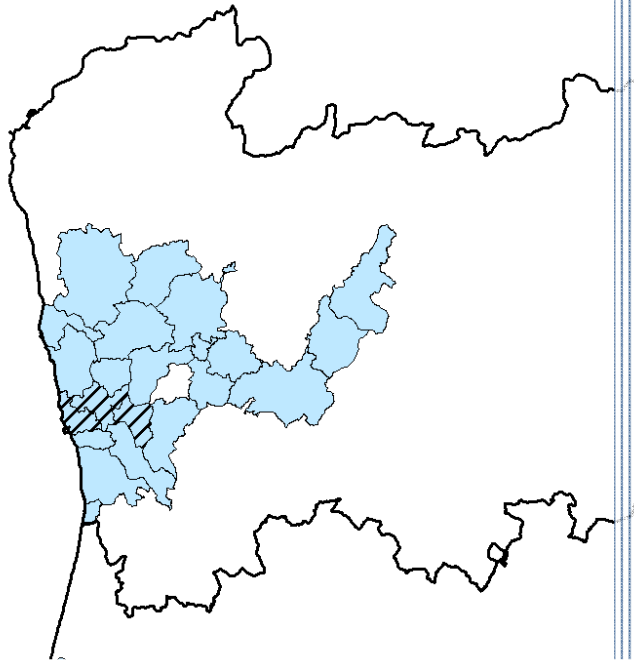




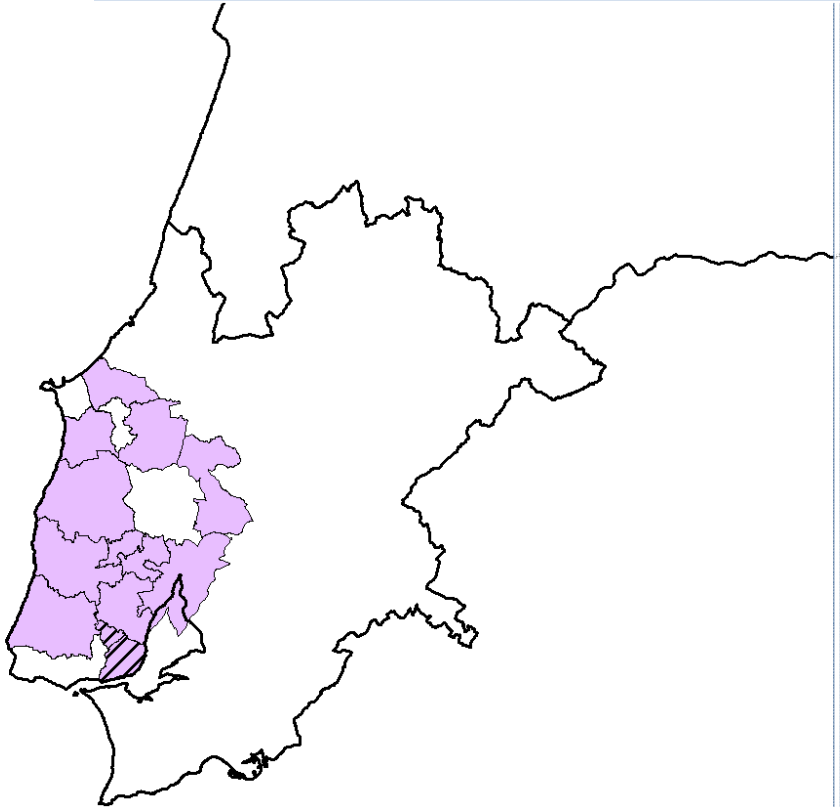
Ministério da Saúde

Instituto Nacional de Saúde

Doutor Ricardo Jorge

FUNDAÇÃO
MERCK SHARP & DOHME

Avaliação do Impacte da Poluição Atmosférica na Saúde: Uma aplicação aos concelhos de Matosinhos, Maia, Valongo e Lisboa



Rita Nicolau

Ausenda Machado

Departamento de Epidemiologia

**Avaliação do Impacte da Poluição Atmosférica na Saúde:
Uma aplicação aos concelhos de Matosinhos, Maia, Valongo e
Lisboa**

Relatório de Execução do Projecto GEOFASES

Rita Nicolau
Ausenda Machado

Lisboa, Novembro de 2010

Agradecimentos

Os autores agradecem os apoios de Luísa Nogueira e de Sofia Sousa pelo aconselhamento sobre os postos de monitorização mais ajustados ao estudo e pela disponibilização de dados de poluição atmosférica diários tratados por Luísa Nogueira. Os autores agradecem igualmente a Mafalda Lira o aconselhamento e crítica do trabalho realizado e a Emanuel Rodrigues pelo desenvolvimento de procedimentos que permitiram validar os dados relativos a poluentes atmosféricos.

ÍNDICE

1 ENQUADRAMENTO	10
2 OBJECTIVOS	17
3 MATERIAL E MÉTODOS	18
3.1 ÁREA DE ESTUDO	18
3.2 DADOS	19
3.2.1 INDICADORES DE SAÚDE	19
3.2.2 POLUENTES ATMOSFÉRICOS	19
3.2.3 VARIÁVEIS DE CONFUNDIMENTO E/OU MODIFICADORAS DE EFEITO	20
3.3 MÉTODOS	22
4 RESULTADOS	24
4.1 ANÁLISE EXPLORATÓRIA	24
4.1.1 INDICADORES DE DOENÇA	24
4.1.2 POLUENTES ATMOSFÉRICOS	28
4.1.3 VARIÁVEIS CLIMÁTICAS	34
4.1.4 ASSOCIAÇÃO ENTRE INDICADORES DE DOENÇA E RESTANTES VARIÁVEIS	35
4.2 AVALIAÇÃO DO IMPACTE DA POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA	36
4.2.1 CONCELHO DE MATOSINHOS	36
4.2.2 CONCELHO DA MAIA	41
4.2.3 CONCELHO DE VALONGO	46
4.2.4 CONCELHO DE LISBOA	49
4.2.5 SÍNTESE POR POLUENTE	55
5 DISCUSSÃO	60
6 CONCLUSÕES	69
7 REFERÊNCIAS	70

ANEXO I - COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO ENTRE A MORTALIDADE E INTERNAMENTOS DIÁRIOS E A CONCENTRAÇÃO DIÁRIA DE POLUENTES, VARIÁVEIS TEMPORAIS, VARIÁVEIS CLIMÁTICAS E VARIÁVEIS DESCRITORAS DE ACTIVIDADE GRIPAL	75
ANEXO II - DESCRIÇÃO DAS VARIÁVEIS EXPLICATIVAS QUE INTEGRAM OS MODELOS IDENTIFICADOS PARA QUANTIFICAR O EFEITO DOS POLUENTES SOBRE A MORTALIDADE OU SOBRE O INTERNAMENTO HOSPITALAR	80

Índice de Quadros

Quadro 1 - Valores limiares de alerta para os poluentes ozono, dióxido de enxofre e dióxido de azoto..	12
Quadro 2 - Principais poluentes atmosféricos e possíveis efeitos na saúde humana ^{5, 10, 17-21}	14
Quadro 3 - Caracterização das estações de monitorização de poluição atmosférica de fundo existentes na área de estudo	20
Quadro 4 - Estatísticas descritivas da mortalidade diária por concelhos de residência no período 2000-2004.....	25
Quadro 5 - Estatísticas descritivas dos internamentos hospitalares diários por concelhos de residência no período 2000-2007	27
Quadro 6 - Estatísticas descritivas das concentrações diárias dos poluentes por concelho no período 2000-2007	29
Quadro 7 - Estatísticas descritivas de parâmetros climáticos medidos nos distritos do Porto e de Lisboa (2000-2007).....	35
Quadro 8 – Estimativas do risco relativo (RR) de morte para um aumento de 10 µg/m ³ na concentração diária de cada poluente - concelho de Matosinhos (2000-2004).....	37
Quadro 9 – Estimativas do risco relativo (RR) de internamento hospitalar para um aumento de 10 µg/m ³ na concentração diária de cada poluente - concelho de Matosinhos (2000-2007)	39
Quadro 10 – Estimativas do risco relativo (RR) de morte para um aumento de 10 µg/m ³ na concentração diária de cada poluente - concelho da Maia (2000-2004).....	42
Quadro 11 – Estimativas do risco relativo (RR) de internamento hospitalar para um aumento de 10 µg/m ³ na concentração diária de cada poluente - concelho da Maia (2000-2007).....	45
Quadro 12 – Estimativas do risco relativo (RR) de morte para um aumento de 10 µg/m ³ na concentração diária de cada poluente - concelho de Valongo (2000-2004)	46
Quadro 13 – Estimativas do risco relativo (RR) de internamento hospitalar para um aumento de 10 µg/m ³ na concentração diária de cada poluente - concelho de Valongo (2000-2007)	48
Quadro 14 – Estimativas do risco relativo (RR) de morte para um aumento de 10 µg/m ³ na concentração diária de cada poluente - concelho de Lisboa (2000-2004).....	50
Quadro 15 – Estimativas do risco relativo (RR) de internamento hospitalar para um aumento de 10 µg/m ³ na concentração diária de cada poluente - concelho de Lisboa (2000-2007)	52

Índice de Figuras

Figura 1 - Localização das estações que integravam a rede de monitorização da qualidade do ar do Continente em 2006 (Fonte: Agência Portuguesa do Ambiente)	13
Figura 2 – Área de aplicação do presente estudo.....	18
Figura 3 – Evolução temporal da concentração média diária anual de PM ₁₀ nos concelhos de Matosinhos, Maia, Valongo e Lisboa (2000-2007).....	28
Figura 4 – Evolução temporal da concentração média diária anual de NO ₂ nos concelhos de Matosinhos, Maia, Valongo e Lisboa (2000-2007)	30
Figura 5 – Evolução temporal da concentração média diária anual de SO ₂ nos concelhos de Matosinhos, Maia, Valongo e Lisboa (2000-2007)	31
Figura 6 – Evolução temporal da concentração média diária anual de O ₃ em semestre seco (Abril a Setembro) nos concelhos de Matosinhos, Maia, Valongo e Lisboa (2000-2007)	32
Figura 7 – Evolução temporal da concentração média diária anual de O ₃ 8h em semestre seco (Abril a Setembro) nos concelhos de Matosinhos, Maia, Valongo e Lisboa (2000-2007)	32
Figura 8 – Evolução temporal da concentração média diária anual de CO nos concelhos de Matosinhos, Maia e Lisboa (2000-2007)	33
Figura 9 – Evolução temporal da concentração média diária anual de CO8h nos concelhos de Matosinhos, Maia e Lisboa (2000-2007).....	34

RESUMO

Este trabalho visou a estimação de efeitos na mortalidade e no internamento hospitalar diário ocasionados pela exposição de curto prazo a vários poluentes, nomeadamente, a partículas em suspensão na atmosfera com dimensão inferior a 10 μm (PM_{10}), a dióxido de azoto (NO_2), dióxido de enxofre (SO_2), ozono (O_3) e monóxido de carbono (CO).

O impacto dos vários poluentes sobre a mortalidade e os internamentos foi avaliado em três concelhos da Área Metropolitana do Porto (Maia, Valongo e Matosinhos), e no concelho de Lisboa com base em dados relativos ao período 2000-2004 (mortalidade) e 2000-2007 (internamentos hospitalares).

As contagens diárias de óbitos e de internamentos hospitalares (decorrentes de admissões às urgências) por todas as causas excepto causas externas, por doenças do aparelho circulatório e por doenças do aparelho respiratório foram agregadas por concelhos de residência.

As concentrações médias diárias de PM_{10} , NO_2 , SO_2 , O_3 e CO foram calculadas através dos níveis horários fornecidos por estações de monitorização de fundo localizadas em cada um dos concelhos considerados.

