas variáveis poderão constituir um suporte informativo para explicar a diminuição ao longo dos anos da concentração de PM₁₀ e aumento das concentrações do O₃. A aplicação e a execução das políticas e medidas constantes no protocolo celebrado entre as duas autarquias e a Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional de

Lisboa e Vale do Tejo (CCDR-LVT), no sentido de cumprirem a legislação europeia e atingir os valores limites propostos é outra variável a ter em conta.

Os resultados obtidos pretendem ser uma mais-valia informativa sobre a qualidade do ar destes dois concelhos e chamar a atenção das entidades responsáveis para o problema e tentar encontrar alternativas para minimizar os danos provocados na saúde dos munícipes e melhorar a qualidade de vida.

Referências bibliográficas

9 Referências bibliográficas:

Aguiar Filho, A. [et al] ; “Conceitos de asma e instrumentos de levantamentos epidemiológicos de prevalência”; Revista portuguesa de Pneumologia X (4):319-329; 2004; Lisboa

Agencia Portuguesa do Ambiente; “Relatório do Estado do Ambiente 2007” Lisboa; 2008

Agencia Portuguesa do Ambiente; “ Relatório do Estado do Ambiente 2009”; Lisboa; 2010

Almeida, Carla Sofia Andrade; Planos de mobilidade no contexto da melhoria da qualidade do ar em Lisboa; Dissertação apresentada na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa para obtenção do grau de Mestre em Engenharia do Ambiente, perfil Gestão e Sistemas Ambientais; Universidade Nova de Lisboa; 2010

Almeida, Paula Alexandra; “Prevalência de DPOC em Portugal passa de 5.3% para 14.2%”; in Noticias Médicas de 12 de Janeiro 2011, n.º 3102

Almeida, Sofia Pinto; Casimiro, Elsa; Calheiros, José; Short-term association between exposure to ozone and mortality in Oporto, Portugal; Environmental Research , 111 (2011) 406-410

ALASA - American Lung Association State of the air. 2010, New York

Araújo, A. Teles; Relatório do Observatório Nacional das Doenças Respiratórias 2007. Lisboa: s.n., 2007.

Alves, Célia; Scotto, Manuel G.; Freitas, Maria do Carmo; Air pollution and emergency admissions for cardiorespiratory diseases in Lisbon; Quimica Nova, Volume 33, n.º 2, pag. 337-344, 2010, Brasil

Azevedo, Jezabel M.; Gonçalves, Fabio L.T.; Andrade, Maria de Fatima; Long-range ozone transport and its impact on respiratory and cardiovascular health in the north of Portugal; Int. J. Biometereol (2011) 55: 187-202

Baird, Colin; Environmental Chemistry; second edition; United States America; 1998

Barracha, F; Poluição Atmosférica; IPSD-FSC; Instituto Progresso Social e Democracia Francisco Sá Carneiro; Lisboa, 1986

Bakoni, Sônia M. [et al]; Poluição Atmosférica e doenças respiratórias em crianças na cidade de Curitiba, PR; Revista de Saúde Pública 38 (5): 695-700; 2004.

Borrego, C. [et al]; A saúde e o ar que respiramos. Um caso de estudo em Portugal Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2008.

Bowie, M.J.; Schaffer, R.; Understanding ICD-9-CM coding: a worktext; 2º edition: Cengage Learning; 2010; USA

Brena, Nilson António; A Chuva Ácida e os seus Efeitos sobre as Florestas - 2a Edição; São Paulo – Brasil; 2009

Braga, A. L. F.; Saldiva, P.H.; A Poluição e Saúde; Jornal Brasileiro de Pneumologia- suplemento; Brasil; Abril; 2001

Brook, Robert D. [et al.]; Air Pollution and cardiovascular disease. A statement for healthcare professionals from the expert Panel on Population and Prevention Science of the American Heart Association; Circulation- Journal of the American Heart Association; 2655-2671; 2004

Brunekreef, Bert; Air pollution and life expectancy: is there a relation?; Occupational and Environmental Medicine 1997;54:781-784

Bytnerowicz, Andrzej; Omasa, Kenji; Paoletti, Elena - Integrated effects of air pollution and climate change on forests: A northern hemisphere perspective; Environmental Pollution 147 (2007) 438-445

Câmara Municipal de Amadora; Rede Social, Diagnóstico Social, 2008

Cançado, José Eduardo Delfini [et al.]; Repercussões clínicas da exposição à poluição atmosférica; Jornal Brasileiro de Pneumologia; 2006; 32 (supl.2):S23-S29

Carmona, Regina; Dias, Carlos Matias; Boletim de Farmacovigilância; “ Os Grupos de Diagnósticos Homogéneos e as reacções adversas medicamentosas”; Volume 3-3º trimestre 1999; Lisboa

Castro, Luís Miguel Moura Neves; Composição e Origem dos poluentes particulados numa atmosfera costeira; Dissertação para obtenção do grau de Doutor; Departamento de Ambiente e Ordenamento; Universidade de Aveiro; 1997

Chan, Moira; Loh, Christine; Air Pollution and Health: A Briefing Paper; Civic Exchange; March 2002; Hong Kong.