Os modelos identificados para cada concelho, procuraram investigar a possível associação existente entre a mortalidade diária (ou os internamentos hospitalares diários) e a concentração média diária de cada poluente, com controlo de:

- aspectos temporais (tais como, o dia, ano, mês, semestre, feriados e fins de semana) e;
- efeitos ocasionados por variáveis de confundimento e/ou modificadoras (tais como, a temperatura atmosférica e períodos de actividade grial sazonal).

Para modelar esta associação utilizaram-se regressões de Poisson desenvolvidas a partir de Modelos Aditivos Generalizados (GAM)¹¹.

Em todos os modelos admitiu-se que a existência de uma relação linear entre a variável resposta (mortalidade ou internamentos hospitalares diários) e a concentração média diária do poluente. Na relação da variável resposta com outras variáveis explicativas, admitiram-se quer funções lineares, quer não lineares. Neste último caso adoptaram-se funções de suavização do tipo *splines*.

Na modelação da associação entre os eventos diários de doença (mortalidade ou internamento) e cada poluente testaram-se múltiplos modelos que integravam diferentes desfasamentos da concentração média do poluente relativamente ao dia do evento. Destes seleccionou-se o modelo que apresentou menor valor do Critério de Informação de Akaike – AIC.

As estimativas do efeito de cada poluente foram expressas em termos do risco relativo (de morte ou de internamento hospitalar) atribuível a um incremento de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ na concentração diária do poluente. Seguidamente sintetizam-se os principais resultados obtidos para cada poluente.

PM₁₀

Dos resultados obtidos, concluiu-se que o poluente PM_{10} teve um efeito estatisticamente significativo quer na mortalidade quer no internamento hospitalar das populações residentes nos concelhos estudados, dado que variações das respectivas concentrações diárias conduziram a aumentos nas

médias diárias de óbitos e de internamentos hospitalares.

No que diz respeito à **mortalidade**, os efeitos devidos a um incremento na concentração diária de PM₁₀ foram mais notórios para todas as causas, excepto causas externas. As estimativas de acréscimos diários de óbitos por estas causas oscilaram entre 0,67% para a população residente em Lisboa, e 1,93% para os residentes na Maia.

Em cada concelho, os acréscimos de mortalidade dos idosos por este grande grupo de doenças, foram sempre superiores ao equivalente estimado para a população total.

Não se identificaram associações estatisticamente significativas ($p < 0,05$) entre os níveis diários de PM₁₀ e a mortalidade de indivíduos com menos de 15 anos, em qualquer dos concelhos estudados.

A investigação realizada também não possibilitou a detecção de efeitos estatisticamente significativos do PM₁₀ sobre a mortalidade por doenças do aparelho respiratório.

O efeito da variação dos níveis de PM₁₀ na mortalidade por doenças do aparelho circulatório só foi significativo em Valongo, onde se estimou ter ocasionado um aumento de 3,16% nos óbitos diários de idosos.

As estimativas de risco relativo de **internamento hospitalar** diário por todas as causas, excepto causas externas, obtidas neste estudo também demonstraram que idênticos aumentos dos níveis diários de PM₁₀ produziram maiores acréscimos nos internamentos de jovens e de idosos, do que nos internamentos da população geral. Comparativamente a Lisboa, nestes grupos etários mais vulneráveis houve evidência de maiores acréscimos percentuais (RR%) dos internamentos de residentes em concelhos da região Norte, nomeadamente na Maia. As estimativas de aumentos (RR%) nos internamentos diários da população total variaram entre 0,41% em Matosinhos e 0,75% em Valongo.

Somente em Lisboa se confirmou a existência de uma associação positiva e significativa entre os níveis de PM₁₀ e os internamentos diários por doenças do aparelho circulatório. O acréscimo de internamentos diários de lisboetas por estas doenças (0,73%) foi superior ao acréscimo correspondente devido à totalidade de causas (0,69%).

Em suma, nos quatro concelhos estudados, comprovou-se que os riscos de internamento hospitalar foram substancialmente maiores nas causas respiratórias do que no total de causas (com exclusão das causas externas). Em cada grupo de doença, verificou-se a existência de maiores riscos de internamento da população jovem, riscos intermédios para os idosos e menores riscos para a totalidade da população.

NO₂

Na **mortalidade**, os efeitos atribuíveis à exposição de curto prazo ao NO₂ foram sobretudo notórios em Lisboa. Os acréscimos diários de óbitos estimados variaram entre 1,07% para todas as causas, excepto causas externas de residentes em Lisboa e 4,99% para as doenças do aparelho circulatório de residentes em Matosinhos. Em Lisboa comprovou-se que o acréscimo de mortalidade por todas as causas, foi maior nos idosos do que na população total.

A investigação não permitiu estimar efeitos do NO₂ na mortalidade diária de jovens, nem possibilitou relacionar a variação diária das concentrações de NO₂ com a mortalidade por doenças do aparelho respiratório.

No que concerne aos efeitos ocasionados pela variação diária das concentrações de NO₂ sobre o **internamento hospitalar**, os resultados obtidos indicam que os acréscimos no internamento diário por todas as causas, excepto causas externas foram superiores na região Norte, nomeadamente em Valongo (1,08%), do que em Lisboa (0,81%).

Os efeitos do NO₂ sobre o internamento hospitalar por doenças do aparelho respiratório, também foram de maior magnitude na região Norte, designadamente na Maia (3,15%).

Apenas foram estimados efeitos do NO₂ sobre o internamento hospitalar por doenças do aparelho circulatório para os lisboetas: um incremento súbito dos níveis do poluente produziu um aumento de 0,96% nos internamentos diários por estas doenças.

Tal como verificado para o PM₁₀, os efeitos do NO₂ sobre o internamento hospitalar foram maiores nas causas respiratórias do que no total de causas (excluindo as causas externas). Foi igualmente notória a existência de efeitos de maior magnitude no internamento hospitalar de jovens, comparativamente aos efeitos correspondentes nos idosos e na população total.

SO₂

Os resultados alcançados apenas permitem concluir que o SO₂ teve efeitos estatisticamente significativos ($p < 0,05$) sobre a **mortalidade** diária, por todas as causas, excepto causas externas, e por doenças do aparelho circulatório dos lisboetas. O estudo não viabilizou a quantificação de efeitos do poluente na mortalidade de jovens.

As estimativas de acréscimos diários de óbitos da população residente em Lisboa, atribuíveis a um incremento da concentração de SO₂ foram notáveis, variando entre 2,95% na mortalidade por todas as causas, excepto causas externas e 5,25% na mortalidade por doenças do aparelho circulatório. Dos acréscimos estimados, somente o relativo à totalidade de causas foi maior nos idosos do que na população total.

Os efeitos da exposição de curto prazo ao SO₂ no **internamento hospitalar**, foram quantificados não só para os residentes em Lisboa, mas também para os habitantes em Matosinhos e na Maia. A investigação não permitiu no entanto associar a variação da concentração diária de SO₂ com o internamento hospitalar por doenças do aparelho circulatório.

No que diz respeito ao internamento hospitalar por todas as causas, excepto causas externas, só se identificaram efeitos atribuíveis ao SO₂ em Lisboa e na Maia. Neste último concelho, o incremento súbito dos níveis do poluente não se reproduziu nos internamentos da população total, mas em Lisboa originou um acréscimo de 2,51% nos internamentos diários correspondentes.

As estimativas de aumento no internamento diário da população total por doenças do aparelho respiratório foram máximas na Maia (9,17%).

Nos dois grupos de doença referidos, as estimativas de acréscimo no internamento hospitalar diário de jovens e de idosos, foram superiores às obtidas para a população total.

O₃

Dos resultados anteriormente apresentados conclui-se que o poluente O₃ teve um efeito estatisticamente significativo quer na mortalidade dos residentes nos concelhos de Lisboa e Matosinhos, quer no internamento hospitalar dos residentes nos quatro concelhos considerados.

No que diz respeito à **mortalidade** por todas as causas, excepto causas externas, estimou-se que um incremento súbito na concentração diária do poluente produziu acréscimos de 1,35% e de 2,31% nos óbitos diários dos residentes em Lisboa e na Maia, respectivamente. Os efeitos citados não são contudo comparáveis porque resultam de diferentes desfasamentos temporais do poluente.

Adicionalmente, estimou-se que a exposição de curto prazo a este poluente originou um aumento de 2,56% nas mortes diárias dos Lisboetas por doenças do aparelho circulatório.

O efeito do O₃ sobre a mortalidade diária por doenças do aparelho respiratório só foi quantificado para Lisboa. Para a totalidade dos residentes neste concelho, estimou-se que um incremento súbito da concentração do poluente foi responsável por um acréscimo de 6,73% nas mortes diárias por aquelas doenças.

Quando comparáveis, os riscos relativos de morte obtidos para os idosos foram superiores aos correspondentes riscos na população total. O reduzido número de óbitos de jovens não permitiu estabelecer associações entre a mortalidade diária do respectivo grupo etário e os níveis diários do poluente.

Relativamente aos efeitos ocasionados pela variação diária das concentrações do O₃ sobre o **internamento hospitalar**, o estudo evidenciou que os acréscimos no internamento diário por todas as causas, excepto causas externas foram máximos para os jovens residentes na Maia (3,45%). O efeito estimado para o internamento da totalidade de residentes naquele concelho foi notoriamente mais reduzido (0,88%).

O risco relativo de internamento hospitalar por doenças do aparelho respiratório de idosos, ocasionado por este poluente foi substancialmente maior na região Norte, designadamente em Valongo (3,36%), do que em Lisboa (1,96%). Neste último concelho, o acréscimo de internamentos diários por causas respiratórias da população total, atribuível ao O₃ foi de 1,51%.

Embora o estudo tenha permitido quantificar os efeitos do O₃ sobre o internamento hospitalar por doenças do aparelho circulatório dos residentes em Lisboa e em Valongo, as estimativas obtidas não são comparáveis entre concelhos. Nos lisboetas, um incremento súbito dos níveis do poluente produziu um aumento de 1,17% nos internamentos diários por estas doenças.

CO

Os resultados obtidos confirmam que o CO produziu acréscimos estatisticamente significativos tanto na mortalidade, como nos internamentos hospitalares dos residentes em Lisboa, na Maia e em Matosinhos.

Na **mortalidade**, os efeitos atribuíveis à exposição de curto prazo ao CO foram mais elevados em concelhos da região Norte, onde também ocorreram os maiores níveis médios diários do poluente. O acréscimo diário de óbitos estimado para os residentes na Maia foi de 0,26% para todas as causas, excepto causas externas, enquanto o aumento correspondente por doenças do aparelho circulatório foi

de 0,45%. Nestas duas causas comprovou-se que o acréscimo de mortalidade foi maior nos idosos do que na população total.

A investigação não permitiu estimar efeitos do CO na mortalidade diária de jovens, nem possibilitou relacionar a variação diária das concentrações do poluente com a mortalidade por doenças do aparelho respiratório.

Os efeitos ocasionados pela variação diária das concentrações de CO no **internamento hospitalar** também foram de maior magnitude na região Norte. Os acréscimos no internamento diário por todas as causas, excepto causas externas variam entre 0,03% (em Lisboa) e 0,05% (na Maia e em Matosinhos).

As estimativas dos efeitos do CO sobre o internamento hospitalar por doenças do aparelho respiratório foram mais elevadas na Maia (0,20%), tendo sido máximas para os jovens residentes no concelho (0,35%).

Nestes dois grupos de doença verificou-se que o acréscimo de internamentos diários atribuível à acção do CO foi maior nos jovens, intermédio nos idosos e mais reduzido na totalidade da população.

Foi igualmente entre os moradores na Maia que o incremento dos níveis diários de CO originou maiores acréscimos nos internamentos diários por doenças do aparelho circulatório (0,17%).

1 ENQUADRAMENTO

A poluição do ar tem constituído um grave problema nos centros urbanos industrializados, provocando desequilíbrios nos ecossistemas e efeitos nocivos na saúde humana. Inicialmente, os efeitos na saúde pareciam estar associados apenas a elevações súbitas da concentração dos poluentes no ar, devidas à ocorrência de acidentes industriais em condições atmosféricas que não permitiam a dispersão dos poluentes ². Contudo, estudos epidemiológicos mais pormenorizados revelaram que os efeitos da poluição atmosférica na saúde podem ocorrer em toda a gama de concentrações dos poluentes ³. Actualmente, a Organização Mundial de Saúde ⁴ estima que mundialmente a poluição do ar seja responsável por 2 milhões de mortes prematuras. Embora se reconheça que, quando comparado com outros factores ambientais, o risco relativo associado a este tipo de poluição é reduzido, a população exposta é elevada. Como tal, estudos epidemiológicos que permitam avaliar os efeitos dos poluentes atmosféricos na saúde humana são um contributo importante no desenvolvimento de estratégias de redução desses efeitos.

A poluição atmosférica resulta da emissão de contaminantes para o ar que provocam alterações na composição química natural da atmosfera. Na origem destas alterações podem estar processos naturais (tais como a erosão eólica, a polinização e as emissões vulcânicas) ou processos decorrentes da actividade humana (nomeadamente processos industriais e tráfego). A poluição do ar é formada por uma mistura complexa de compostos em fase gasosa, líquida e sólida, podendo os poluentes ser classificados como primários (contaminantes que são emitidos directamente pelas fontes para a atmosfera) ou secundários (que resultam de reacções fotoquímicas entre poluentes primários). São exemplo de poluentes primários, as partículas inaláveis com dimensão inferior a 10 µm (PM₁₀ – da designação em inglês *Particulate Matter*), o monóxido de carbono (CO), o dióxido de azoto (NO₂) e o dióxido de enxofre (SO₂). O ozono (O₃) que resulta de reacções entre os óxidos de azoto (NO_x) e compostos orgânicos voláteis (COV), é considerado um poluente secundário ^{5,6}.

Partículas Inaláveis

A matéria particulada atmosférica consiste numa grande variedade de poluentes suspensos no ar (fumo, pó, aerossóis, entre outros), com diversos tamanhos e diferente composição química. De acordo com os mecanismos de formação, as partículas podem ser classificadas como partículas primárias, designação que se refere às emitidas directamente para a atmosfera, tais como as provenientes de queima de fuel - diesel, ou partículas secundárias, derivadas de transformações físicas e/ou químicas de gases na atmosfera ⁵. Embora tenham sido detectados vários tipos de compostos químicos nas partículas inaláveis (PM), os constituintes mais comuns incluem nitratos, sulfatos, carbono elementar e orgânico, compostos orgânicos (hidrocarbonetos policíclicos aromáticos), compostos biológicos (endotoxinas e fragmentos celulares) e vários metais (zinco, cobre, vanádio, etc) ⁷. Devido à natureza complexa das PM, a sua monitorização tem-se baseado essencialmente na pesagem da massa recolhida em filtros, tendo em conta gamas de tamanhos de partículas (esta metodologia é a recomendada na Directiva 1999/30/CE para medição de partículas cujo diâmetro aerodinâmico médio seja inferior a 10µm - PM₁₀). Inicialmente a regulamentação era somente aplicável às partículas capazes de penetrar e depositar na árvore traqueo-brônquica, ou seja, as PM₁₀. Posteriormente, verificou-se a necessidade de medir as partículas capazes de atingir os alvéolos, ou seja, partículas com diâmetro aerodinâmico médio inferior a

2,5 µm. Deste modo passou a ser usual a separação das designadas partículas grosseiras (PM_{2,5 a 10}) das partículas finas (inferior a PM_{2,5}). Recentemente, grande atenção tem sido dada a partículas ultra-finas (PUF), cujo diâmetro médio aerodinâmico é inferior a 0,1 µm (PM_{0,1})⁵. Estas, apesar de terem um tempo de vida curto (rapidamente se agregam e coalescem dando origem a partículas maiores), demonstram elevada capacidade de deposição nos alvéolos humanos e possuem uma elevada razão área superficial/massa, o que potencia a sua toxicidade biológica⁸. Em Portugal Continental, de acordo com uma avaliação da qualidade do ar realizada pelo Instituto do Ambiente em 2001, verificaram-se níveis elevados e sistematicamente acima do valor limite de PM₁₀, tanto em áreas urbanas como rurais⁹. Entenda-se por valor limite, como o nível fixado com base em conhecimentos científicos com o intuito de evitar, prevenir ou reduzir os efeitos nocivos sobre a saúde humana e/ou o ambiente na sua globalidade, susceptível de ser atingido num prazo determinado e que, quando atingido, não deverá ser excedido. As excedências em causa podem ter como origem fenómenos associados ao tráfego intenso, mas em especial a fenómenos naturais⁹.

Óxidos de azoto

Os óxidos de azoto (NO_x) são compostos muito reactivos, estando incluídos nesta designação o óxido de azoto (NO), o dióxido de azoto (NO₂), entre outros. A principal fonte antropogénica de NO_x é a queima de combustíveis fósseis nos motores de veículos e nos processos industriais, em especial os de geração de energia, onde o azoto (N₂) atmosférico a elevadas temperaturas é inicialmente transformado em NO e depois em NO₂ e outros óxidos de azoto¹⁰. Como referido por⁷ (2004) numa revisão sobre o efeito de vários poluentes (incluindo o NO_x) em doenças cardiovasculares, a grande maioria dos estudos epidemiológicos e toxicológicos incide sobre NO₂ por diversos motivos:

- 1) devido à sua monitorização (a regulamentação deste composto verifica-se a nível mundial);
- 2) o NO que se encontra presente nos gases de combustão de veículos e centrais eléctricas oxida-se rapidamente em NO₂;
- 3) O NO₂ tem um papel muito importante na formação de ozono troposférico (o processo de formação inicia-se por reacção fotoquímica de NO₂ e compostos orgânicos voláteis¹⁰).

Monóxido de carbono

O monóxido de carbono (CO) é um composto que resulta da combustão incompleta de combustíveis fósseis. Este composto possui uma afinidade de ligação muito grande com a hemoglobina (250 vezes superior à verificada com oxigénio). Desta forma, os principais efeitos deste poluente encontram-se relacionados com possíveis interferências na oxigenação de tecidos¹¹.

Dióxido de enxofre

O dióxido de enxofre (SO₂) é um gás muito irritante e solúvel em água. As principais fontes deste composto são a queima de combustíveis com enxofre na sua composição. A oxidação de dióxido de enxofre dá origem ao trióxido de enxofre, que por sua vez reage com a água dando origem ao ácido sulfúrico (H₂SO₄). Este composto encontra-se muito associado ao fenómeno das chuvas ácidas¹².

Ozono

O ozono (O₃) é um gás muito reactivo cuja presença a nível da estratosfera previne a penetração de radiação ultra-violeta na atmosfera, permitindo assim a vida terrestre tal como se conhece. Na

troposfera, como referido anteriormente, a sua formação deve-se à acção de radiação solar sobre óxidos de azoto (por fotólise) e hidrocarbonetos reactivos, ambos emitidos por veículos a motor e alguns processos industriais. Devido à acção directa da radiação solar, justifica-se que ocorra uma maior formação de ozono troposférico em dias quentes, atingindo-se valores acima do legislado em cidades com grande movimentação de veículos ¹³.

Em Portugal, a monitorização da qualidade do ar rege-se pelo Decreto-Lei n.º 276/99 de 23 de Julho ¹⁴, resultante da transposição para a ordem jurídica nacional da Directiva Comunitária 1996/62/CE de 27 de Setembro. Esta directiva define a estratégia europeia para implementação de acções que visam a monitorização das concentrações dos poluentes atmosféricos nocivos, estabelecendo valores limite e/ou limiares de alerta para os níveis de poluição do ar ambiente. Entende-se como valor limite, “o nível de poluente no ar cujo valor não pode ser excedido, durante períodos previamente determinados, com o objectivo de evitar, prevenir ou reduzir os efeitos nocivos na saúde humana e ou no meio ambiente”. O valor correspondente ao limiar de alerta, é o “nível de poluente na atmosfera acima do qual a exposição de curta duração apresenta riscos para a saúde humana e a partir do qual devem ser adoptadas medidas imediatas”. Os valores normativos, técnicas de medição e requisitos de controlo constam dos Decretos-Lei nºs 111/2002 de 16 de Abril ¹⁵, 320/2003 de 20 de Dezembro ¹⁶ e 351/2007 de 23 de Outubro, resultantes da transposição para a ordem jurídica nacional de directivas comunitárias específicas tais como, a 1999/30/CE, de 22 de Abril de 1999 (relativa ao dióxido de enxofre, óxidos de azoto, partículas e chumbo), a 2000/69/CE, de 16 de Novembro de 2000 (relativa ao monóxido de carbono e ao benzeno), a 2002/3/CE de 12 de Fevereiro de 2002 (relativa ao ozono troposférico) e a 2004/107/CE de 15 de Dezembro de 2004 (relativa a alguns metais pesados e hidrocarbonetos aromáticos presentes nas partículas em suspensão).

No Quadro 1 apresentam-se os valores de limiares de alerta das concentrações de O₃, NO₂ e SO₂ na atmosfera.

Quadro 1 - Valores limiares de alerta para os poluentes ozono, dióxido de enxofre e dióxido de azoto

O ₃	Limiar de alerta à população	240 µg/m ³ (valor médio de uma hora)
NO ₂	Limiar de alerta	400 µg/m ³ (medido em, pelo menos, três horas consecutivas)
SO ₂	Limiar de alerta	500 µg/m ³ (medido em, pelo menos, três horas consecutivas)

Em Portugal, a rede de monitorização da qualidade do ar é composta por estações ou postos de monitorização, que contêm analisadores de funcionamento contínuo, e que de forma automática enviam os dados recolhidos para um computador. A Figura 1 apresenta a localização dos postos de monitorização que faziam parte da rede de monitorização da qualidade do ar do Continente em 2006. Nesta figura, as estações encontram-se identificadas de acordo com o tipo de influência, podendo as mesmas ser de tráfego (monitorizam a qualidade do ar resultante das emissões directas do tráfego automóvel), industriais (monitorizam a qualidade do ar resultante das emissões directas da indústria) ou de fundo (não monitorizam a qualidade do ar resultante das emissões directas de nenhuma fonte em particular; representam a poluição a que qualquer cidadão está sujeito, mesmo que viva longe de fontes de emissão).

De uma forma geral, os estudos que avaliam o efeito da poluição na saúde humana, utilizam um indicador de exposição que é baseado em valores médios ou máximos da concentração de poluentes (diárias, mensais ou anuais) medida em estações de fundo ^{5, 17}.