Chan-Yeung, MNW; Air pollution and health; HKMJ; Vol. 6; Nº 4; December 2000

Comissão Europeia (1996), Directiva n.º 96/62/CE do Conselho, de 27 de Setembro relativa à avaliação e gestão da qualidade do ar ambiente

Comissão Europeia; Estratégia temática sobre a poluição atmosférica; Comunicação da Comissão ao Conselho e ao Parlamento Europeu; Comissão das Comunidades Europeias; 2005

Climate Change Assessment- The IPCC Scientific e 1990. Climate Change- The IPCC Scientific Assesment. s.l. : IPCC, 1990.

Cunha, Nuno; A Sinistralidade, os seus factores potenciadores e custos: O caso do IC19; Dissertação para Obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Civil; Instituto Superior Técnico; Outubro de 2009; Lisboa

DCEA – FCT/UNL; Planos e Programas para a melhoria da qualidade do ar na região de Lisboa e Vale do Tejo CCDR-LVT. Lisboa: Edição Revista; Dez 2006

DCEA – FCT/UNL; Programa de Execução do Plano de Melhoria da Qualidade do Ar na Região de Lisboa e Vale do Tejo; CCDR-LVT. Lisboa: Junho; 2009

Diário da República (1999), Decreto-Lei n.º 276/99, de 23 de Julho, n.º 170 I Série-A

Diário da República (1999a), Decreto-Lei n.º 159/99, de 14 de Setembro, n.º 215 I Série-A

Diário da República (2002), Decreto-Lei n.º 111/2002, de 16 de Abril, n.º 89 I Série-A

Diário da República (2003a), Decreto-Lei n.º 320/2003, de 20 de Dezembro, n.º 293 I Série-A

Diário da República (2007a), Decreto-Lei n.º 279/2007, de 6 de Agosto, n.º 150 1ª Série

Diário da República (2009), Despacho n.º 20763/2009, de 16 de Setembro, n.º 180 2ª Série

Diário da República (2007), Decreto-lei n.º 351/2007 de 31 de Outubro

Diagnóstico Social do Concelho de Sintra; Relatório elaborado pelo Núcleo Coordenador do Conselho Local de Acção Social (CLAS) de Sintra: Maio; 2004

Dennekamp, M.; Exposure to Ultrafine Particles and PM_{2.5} in Different Micro-environments; Ann. Occup. Hyg, Vol. 46, supplement 1, pp. 412-414, 2002

Dockery, Douglas W.; Epidemiologic Evidence of Cardiovascular Effects of Particulate Air Pollution; Environmental Health Perspectives; vol.109; supplement 4; August; 2001

Donaldson, Kenneth; Gilmour, Ian M.; MacNee, William; Asthma and PM 10; Respiratory Research 2000, 1: 12-15

European Commission; Environment and Health; EEA Report n.º 10/2005

European Commission; Communication from the Commission to the Council and the European Parliament on EU policies and measures to reduce greenhouse gas emissions: towards a European Climate Change Programme (ECCP) COM/2000/0088 final

European Environment Agency ; EEA Technical report No 3/2005 ; Air pollution by ozone in Europe in summer 2004 Overview of exceedances of EC ozone threshold values for April–September 2004

European Environment Agency ; EEA Technical report No 3/2006 ; Air pollution by ozone across in Europe in summer 2005 Overview of exceedances of EC ozone threshold values for April–September 2005

European Environment Agency ; EEA Technical report No 5/2007 ; Air pollution by ozone in Europe in summer 2006 Overview of exceedances of EC ozone threshold values for April–September 2006

European Environment Agency ; EEA Technical report No 5/2008 ; Air pollution by ozone across Europe during summer 2007 Overview of exceedances of EC ozone threshold values for April–September 2007

European Environment Agency ; EEA Technical report No 2/2009 ; Air pollution by ozone across Europe during summer 2008 Overview of exceedances of EC ozone threshold values for April–September 2008

European Environment Agency ; EEA Technical report No 2/2010 ; Air pollution by ozone across Europe during summer 2009 Overview of exceedances of EC ozone threshold values for April–September 2009

Eurostat; European Commission; Sustainable development in the European Union. 2009 monitoring report of the EU sustainable development strategy. 2009.

Ferreira, D.B. O Ozono fotoquímico e o aumento das propriedades oxidantes da troposfera: Um problema ambiental global; Finisterra, XXX, 59-60, 1995, pp. 179-193.