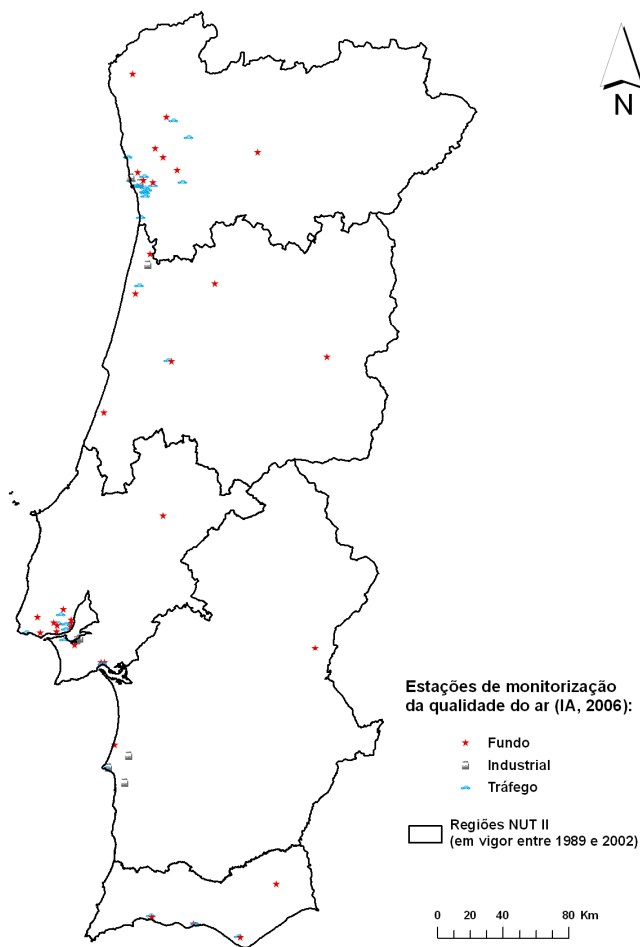


Figura 1 - Localização das estações que integravam a rede de monitorização da qualidade do ar do Continente em 2006 (Fonte: Agência Portuguesa do Ambiente)

Os efeitos dos poluentes atmosféricos na saúde variam em função do tempo de exposição e da concentração dos poluentes. Podem assim ser definidos efeitos crónicos e agudos da poluição atmosférica. Os efeitos agudos decorrem de uma exposição de curta duração a elevadas concentrações de poluentes e os efeitos crónicos estão relacionados com uma exposição muito mais prolongada no tempo e com níveis de concentração mais baixos. No Quadro 2 apresenta-se um resumo dos principais poluentes atmosféricos e possíveis efeitos na saúde humana.

Quadro 2 - Principais poluentes atmosféricos e possíveis efeitos na saúde humana ^{6, 11, 18-22}

Poluente	Efeitos na saúde relacionados com	
	Exposição de curta duração	Exposição de longa duração
Partículas Inaláveis (PM)	Reacções inflamatórias do pulmão Sintomas respiratórios Efeitos adversos no sistema cardiovascular Aumento de utilização de medicação Aumento de admissões hospitalares Aumento de mortalidade	Aumento de sintomas respiratórios das vias aéreas “inferiores” Redução da função pulmonar nas crianças e adultos Aumento da DPOC (Doença Pulmonar Obstrutiva Crónica) Redução da esperança de vida, devido principalmente à mortalidade cardiovascular e provavelmente à neoplasia do pulmão
Óxidos de Azoto (NO_x) Nota: (efeitos para NO ₂)	Efeitos na função pulmonar, especialmente nos asmáticos Aumento das reacções inflamatórias nas vias aéreas Aumento de admissões hospitalares Aumento de mortalidade	Redução da função pulmonar Aumento da probabilidade de sintomas respiratórios
Ozono troposférico (O₃)	Efeitos adversos na função e sintomas pulmonares Reacções inflamatórias do pulmão Aumento de utilização de medicação Aumento de admissões hospitalares Aumento de mortalidade	Redução do desenvolvimento da função pulmonar
Dióxido de Enxofre (SO₂)	Aumento de admissões hospitalares por doenças cardiovasculares Aumento da mortalidade em crianças por doenças do aparelho respiratório	Redução da função pulmonar Aumento de resistência de vias aéreas específicas e de sintomas respiratórios (Efeitos resultantes da exposição a partículas)
Monóxido de Carbono (CO)	Efeitos relacionados com interferência no transporte de O ₂ (hipoxia, alterações neuro – comportamentais, entre outros) Aumento de mortalidade diária e admissões hospitalares por doenças cardiovasculares	-----
Chumbo (Pb)	-----	Sintomas no sistema nervoso central, efeitos cognitivos, hipertensão, redução de medidas de inteligência nas crianças
Compostos Orgânicos Voláteis (COV)	-----	Redução da função pulmonar Aumento da probabilidade de sintomas respiratórios

Diversos estudos epidemiológicos reconhecem que o efeito da poluição não se reflecte da mesma forma em todas as idades e em todos os indivíduos. Existem indivíduos que por pertencerem a grupos de risco, têm maior vulnerabilidade aos efeitos por exposição a poluição do ar. Constituem exemplos destes, as crianças, os idosos, os indivíduos com problemas cardiorespiratórios e os indivíduos sócio economicamente mais desfavorecidos ^{23, 24}.

No caso dos idosos, a idade e/ou a elevada prevalência de doença cardiovascular subjacente bem como de outros factores de risco parecem explicar o risco acrescido observado ⁷. As crianças, além de dependerem grande parte do seu tempo em actividades ao ar livre, têm um sistema imunológico e pulmões ainda em fase de desenvolvimento, o que as torna mais susceptíveis ao efeito dos poluentes atmosféricos ²⁴. Em consequência do exposto, vários estudos foram elaborados com o propósito de avaliar o impacte da poluição atmosférica na saúde das crianças ²⁵⁻²⁷ e nos idosos ^{28, 29}. Assim, neste

tipo de estudos é conveniente subdividir a variável “idade” em grupos etários distintos com separação dos mais jovens (menos de 15 anos) e dos mais idosos ^{30, 31}.

Uma vez estabelecido que a poluição atmosférica tem efeitos adversos na saúde humana, a quantificação do impacte surge naturalmente como o passo seguinte. Nesta temática contudo não há consenso sobre o método mais adequado para determinar o impacte total. De uma forma geral, os estudos sobre o impacte da poluição atmosférica na mortalidade seguem uma de três possíveis estratégias para o cálculo da função exposição-resposta: estudos de séries temporais, estudos baseados em *coortes* e estimativas médias de resultados obtidos em estudos de séries temporais e *coortes* ³². De acordo com a análise efectuada por Künzli e colaboradores ³², existem 3 situações que relacionam a mortalidade com a exposição à poluição atmosférica:

A) A poluição do ar aumenta o risco de doenças pré-existentes o que conduz à fragilização do indivíduo e ao aumento do risco de ocorrência do óbito a curto prazo em indivíduos mais fragilizados;

B) A poluição do ar aumenta o risco de doenças crónicas conduzindo à fragilização do indivíduo mas não está associada ao momento do óbito;

C) A poluição do ar não está relacionada com as doenças crónicas existentes mas a exposição a curto prazo aumenta a mortalidade no grupo de indivíduos de risco (mais debilitados)

Tendo em conta as características dos estudos de séries temporais, os autores consideram que os mesmos permitem contabilizar apenas os óbitos ocorridos nas situações A) e C) enquanto os estudos de *coortes* podem contemplar óbitos do tipo A) e B) ³². Em suma os estudos de séries temporais, permitem quantificar os efeitos na saúde resultantes de alterações de curto prazo na concentração de poluentes do ar por estimativa de associações entre as variações diárias das concentrações de poluentes atmosféricos e as contagens de eventos em saúde ³³.

Neste contexto a análise de séries temporais baseia-se usualmente em dados diários da concentração de poluentes no ar e em contagens de eventos de saúde, nomeadamente de óbitos e/ou de internamentos hospitalares por doenças respiratórias e cardiovasculares, e de admissões às urgências por sintomas respiratórios, exacerbações de asma e DPOC, entre outros ³. Para controlo de possíveis viéses são ainda consideradas variáveis que descrevem epidemias de gripe e aspectos climáticos (como a temperatura e a humidade relativa), que variam igualmente no tempo e que podem estar associados com a poluição e/ou com os indicadores de doença a serem medidos ³³. De notar que, por exemplo, que a temperatura, influencia directamente a variável de exposição, poluentes atmosféricos, e a variável resposta (indicador de doença) apesar de não constituir causa que medeia a relação entre ambos. Nesta análise de séries temporais não são tidos em conta factores, como o consumo de tabaco, condições socio-económicas e demográficas, que por não sofrerem variações no curto prazo não introduzem viéses nos resultados de impacte obtidos ³. Porque se tratam de séries de tempo, a tendência, sazonalidade e periodicidade contidas nos dados são controladas por variáveis que reflectem aspectos temporais, tais como estações do ano, fins-de-semana ou feriados ³⁴.

As metodologias mais frequentemente empregues na quantificação dos efeitos na saúde devidos à exposição de curto prazo à poluição atmosférica, baseiam-se em modelos de regressão que permitem

estimar o aumento do risco para um dado evento em saúde associado ao aumento de uma unidade na concentração do poluente. Os modelos mais usados neste tipo de estudos são os Modelos Lineares Generalizados (GLM) e os Modelos Aditivos Generalizados (GAM) ³³.

Na modelação deve-se admitir a existência de um possível desfasamento entre a exposição e a sua repercussão na saúde. Neste contexto, vários estudos demonstraram que os modelos que consideravam a variável poluente com desfasamento de 2-3 dias se ajustavam melhor do que os que consideravam o efeito imediato de poluição ³⁵⁻³⁷. De acordo com Schwartz ³⁸ este desfasamento poderá atingir um máximo de 5 dias entre os níveis de poluição diária e a mortalidade diária. Para além do referido, a diferença temporal entre a exposição e o efeito na saúde depende da causa em estudo. Rossi e colaboradores ³⁹ referem que para algumas causas o efeito da poluição pode reflectir-se imediatamente, enquanto para outras causas a associação entre a poluição e a mortalidade/ morbilidade só é evidente com uma discordância de alguns dias. Na maioria dos estudos baseados em séries diárias, também se testa a inclusão nos modelos de algumas variáveis climáticas com e sem desfasamentos temporais. Os efeitos na saúde ocasionados por temperaturas diárias extremas que ocasionam variações nos níveis de poluição atmosférica, pode, por exemplo, só ser notável alguns dias após a exposição

Neste estudo procede-se ao desenvolvimento da terceira e última fase do projecto GEOFASES. Através das fases precedentes deste projecto identificaram-se localizações do Continente, que no período 2000-2004, evidenciaram elevados riscos de mortalidade a par de elevados riscos de internamento hospitalar por doenças do aparelho respiratório, ou por doenças do aparelho circulatório. A avaliação do impacte da poluição atmosférica na mortalidade e nos internamentos hospitalares das populações residentes em tais localizações constitui o principal objectivo da actual investigação.

2 OBJECTIVOS

O presente estudo tem por objectivo a estimação de efeitos na saúde humana decorrentes da exposição, de curto prazo, a alguns poluentes atmosféricos. Os efeitos na saúde são apreciados através dos óbitos e dos internamentos hospitalares (agregados por concelhos de residência dos indivíduos e por causas específicas) ocorridos diariamente em cada concelho.

Pretende-se conhecer se a variabilidade diária de óbitos (ou de internamentos hospitalares) verificada entre os indivíduos expostos a determinado poluente atmosférico, estará ou não associada à variabilidade diária da concentração desse poluente.

O impacte da poluição atmosférica na saúde humana será avaliado em quatro concelhos de Portugal Continental (Maia, Matosinhos, Valongo e Lisboa), para cada um dos seguintes poluentes: partículas em suspensão na atmosfera com dimensão inferior a $10\ \mu\text{m}$ (PM_{10}), dióxido de azoto (NO_2), ozono (O_3), dióxido de enxofre (SO_2) e monóxido de carbono (CO).

Se comprovada a existência de uma associação significativa entre o número diário de ocorrências do indicador de doença (óbitos ou internamentos hospitalares por dada causa) e a concentração diária de determinado poluente atmosférico, procede-se à estimação do efeito do poluente na saúde. Este efeito é imputável a um incremento súbito da concentração do poluente e é expresso em termos do risco relativo de morte ou de internamento hospitalar por determinada causa.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de Estudo

A área de aplicação do presente estudo inclui três concelhos da região Norte (Matosinhos, Maia e Valongo) e um concelho da região de Lisboa e Vale do Tejo (Lisboa). A escolha destes concelhos baseou-se em dois critérios fundamentais: a sua qualificação como de elevado risco para doenças do aparelho respiratório ou para doenças do aparelho circulatório (os concelhos seleccionados deveriam localizar-se em zonas do Continente, que no período 2000-2004, evidenciaram elevados riscos de mortalidade e de internamento hospitalar por doenças do aparelho respiratório ou por doenças do aparelho circulatório – vide Figura 2) e a disponibilidade de dados sobre poluição atmosférica para o período 2000-2004 (os concelhos seleccionados deveriam localizar-se na área de influência de postos de monitorização de poluição atmosférica que estavam a funcionar no período 2000-2004).

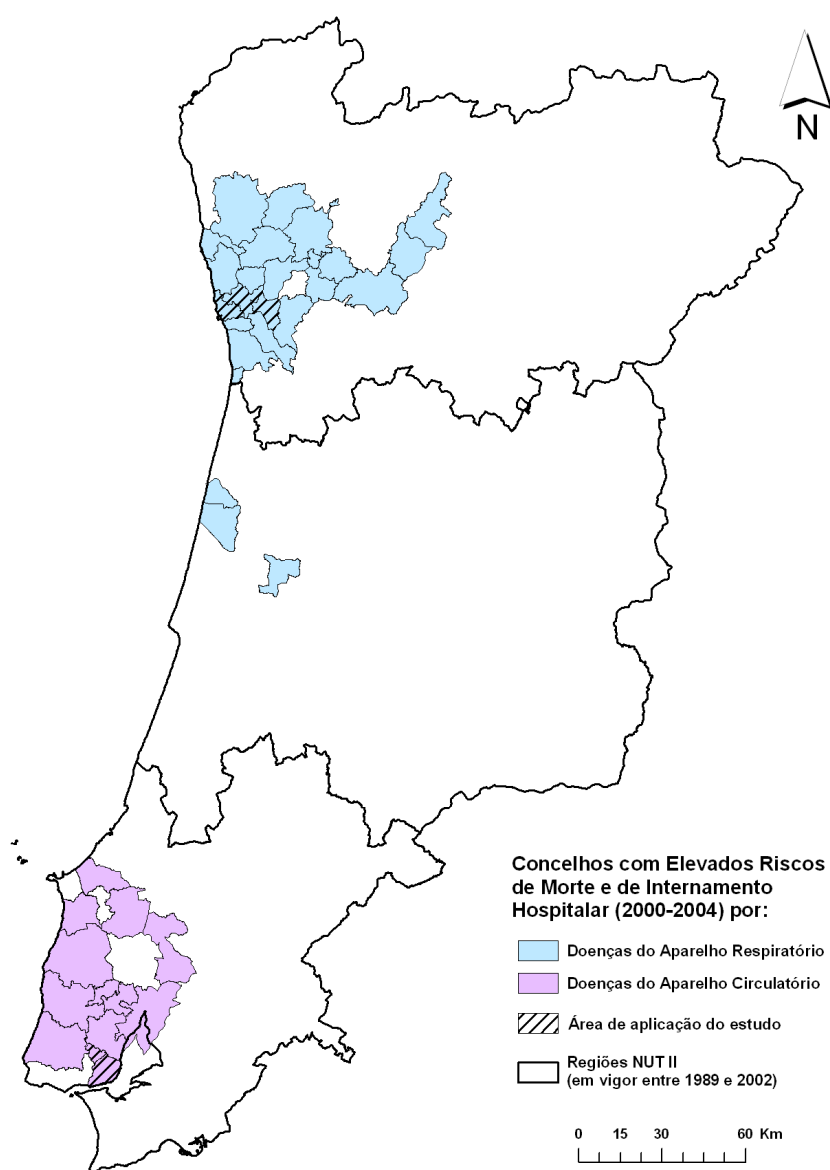


Figura 2 – Área de aplicação do presente estudo

3.2 Dados

3.2.1 Indicadores de saúde

Os indicadores de saúde analisados no presente estudo são contagens diárias de óbitos e de internamentos hospitalares (decorrentes de admissões às urgências), agregados por concelhos de residência e por grupo etário dos indivíduos e sistematizados de acordo com causas específicas.

Os dados relativos aos óbitos foram obtidos através do Instituto Nacional de Estatística, tendo a causa de óbito resultado de análise prévia dos certificados de óbito, efectuada pela Direcção Geral de Saúde.

A informação sobre internamentos em hospitais públicos foi obtida através do registo de Grupos de Diagnóstico Homogéneo (GDH) da Administração Central do Sistema de Saúde (ACSS). Os internamentos hospitalares contemplados por esta fonte excluem os internamentos em hospitais não integrados no Serviço Nacional de Saúde, que em 2005 representaram cerca de 17% do total de internamentos registados em Portugal Continental ⁴⁰.

Os óbitos e internamentos hospitalares foram inicialmente sistematizados em três grandes grupos de causas: todas as causas, excepto causas externas (CID 9: <800; CID 10: A00-R99); causas relacionadas com as doenças do aparelho respiratório (CID 9: 460-519; CID 10: J00-J99) e causas relacionadas com as doenças do aparelho circulatório (CID 9: 390-459; CID 10: I00-I99). Enquanto a selecção dos dois conjuntos de causas mais específicas, se fundamentou no pressuposto de que a poluição atmosférica pode influenciar de forma directa o sistema respiratório e de forma indirecta o sistema cardiovascular, a selecção do grupo constituído por todas as causas, excepto causas externas, deveu-se à necessidade de comparar resultados com os obtidos para as doenças mais específicas e com os de estudos similares desenvolvidos por outros autores ^{5, 34}.

Os indicadores de saúde anteriormente descritos, foram analisados sob a forma de totais por grupos de causas, bem como desagregados por grupos etários. Os grupos etários apreciados incluem indivíduos com idade inferior a 15 anos e indivíduos com 65 e mais anos.

Os óbitos e internamentos hospitalares correspondentes a cada concelho e a cada grupo de causas (por grupos etários) foram organizados sob a forma de séries temporais diárias para um período contido entre 2000 e 2007 no caso dos internamentos hospitalares, e entre 2000 e 2004 no caso da mortalidade.

3.2.2 Poluentes atmosféricos

No presente estudo analisaram-se individualmente os seguintes poluentes atmosféricos: partículas em suspensão na atmosfera com dimensão inferior a 10 µm (PM₁₀), dióxido de azoto (NO₂), ozono (O₃), dióxido de enxofre (SO₂) e monóxido de carbono (CO). As concentrações dos poluentes foram medidas em quatro estações de monitorização de fundo, cuja caracterização se apresenta de seguida.

Quadro 3 - Caracterização das estações de monitorização de poluição atmosférica de fundo existentes na área de estudo

Nome da estação	Localização: Concelho / Freguesia	Tipo de ambiente	Área de influência assumida (concelho)	Data de início	Poluentes Atmosféricos Avaliados				
					PM ₁₀	NO ₂	O ₃	SO ₂	CO
Vila Nova da Telha	Maia / Vila Nova da Telha	Suburbano	Maia	Janeiro 1999	✓	✓	✓	✓	✓
Leça do Balio	Matosinhos / Leça do Balio	Suburbano	Matosinhos	Janeiro 2000	✓	✓	✓	✓	✓
Ermesinde	Valongo / Ermesinde	Urbano	Valongo	Janeiro 1999	✓	✓	✓	✓	
Olivais	Lisboa / Olivais	Urbano	Lisboa	Março 1992	✓	✓	✓	✓	✓

A concentração média diária foi o parâmetro calculado para todos os poluentes atmosféricos. Para o ozono (O₃) e para o monóxido de carbono (CO), para além da concentração média diária determinou-se um parâmetro adicional, que no caso do O₃ corresponde à concentração máxima das 24 médias octo-horárias deslizantes obtidas para cada dia (O₃8h) e que no caso do CO, corresponde à concentração média das 24 médias octo-horárias deslizantes de cada dia (CO8h) ^{15, 16}.

Dos poluentes listados no Quadro 3, o ozono foi o único cuja avaliação foi restringida a semestres secos, ou seja aos meses de Abril a Setembro do período considerado. A restrição da análise deste poluente aos meses citados, deve-se ao facto do mecanismo de formação do ozono troposférico ser fortemente condicionado pela existência de elevados níveis de radiação solar. Como já referido, o ozono é um poluente secundário gerado por reacções fotoquímicas que envolvem diversos elementos, entre os quais os óxidos de azoto (NO_x). Deste modo, as concentrações de O₃ são mais significativas nos meses em que a radiação solar apresenta maior intensidade.

Para o cálculo das concentrações diárias dos poluentes (médias simples, médias octo-horárias e máximas octo-horárias) adoptaram-se critérios de validação e de agregação de dados propostos pela Comissão Europeia, que são descritos no guia sobre os anexos da Decisão 97/101/EC, revista pela Decisão 2001/752/EC ⁴¹.

Devido à existência de alguns valores omissos nas séries diárias dos poluentes, tornou-se necessário proceder à sua suplementação. Neste sentido, recorreu-se às metodologias de suplementação adoptadas nos projectos APHEA-2 ⁴² e APHEIS ⁴³.

Admitindo a existência de desfasamentos temporais entre as concentrações diárias dos poluentes e os respectivos efeitos na saúde, foram também criadas séries diárias dos poluentes atmosféricos com desfasamentos temporais de 1 a 8 dias antes do evento.

3.2.3 Variáveis de confundimento e/ou modificadoras de efeito

Com vista ao controlo de aspectos temporais que podem ter influenciado a variação diária dos indicadores de saúde e dos poluentes atmosféricos, procedeu-se à criação das seguintes variáveis diárias para o período de 2000 a 2007:

- Variável que identifica o dia no período em análise (variando de 1 a 2922 para o período 2000-

2007, e de 1 a 1827 para o período 2000-2004) - Ndia;

- Variável que identifica o ano (variando de 1 a 7 para 2000-2007, em que 1 identifica o ano 2000 e 7 identifica o ano 2007) - Ano;
- Variável que identifica o semestre (o semestre húmido abrange os meses de Outubro a Março e o semestre seco abrange os meses de Abril a Setembro) - Semestre;
- Variável indicatriz que identifica o Inverno – Inverno;
- Variável indicatriz que identifica a Primavera – Primavera;
- Variável indicatriz que identifica o Verão – Verão;
- Variável indicatriz que identifica o Outono – Outono;
- Variável que identifica o mês (variando de 1 a 12) - Mes;
- Variável que identifica o dia do mês (variando de 1 a 31) - DiaMes;
- Variável que identifica a semana do ano (variando de 1 a 52 ou 53) - Semana;
- Variável que identifica o dia da semana (variando de 1 para Domingos a 7 para Sábados) - DiaSemana;
- Variável indicatriz que identifica fins-de-semana e feriados municipais e nacionais – FSFeriad;

Para além dos aspectos temporais, no estudo foram ensaiadas algumas variáveis climáticas, maioritariamente relacionadas com a temperatura do ar, e variáveis caracterizadoras de períodos de actividade gripal sazonal, designadamente:

- Temperatura média diária - Tmean;
- Temperatura mínima diária - Tmin;
- Temperatura máxima diária - Tmax;
- Diferença térmica diária - DTerm;
- Taxa de incidência diária do síndrome gripal - Tgripe;
- Variável indicatriz da presença de períodos epidémicos do síndrome gripal - Igripe.

Tal como para as concentrações diárias dos poluentes, para os aspectos climáticos também se produziram variáveis com e sem desfasamentos temporais. Os dados climáticos (obtidos através do site da European Climate Assessment and Dataset ⁴⁴) reportam-se a postos de monitorização situados nos distritos do Porto e de Lisboa, que são da responsabilidade do Instituto de Meteorologia.