Garret, Pedro; Casimiro, Elsa; Short –term effect of fine particulate matter (PM_{2.5}) and ozone on daily mortality in Lisbon, Portugal; Environment Science Pollutant Respiratory; 18; 2011

Gomes, João; Poluição Atmosférica-Um manual universitário; Publindustria, Edições Técnicas; Porto; 2001

Gouveia, Nelson [et al]; Hospitalizações por causas respiratórias e cardiovasculares associadas à contaminação atmosférica no Município de São Paulo, Brasil; Caderno de Saúde Pública, Rio de Janeiro, 22 (12): 2669-2677; Dezembro 2006

Hamid, Q.; Shannon, J.; Martin J.; Decker ,B.C.; Physiologic basis of respiratory disease; Canada; 2005

Houghtone, John Theodore; Global warming: the complete briefing. London: Cambridge University Press, 2004.

Instituto do Ambiente; Avaliação dos níveis de ozono no ar ambiente em Portugal. Verão 2004. Amadora: Instituto do Ambiente, 2006.

Instituto de Meteorologia I.P; Caracterização Climática 2004; Ministério da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior; Portugal

Instituto de Meteorologia I.P; Caracterização Climática Ano 2005; Ministério da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior; Portugal

Instituto de Meteorologia, I.P; Caracterização Climática Ano 2006; Ministério da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior; Portugal

Instituto de Meteorologia, I.P; Caracterização Climática Ano 2007; Ministério da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior; Portugal

Instituto de Meteorologia, I.P; Informação Climática, Inverno 2006/2007; Ministério da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior; Portugal

Instituto de Meteorologia, I.P; Boletim Climatológico Anual- 2008; Ministério da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior; Portugal

Instituto de Meteorologia, I.P; Boletim Climatológico Anual – Ano 2009; Ministério da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior; Portugal

Instituto de Meteorologia, I.P; Boletim Climatológico Sazonal – Verão 2009; Ministério da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior; Portugal

Instituto de Meteorologia, I.P; Boletim Climatológico Sazonal- Inverno 2009; Ministério da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior; Portugal

Jerrett M. et al; Long –Term Ozone Exposure and Mortality; The New England Journal of Medicine;360; 1085-1095;March; 2009

John Watt J.; Vladimir, K.; The Effects of Air Pollution on Cultural Heritage; Springer Science; 2009

Jonhson, Robert L. Jr.; Relative Effects of Air Pollution on Lungs and Heart; Circulation; The American Heart Association; 109;5-7;2004

Last, Jonh M.; Um Dicionário de Epidemiologia; Oxford University Press; 1988

Licari, Ivan D.; Ivanov Lucianne; Bertollini, Roberto; Health and the environment in the WHO European Region: Situation and policy at the beginning of the 21st century Background document EUR/04/5046267/BD/5 04 June 2004 Unedited draft. English only

Marques, Maria João Gomes; Pulmão e Ambiente; Jornal Brasileiro de Pneumologia (28) 5 Set-Out 2002

Martins, Lourdes Conceição [et al]; Poluição atmosférica e atendimentos por pneumonia e gripe em São Paulo, Brasil; Revista de Saúde Pública, 2002; 36 (1): 88-94

Martins, Lourdes Conceição; Relação entre poluição atmosférica e atendimentos por infecção de vias aéreas superiores no município de São Paulo: avaliação do rodízio de veículos; Revista Brasileira Epidemiologia; vol. 4; n.º3, 2001

Martins, Marco António Garcia; Variação da composição e toxicidade do material particulado ao longo do dia na cidade de São Paulo; Tese apresentada a Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutor em Ciências; São Paulo; 2010

M, Michal Krzyzanowski; Kuna-Dibbert, B.; Schneider, J.; WHO, Health effects of transport – related air pollution; 2005

Monteiro, Aline Guimarães; Tese – Universidade Federal do Rio. Estratégia de redução de emissões de poluentes no sector de transportes por meio de substituição modal na Região Metropolitana de São Paulo. São Paulo - Brasil: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1998.

Monteiro, A. [et al]; Previsão operacional dos níveis de partículas em Portugal; Departamento de Ambiente e Ordenamento; Universidade de Aveiro; s.d

Moreira, Sandra [et al]; Morbilidade respiratória e exposição a partículas inaláveis na cidade de Lisboa; Acta Pediátrica Portuguesa, Sociedade Portuguesa de Pediatria: 2008: 39(6): 223-32.