A informação sobre a actividade gripal sazonal foi obtida através do sistema de vigilância da gripe, que é alimentado pelas notificações da Rede Médicos Sentinela ⁴⁵. As notificações dos casos de síndrome gripal recolhidas através desta rede, possibilitam o cálculo de estimativas semanais brutas da taxa de incidência de gripe (expressa por 10⁵ habitantes). No presente estudo assumiu-se que a taxa de incidência diária (Tgripe) seria idêntica à taxa de incidência semanal estimada através daquela rede. Por comparação das taxas semanais com a actividade basal do síndrome gripal, podem ser definidos períodos epidémicos em função da sua intensidade e duração. Esta comparação viabilizou a construção

de uma variável indicatriz para a presença de episódios epidémicos de gripe (Igripe), que assume o valor unitário nos dias do período epidémico, e o valor nulo nos restantes dias.

3.3 Métodos

Através de uma abordagem ecológica baseada em séries temporais, no actual estudo procede-se inicialmente à realização de uma análise exploratória, onde se descrevem e se relacionam as variáveis já apresentadas, passando-se de seguida à modelação, por concelho, do efeito de curto prazo ocasionado por cada poluente atmosférico na saúde das populações concelhias.

Os modelos investigados procuram descrever a associação existente entre a mortalidade diária (ou os internamentos hospitalares diários) e a concentração diária de cada poluente atmosférico, com controlo de aspectos temporais e dos efeitos ocasionados por variáveis de confundimento e/ou modificadoras.

Na modelação desta associação aplicaram-se Modelos Aditivos Generalizados – GAM¹. Dado que os dois indicadores de doença em análise expressam contagens independentes de fenómenos raros, assumiu-se que ambos seguiam distribuições de Poisson, tendo-se por isso utilizado a função logarítmica como função de ligação nos modelos GAM. Em situações pontuais, em que se constatou que a variabilidade do indicador de mortalidade ou de internamento era superior à respectiva média (evidência de sobre-dispersão), recorreu-se alternativamente às distribuições Quasi-Poisson ou Binomial Negativa, com função de ligação logarítmica.

Em todos os modelos pesquisados, admitiu-se que a relação entre a variável resposta (a mortalidade diária ou o internamento hospitalar diário) e a variável explicativa de interesse (a concentração diária de cada poluente) era do tipo linear. Já na descrição da relação da variável resposta com outras variáveis explicativas, admitiram-se quer funções lineares, quer funções não lineares. Neste último caso adoptaram-se funções de suavização do tipo *thin plate regression spline*, cujos graus de suavização foram estimados pelo *software* adoptado.

O processo de modelação de cada indicador de doença (por grupo etário) foi desenvolvido em separado para cada concelho e para cada poluente de acordo com três fases consecutivas:

1. Teste da inclusão no modelo de variáveis que permitem modelar a periodicidade, a sazonalidade e a tendência, características da série temporal (dia, ano, semestre, estações do ano, feriados e fins de semana, ...);
2. Teste da inclusão no modelo de variáveis susceptíveis de originar confundimento e/ou modificadoras da relação do indicador de doença com a concentração do poluente (temperatura diária, taxa de incidência do síndrome gripal, ...);
3. Estimação do efeito da concentração do poluente no indicador de doença através de uma componente linear no modelo.

A selecção do modelo mais ajustado a cada indicador de doença e a cada poluente baseou-se na análise conjunta de vários aspectos que incluem o valor obtido para o Critério de Informação de Akaike – AIC⁴⁶, a significância das variáveis explicativas (no teste da razão da verosimilhança adoptou-se uma significância de 0,05) e a análise de resíduos do modelo. Idealmente pretendeu-se que os modelos seleccionados apresentassem um menor valor de AIC, uma maior capacidade explicativa e resíduos com

propriedades de ruído branco.

Para modelar a associação existente entre cada indicador de doença e cada poluente atmosférico ensaiaram-se no mínimo nove modelos:

- Um modelo em que as concentrações do poluente e os eventos de doença eram temporalmente concordantes (poluente empregue sem desfasamento temporal - Lag 0);
- Oito modelos em que aquelas concentrações se reportavam a dias anteriores (1 a 8 dias) aos eventos de doença (modelos em que o poluente se encontrava temporalmente desfasado: Lag 1 a Lag 8).

Dos modelos ensaiados que evidenciaram associações significativas entre o poluente atmosférico e o indicador de doença, optou-se pela selecção do modelo que apresentasse o menor valor de AIC. Deste modo, o desfasamento temporal do poluente que integra o modelo seleccionado pode não ser o único para o qual se tenha identificado a existência de um efeito significativo do poluente sobre a doença.

A partir de cada modelo seleccionado, e com base na componente linear correspondente ao poluente de interesse (onde β expressa o coeficiente do poluente no modelo), procedeu-se à estimação do risco relativo (RR) de morte (ou de internamento hospitalar) para um incremento de λ unidades na concentração diária do poluente, com base na seguinte expressão:

$$\hat{RR} = e^{\lambda\beta}$$

Para cada estimativa de risco relativo (\hat{RR}) calcularam-se adicionalmente os respectivos intervalos de confiança a 95% (IC a 95% para RR).

A variação percentual do risco relativo ($\hat{RR}\%$) de morte ou de internamento hospitalar para um incremento de λ unidades na concentração diária do poluente, foi calculada através da seguinte expressão:

$$\hat{RR}\% = (\hat{RR} - 1) * 100$$

A modelação da variável resposta (a mortalidade diária ou o internamento hospitalar diário) só foi desenvolvida quando ocorreram óbitos ou internamentos em mais de 20% dos dias do período em apreciação. Assim, para as diferentes causas de mortalidade estudadas (em que o período de análise foi 2000-2004, correspondendo a 1827 dias), só se procedeu à pesquisa de modelos quando se contabilizaram óbitos em mais de 365 dias do período estudado. Do mesmo modo, os internamentos hospitalares também só foram modelados quando existiam episódios em mais de 584 dias do período estudado (2000-2007, composto por 2922 dias). O critério descrito foi seleccionado tendo em conta que a modelação de contagens eventos de doença pouco frequentes (eventos muito raros), pode conduzir à estimação de acréscimos de risco relativo muito elevados.

4 RESULTADOS

Os resultados que se seguem foram subdivididos em dois grandes grupos. O primeiro grupo de resultados fornece uma descrição sucinta dos indicadores de doença e das restantes variáveis em estudo, obtida através da análise exploratória previamente desenvolvida. O segundo grupo de resultados apresenta os modelos identificados para quantificar os efeitos de curto prazo ocasionados por cada poluente atmosférico na mortalidade e no internamento hospitalar dos residentes em quatro concelhos do país. Estes resultados foram hierarquicamente organizados por área geográfica (concelhos), por tipo de indicador de saúde (mortalidade ou internamento hospitalar) e por poluente atmosférico.

4.1 Análise Exploratória

4.1.1 Indicadores de Doença

Através da análise da informação apresentada no Quadro 4 destacam-se os seguintes aspectos respeitantes à mortalidade que ocorreu no período de 2000 a 2004, nos quatro concelhos em apreciação:

- Por ser a maior metrópole do país, o concelho de Lisboa (564 657 habitantes em 2001) registou não só a maior média diária de óbitos por todas as causas, excepto causas externas (21,13 óbitos/dia), mas também os maiores valores mínimos e máximos da mortalidade geral diária (6 e 45 óbitos, respectivamente). Este resultado foi igualmente observado na mortalidade por doenças do aparelho circulatório (média de 9,6 óbitos diários, valor bastante superior às médias equivalentes dos três concelhos do norte). Lisboa foi ainda dos quatro concelhos estudados, aquele onde a mortalidade por doenças do aparelho circulatório teve maior representatividade face ao total de óbitos por doença (45,3%).
- Matosinhos era o concelho com maior população residente dos três concelhos nortenhos (167 026 habitantes em 2001), tendo por isso sido expectável a apresentação da maior média diária de óbitos pela totalidade de doenças (3,45 óbitos/dia). Comparativamente aos restantes concelhos do norte, foi também em Matosinhos que se verificou a maior mortalidade diária por doenças no geral (12 óbitos) e por doenças do aparelho circulatório (em média 1,06 óbitos/dia)
- Valongo era em 2001 o concelho menos populoso dos quatro estudados (86 005 habitantes), tendo por isso apresentado a menor média diária de óbitos (1,47 óbitos/dia) e um valor máximo de óbitos diários (8 óbitos) similar ao do concelho da Maia.
- No que diz respeito aos indivíduos com 65 e mais anos, Lisboa apresentava em 2001 uma população mais envelhecida do que os concelhos do norte (a percentagem de residentes com 65 e mais anos era na capital de 23,6% contra 9,8% a 12,3% nos concelhos do norte). Deste modo, Lisboa registou uma maior percentagem de óbitos de idosos por todas as causas excepto externas (82,2%) e por doenças do aparelho circulatório (90,8%) do que os restantes concelhos. Salienta-se que nos quatro concelhos estudados, mais de 84% dos óbitos por doenças do aparelho circulatório se verificaram em indivíduos com 65 e mais anos.

Quadro 4 - Estatísticas descritivas da mortalidade diária por concelhos de residência no período 2000-2004

Concelho	Mortalidade por:		Estatísticas descritivas				
			Nº total de óbitos	Valor Mínimo	Valor Máximo	Valor Médio	Desvio Padrão
Matosinhos	Todas as causas, excepto causas externas	Total	6303	0	12	3,45	1,924
		≤ 14 anos	71	0	2	0,04	0,202
		≥ 65 anos	4687	0	11	2,57	1,676
	Doenças do Aparelho Circulatório	Total	1945	0	6	1,06	1,039
		≤ 14 anos	3	0	1	0,00	0,040
		≥ 65 anos	1670	0	5	0,91	0,957
	Doenças do Aparelho Respiratório	Total	577	0	4	0,32	0,576
		≤ 14 anos	3	0	1	0,00	0,040
		≥ 65 anos	499	0	4	0,27	0,534
Maia	Todas as causas, excepto causas externas	Total	3672	0	8	2,01	1,457
		≤ 14 anos	57	0	2	0,03	0,180
		≥ 65 anos	2757	0	7	1,51	1,269
	Doenças do Aparelho Circulatório	Total	1199	0	5	0,66	0,821
		≤ 14 anos	2	0	1	0,00	0,033
		≥ 65 anos	1046	0	4	0,57	0,775
	Doenças do Aparelho Respiratório	Total	361	0	2	0,20	0,443
		≤ 14 anos	0	0	0	0,00	0,000
		≥ 65 anos	313	0	2	0,17	0,417
Valongo	Todas as causas, excepto causas externas	Total	2693	0	8	1,47	1,258
		≤ 14 anos	33	0	1	0,02	0,133
		≥ 65 anos	1902	0	7	1,04	1,055
	Doenças do Aparelho Circulatório	Total	865	0	4	0,47	0,704
		≤ 14 anos	1	0	1	0,00	0,023
		≥ 65 anos	729	0	4	0,40	0,646
	Doenças do Aparelho Respiratório	Total	297	0	2	0,16	0,400
		≤ 14 anos	0	0	0	0,00	0,000
		≥ 65 anos	264	0	2	0,14	0,380
Lisboa	Todas as causas, excepto causas externas	Total	38598	6	45	21,13	5,801
		≤ 14 anos	208	0	3	0,11	0,349
		≥ 65 anos	31739	5	38	17,37	5,209
	Doenças do Aparelho Circulatório	Total	17496	0	29	9,58	3,728
		≤ 14 anos	7	0	1	0,00	0,062
		≥ 65 anos	15879	0	26	8,69	3,524
	Doenças do Aparelho Respiratório	Total	3234	0	10	1,77	1,488
		≤ 14 anos	5	0	1	0,00	0,052
		≥ 65 anos	2955	0	9	1,62	1,413

- Em qualquer dos quatro concelhos, os óbitos de jovens (indivíduos com menos de 15 anos) foram escassos, tendo no entanto tido maior expressão sobre o total de óbitos por doença nos concelhos nortenhos do que na capital. Enquanto em Lisboa a percentagem de óbitos de jovens por doença foi de 0,54%, nos concelhos da região Norte tal percentagem foi sempre superior a 1%, sendo máxima no concelho da Maia (1,55%). Esta situação pode ser explicada pelas maiores proporções de jovens residentes nos três concelhos do norte do que em Lisboa (em 2001 tais proporções oscilavam entre 0,16 em Matosinhos e 0,18 em Valongo, sendo de 0,12 em Lisboa).

- Relativamente à mortalidade por doenças do aparelho respiratório, ocorrida entre 2000 e 2004 nos quatro concelhos estudados verificou-se que apesar da média diária ter sido superior em Lisboa (1,77 óbitos/dia) do que nos três concelhos do norte (0,16 a 0,32 óbitos/dia), a representatividade destas doenças na mortalidade por todas as causas (excepto causas externas), foi maior nos concelhos do norte do que em Lisboa.
- Nos concelhos nortenhos, as doenças do aparelho respiratório foram responsáveis por 9,2% (em Matosinhos) a 11% (em Valongo) das mortes por doença. Comparativamente, os óbitos por doenças do aparelho respiratório de residentes em Lisboa tiveram uma representatividade ligeiramente menor (8,4%) sobre a mortalidade por todas as doenças.

A análise da informação apresentada no Quadro 5 permitiu sintetizar os seguintes aspectos sobre o internamento hospitalar de residentes nos quatro concelhos em estudo:

- No período 2000-2007 verificaram-se diariamente entre 2 a 194 eventos de internamento por todas as causas, excepto causas externas de residentes no concelho de Lisboa, gerando uma média diária de 107,7 internamentos/dia.
- Matosinhos foi dos concelhos nortenhos o que apresentou a maior média diária de internamentos de residentes (24,0 internamentos/dia) e o maior número de internamentos ocorridos num só dia (49 internamentos).
- Valongo foi dos quatro concelhos apreciados o que evidenciou a menor média diária de internamentos de residentes (11,71 internamentos/dia) e o menor valor máximo diário de internamentos (28 internamentos).
- Similarmente ao verificado para a mortalidade por todas as doenças, Lisboa registou uma maior percentagem de internamentos de idosos (48,9%) do que os restantes concelhos (30,7% na Maia a 34,5% em Matosinhos).
- Matosinhos foi dos concelhos estudados, aquele onde os internamentos de jovens tiveram maior representatividade sobre o total de internamentos por doença (13,5%). Em Lisboa a percentagem de internamentos de jovens por doença foi mais reduzida (7%), não obstante a apresentação de uma média diária de internamentos de jovens (7,56 internamentos/dia) bastante superior à maior média diária de internamentos dos três concelhos situados a norte, que foi observada em Matosinhos (3,25 internamentos/dia).
- Em Lisboa as doenças do aparelho circulatório foram responsáveis por 21,6% dos motivos de internamento por todas as causas, excepto causas externas, da população ali residente. Esta percentagem foi bastante superior às percentagens equivalentes dos concelhos nortenhos, que variaram entre 14% na Maia e 14,7% em Matosinhos e em Valongo.
- Entre 2000 e 2007, a capital apresentou uma média diária de 23,25 internamentos por doenças do aparelho circulatório. Dos três concelhos do norte, Matosinhos foi o concelho onde as doenças do aparelho circulatório ocasionaram em média maior número de internamentos diários (3,54 internamentos/dia) e Valongo foi o concelho onde a média diária de internamentos por aquelas doenças foi menor (1,72 internamentos/dia).

- Nos quatro concelhos estudados, as doenças do aparelho respiratório representaram 13% a 14% dos motivos de internamento por todas as causas, excepto causas externas. Mais de metade dos indivíduos que foram internados por estas doenças tinham 65 ou mais anos.
- Lisboa foi o concelho onde em média ocorreram mais internamentos diários por doenças do aparelho respiratório (15 internamentos/dia). Nos três concelhos do norte, tal média oscilou entre 1,61 internamentos/dia em Valongo, e 3,33 internamentos/dia em Matosinhos.

Quadro 5 - Estatísticas descritivas dos internamentos hospitalares diários por concelhos de residência no período 2000-2007

Concelho	Internamentos hospitalares por:		Estatísticas descritivas				
			Nº total de internamentos	Valor Mínimo	Valor Máximo	Valor Médio	Desvio Padrão
Matosinhos	Todas as causas, excepto causas externas	Total	70233	0	49	24,04	5,880
		≤ 14 anos	9498	0	13	3,25	2,072
		≥ 65 anos	24227	0	21	8,29	3,217
	Doenças do Aparelho Circulatório	Total	10345	0	12	3,54	1,972
		≤ 14 anos	49	0	1	0,02	0,128
		≥ 65 anos	6985	0	10	2,39	1,604
	Doenças do Aparelho Respiratório	Total	9740	0	15	3,33	2,287
		≤ 14 anos	2299	0	7	0,79	1,032
		≥ 65 anos	5208	0	11	1,78	1,532
Maia	Todas as causas, excepto causas externas	Total	44959	0	39	15,39	4,247
		≤ 14 anos	5965	0	9	2,04	1,510
		≥ 65 anos	13817	0	15	4,73	2,300
	Doenças do Aparelho Circulatório	Total	6296	0	8	2,15	1,476
		≤ 14 anos	19	0	1	0,01	0,080
		≥ 65 anos	4054	0	7	1,39	1,188
	Doenças do Aparelho Respiratório	Total	5826	0	10	1,99	1,597
		≤ 14 anos	1351	0	5	0,46	0,759
		≥ 65 anos	3149	0	8	1,08	1,108
Valongo	Todas as causas, excepto causas externas	Total	34199	0	28	11,70	3,621
		≤ 14 anos	3948	0	7	1,35	1,192
		≥ 65 anos	10745	0	13	3,68	2,023
	Doenças do Aparelho Circulatório	Total	5017	0	8	1,72	1,349
		≤ 14 anos	17	0	1	0,01	0,076
		≥ 65 anos	3283	0	8	1,12	1,093
	Doenças do Aparelho Respiratório	Total	4707	0	12	1,61	1,407
		≤ 14 anos	871	0	4	0,30	0,559
		≥ 65 anos	2639	0	9	0,90	1,027
Lisboa	Todas as causas, excepto causas externas	Total	314719	2	194	107,71	21,835
		≤ 14 anos	22092	0	23	7,56	3,488
		≥ 65 anos	153827	0	111	52,64	12,391
	Doenças do Aparelho Circulatório	Total	67947	0	54	23,25	7,156
		≤ 14 anos	204	0	3	0,07	0,268
		≥ 65 anos	52738	0	44	18,05	5,968
	Doenças do Aparelho Respiratório	Total	43795	0	51	14,99	6,996
		≤ 14 anos	5359	0	10	1,83	1,738
		≥ 65 anos	28511	0	37	9,76	4,985

4.1.2 Poluentes Atmosféricos

Partículas em suspensão na atmosfera com dimensão inferior a 10 µm (PM₁₀)

No período 2000-2007, a concentração média diária de PM₁₀ foi mais elevada nos três concelhos da região Norte do que no concelho de Lisboa. Os níveis médios diários daquele poluente variaram no norte entre 35,85 µg/m³ (na Maia) e 41,77 µg/m³ (em Matosinhos), tendo correspondido em Lisboa a 30,64 µg/m³.

A Figura 3 ilustra a variabilidade anual dos níveis médios diários de PM₁₀ nos quatro concelhos em estudo. A sua análise, complementada pela consulta da informação apresentada no Quadro 6, atesta que Matosinhos e Valongo foram os concelhos onde se registaram em média as mais elevadas concentrações de PM₁₀.

No período 2000-2007, o concelho de Lisboa apresentou as concentrações diárias mais extremas deste poluente (PM₁₀): um máximo de 245,54 µg/m³, registado no dia 28 de Fevereiro de 2000. Nos três concelhos do norte, a mais elevada concentração diária de PM₁₀ ocorreu em Matosinhos (200,08 µg/m³).

Matosinhos foi dos quatro concelhos estudados, aquele onde as concentrações de PM₁₀ evidenciaram maior variabilidade diária.

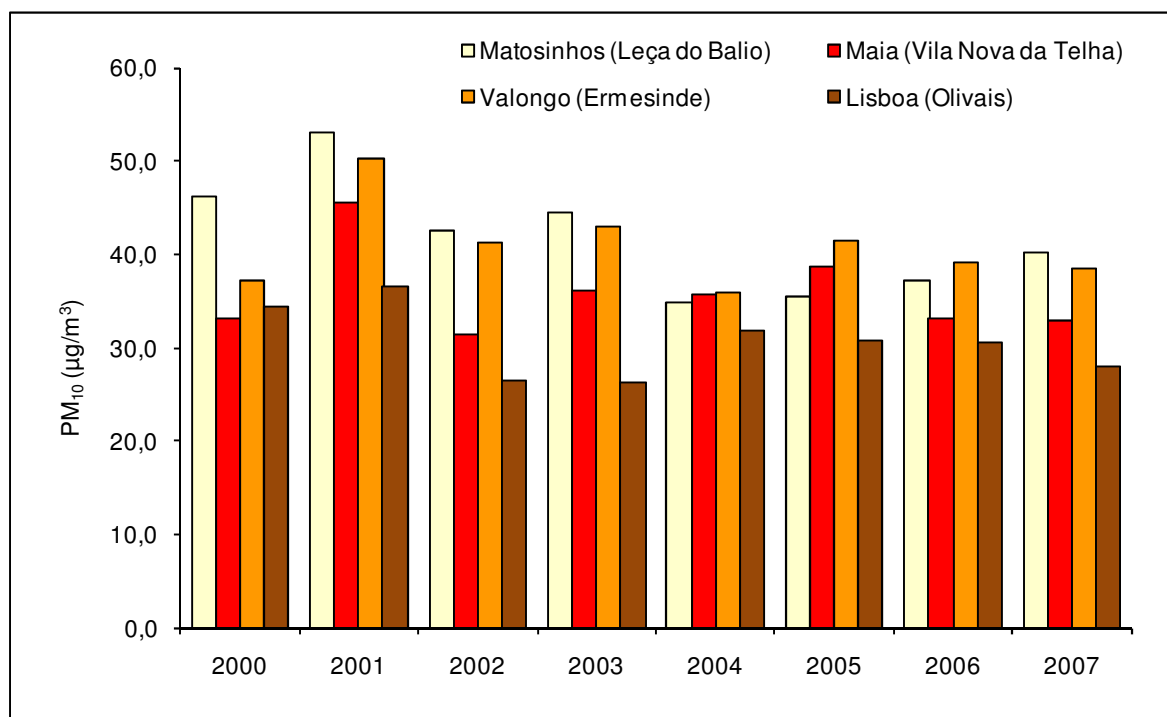


Figura 3 – Evolução temporal da concentração média diária anual de PM₁₀ nos concelhos de Matosinhos, Maia, Valongo e Lisboa (2000-2007)

Quadro 6 - Estatísticas descritivas das concentrações diárias dos poluentes por concelho no período 2000-2007**Estatísticas descritivas**