Nicolau, Rita [et al], Distribuição da Mortalidade e dos Internamentos Hospitalares por Doenças do Aparelho Circulatório em Portugal Continental: Agregação Geográfica e Determinantes; Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge; 2010. Lisboa

Pope III, C. Arden [et al]; Fine-Particulate Air Pollution and life Expectancy in the United States; The New England Journal of Medicine; n.º 360; 376-386; January; 2009

Pope III, C. Arden [et al]; Mortality and Air Pollution: Associations Persist with Continued Advances in Research Methodology; Environmental Health Perspectives X Volume 107, Number 8, August 1999

Portaria n.º 715/2006 de 6 de Agosto

Promoting Good Prenatal Health: Air Pollution and Pregnancy, EPA, 2010

Plano Diretor Municipal Sintra- Relatório; Divisão de Ordenamento do Território e Projetos Estratégicos; Departamento de Planeamento Estratégico-Câmara Municipal de Sintra; Julho; 1998

Reis, Lara A. S; Modelos estatísticos de previsão de ozono troposférico na região de Lisboa e Vale do Tejo; Dissertação para obtenção de grau de mestre; Universidade Nova de Lisboa; Faculdade de Ciências e Tecnologia; Departamento de Ciências e Engenharia do Ambiente; Lisboa; Março; 2008

Roseiro, Maria Nazareth Vianna; Poluentes Atmosféricos: algumas consequências respiratórias na Saúde Humana.

Samet, Jonathan M. [et al]; Fine Particulate Air Pollution and Mortality in 20 U.S. Cities, 1987-1994; The New England Journal of Medicine; Volume 343;1743-1749; December; 2000

Schwartz, J.; Air Pollution and Hospital Admissions for the Elderly in Birmingham, Alabama; American Journal of Epidemiology; volume 139; n. ° 6; 1994

Selby, Colin D.; Respiratory medicine: an illustrated colour text; Churchill Livingstone; Elsevier Science Limited; 2002;

Serviço Municipal de Proteção Civil; Município da Amadora; Dados Meteorológicos Amadora-Lisboa 1980-2010; 2000-2010; 2011

S.M. Almeida, C.A. Pio, M.C. Freitas, M.A. Reis, M.A. Trancoso; Contribuição da circulação automóvel para o aerossol. s.l. : Universidade de Aveiro.

Swart, R., Amann M., Raes F., Tuinstra W.; A Good climate for clean air linkages between climate change and air pollution: An Editorial Essay; Climatic Change 66: 263–269, 2004. Kluwer Academic Publishers.

United Nations Economic; Commission for Europe; Strategies and policies for air pollution abatement: 2006 review prepared under the Convention on Long-range Transboundary Air Pollution; United Nations. Economic Commission for Europe; United Nations Publications; 2007

OECD environmental outlook to 2030; Organisation for Economic Co-operation and Development, Source OECD; 2008

OECD; Environmental Performance and Information Division OECD; Environment Directorate ; Working Group on Environmental Information and Outlooks; OECD Environmental Data. Données sur l' environnement. Compendium 2006/2007;

Koenig, J. Q.; Health effects of ambient air pollution: how safe is the air we breathe? ; Kluwer Academic Publisher; USA; 2000

Krewski, Daniel; Evaluating the Effects of Ambient Air Pollution on Life Expectancy; The New England Journal of Medicine; n. ° 360; 413-415; January; 2009

Kulmala, M.; Atmospheric aerosol: Formation and growth

Vichit-Vadakan [et al]; Air Pollution and Respiratory Symptoms: Results from Three Panel Studies in Bangkok, Thailand; Environmental Health Perspectives; vol. 109; supplement 3; June 2001

Vallero, A. D.; Fundamentals of Air Pollution; 4 edition; 2008

VanLoon, Gary W. [et al]; Environmental Chemistry, a global perspective; Oxford, University Press; 2000

Wang et al; Ozone air quality during the 2008 Beijing Olympics: effectiveness of emission restrictions; Atmospheric Chemistry and Physics; 9; 2009

World Health Organization; WHO Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide; Global update 2005, Summary of risk assessment

Sitiografia:

Gestão Integrada da Saúde e Ambiente (GISA). Saúde. Disponível na World Wide Web em: <http://www.gisaproject.org/index.php/saude>. Acedido em 11 de Julho 2010

Gestão Integrada da Saúde e Ambiente (GISA). Qualidade do ar. Disponível na World Wide Web em: <http://www.gisaproject.org/index.php/qualidade-do-ar>. Acedido em 11 de Julho 2010.

QualAr. Base de dados online sobre a qualidade do ar. Agência portuguesa do Ambiente. Disponível na World Wide Web em: <http://www.qualar.org>. Acedido em 11 de Julho de 2010

Agência Portuguesa do Ambiente. Disponível na World Wide Web em: <http://www.apambiente.pt/>. Acedido em 11 de Julho de 2010

<http://www.ccr-norte.pt/ambiente/glossario.pdf>