Concelho (Nome da estação)	Poluente	Valor Mínimo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Valor Máximo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Valor Médio ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Desvio Padrão ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	P ₂₅ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	P ₅₀ Mediana ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	P ₇₅ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Nº dias*
Matosinhos (Leça do Balio)	PM ₁₀	3,02	200,08	41,77	27,54	21,79	34,33	55,08	8
	NO ₂	0,58	130,54	29,10	16,10	17,11	26,58	37,54	0
	SO ₂	0,00	82,79	7,32	6,53	3,29	5,58	9,00	365
	O ₃ (Abril a Setembro)	10,25	115,50	45,41	15,99	33,71	43,58	54,92	6
	O ₃ 8h (Abril a Setembro)	19,54	200,38	73,68	23,93	57,36	70,13	85,63	6
	CO	70,83	1957,17	455,96	248,39	288,12	388,78	555,67	105
	CO8h	76,04	1979,46	455,94	246,90	290,98	388,37	546,63	109
Maia (Vila Nova da Telha)	PM ₁₀	2,38	179,17	35,85	21,88	20,08	30,14	45,58	8
	NO ₂	0,00	98,46	20,60	12,85	10,83	18,38	28,04	0
	SO ₂	0,00	48,79	4,50	5,06	1,29	3,19	5,83	0
	O ₃ (Abril a Setembro)	9,87	126,47	53,07	18,16	40,46	51,93	64,39	6
	O ₃ 8h (Abril a Setembro)	17,88	200,88	79,22	25,09	62,75	76,19	92,50	6
	CO	70,50	5116,96	396,92	220,66	259,52	350,17	482,29	104
	CO8h	85,45	4799,82	398,82	218,26	263,21	350,79	482,30	109
Valongo (Ermesinde)	PM ₁₀	4,38	188,25	40,85	24,43	22,83	34,42	52,84	8
	NO ₂	2,50	108,78	29,90	14,09	19,27	27,79	38,33	0
	SO ₂	0,00	66,50	6,10	5,75	2,67	4,66	7,63	0
	O ₃ (Abril a Setembro)	5,13	119,21	49,21	18,01	35,82	47,65	61,05	6
	O ₃ 8h (Abril a Setembro)	12,38	189,50	77,42	26,05	59,47	73,99	89,25	6
Lisboa (Olivais)	PM ₁₀	1,90	245,54	30,64	19,19	17,38	26,10	38,47	0
	NO ₂	0,12	127,40	30,18	17,75	16,38	26,27	41,32	0
	SO ₂	0,00	44,75	2,96	3,67	0,81	1,83	3,73	0
	O ₃ (Abril a Setembro)	17,92	181,08	66,33	20,77	51,44	64,97	77,74	366
	O ₃ 8h (Abril a Setembro)	23,06	184,28	83,05	22,46	67,69	80,46	95,09	366
	CO	4,17	2029,17	347,11	233,41	205,64	281,28	411,11	0
	CO8h	26,82	1953,34	346,00	228,13	207,07	281,64	410,35	0

* Nº dias do período sem observações (contabilização após imputação de valores omissos)

Dióxido de azoto (NO₂)

Os níveis médios diários de NO₂ variaram entre 20,60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ no concelho da Maia e 30,18 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ no concelho de Lisboa (vide Quadro 6). Foi na Maia que se observaram os mais reduzidos níveis diários de NO₂ no período de estudo. A área geográfica onde as concentrações deste poluente denotaram maior variabilidade diária foi Lisboa.

A Figura 4 mostra a variação média diária anual das concentrações de NO₂ nos quatro concelhos estudados. A sua análise coloca em evidência:

- Uma tendência crescente (desde 2001) dos níveis de NO₂ no concelho de Lisboa;
- Uma constância ao longo do tempo de concentrações elevadas no concelho de Valongo;
- Um crescimento acentuado (desde 2004) das concentrações no concelho de Matosinhos.

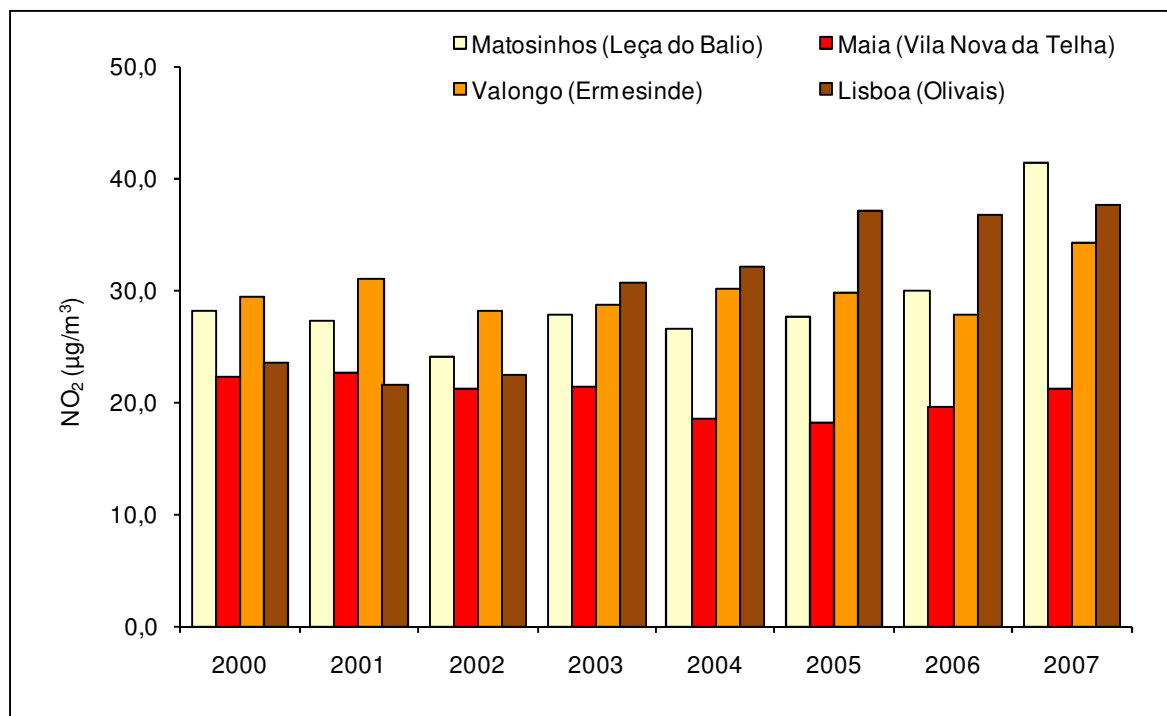


Figura 4 – Evolução temporal da concentração média diária anual de NO₂ nos concelhos de Matosinhos, Maia, Valongo e Lisboa (2000-2007)

Dos três concelhos situados na região Norte, Valongo foi o que apresentou a concentração média diária de NO₂ mais elevada (29,90 µg/m³), mas foi em Matosinhos, no dia 7 de Outubro de 2005, que ocorreu a maior concentração diária (130,54 µg/m³).

Dióxido de enxofre (SO₂)

No que concerne aos níveis de SO₂, constatou-se que entre 2000 e 2007 estes foram bastante mais elevados nos três concelhos da região Norte do que na capital (vide Quadro 6). Em geral, o SO₂ é dos poluentes estudados o que evidenciou maior variabilidade diária. Foi em Matosinhos que se notou a maior variabilidade diária dos níveis de SO₂ (6,53 µg/m³), a par do maior valor médio diário (7,32 µg/m³) e da máxima concentração diária (82,79 µg/m³, observada no dia 17 Junho de 2002).

A Figura 5 ilustra a variação anual dos níveis médios diários de SO₂ nos quatro concelhos em estudo, confirmando a menor expressão do poluente em Lisboa, face aos restantes concelhos. Esta figura também permite identificar uma redução ao longo dos anos das concentrações médias diárias de SO₂ em Matosinhos e um crescimento (desde 2003) das mesmas no concelho de Valongo. Em 2006 os níveis médios diários de SO₂ em Valongo superaram os de Matosinhos.

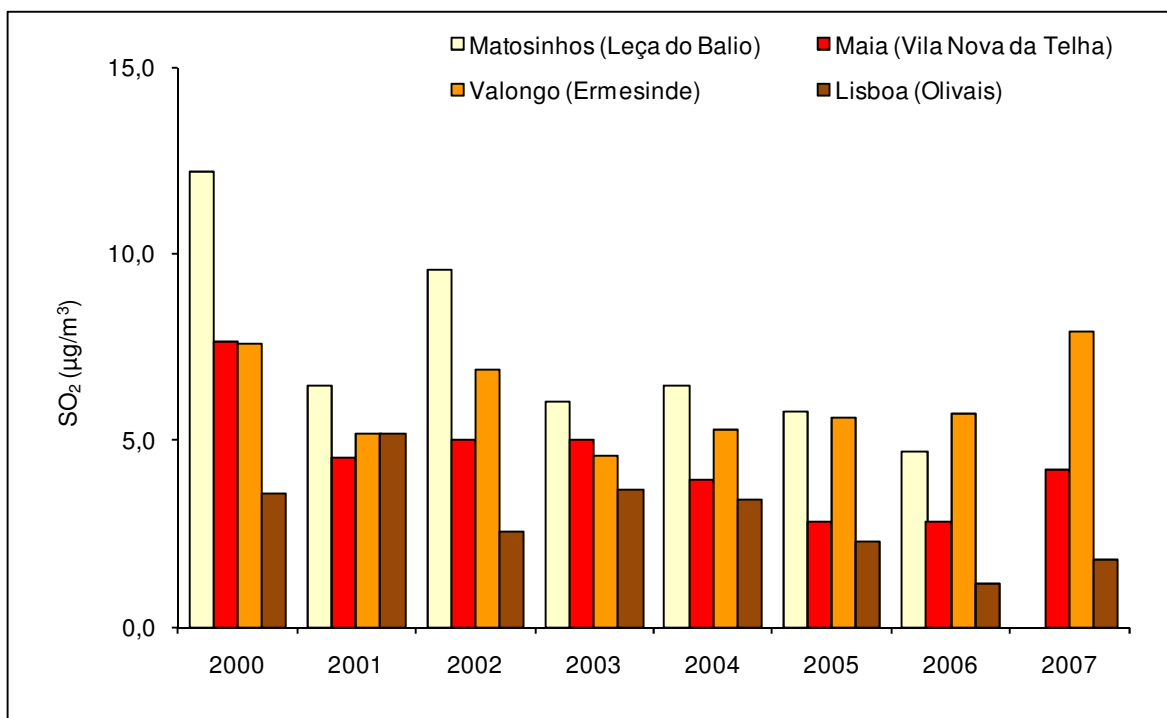


Figura 5 – Evolução temporal da concentração média diária anual de SO₂ nos concelhos de Matosinhos, Maia, Valongo e Lisboa (2000-2007)

Ozono (O₃ e O₃8h)

Tal como referido na secção da metodologia, a avaliação das concentrações de ozono foi apenas realizada entre os meses de Abril e Setembro de cada ano. Deste modo, as estatísticas descritivas disponibilizadas no Quadro 6 correspondem a semestres secos. A avaliação do ozono incidiu sobre dois parâmetros: os níveis médios diários do poluente (O₃) e a concentração máxima das 24 médias octo-horárias deslizantes obtidas para cada dia (O₃8h).

Foi em Lisboa que se manifestaram os mais elevados níveis diários de O₃. No período de estudo, as concentrações diárias de O₃ na capital variam entre um mínimo de 17,92 µg/m³ e um máximo de 181,08 µg/m³, contribuindo para que a média diária do poluente (66,33 µg/m³) fosse a mais elevada dos quatro concelhos. A concentração de 181,08 µg/m³ (observada no dia 3 de Agosto de 2007) foi também a mais alta das máximas registadas.

Nos concelhos nortenhos, os valores diários de O₃ oscilaram entre um mínimo de 5,13 µg/m³ (em Valongo) e um máximo de 18,16 µg/m³ (na Maia). A maior média diária de O₃ correspondeu à Maia (53,07 µg/m³).

A Figura 6 evidencia que em Lisboa houve um acréscimo acentuado da concentração média diária anual de O₃ em 2007, provavelmente ocasionado pela concentração extrema do dia 3 de Agosto de 2007. A mesma figura destaca o concelho da Maia pela apresentação dos maiores níveis médios diários anuais de O₃ nos concelhos do norte.

A avaliação dos níveis diários de ozono centrada no parâmetro O₃8h (vide Quadro 6), revelou que embora os três concelhos do norte tenham apresentado valores médios daquele parâmetro ligeiramente inferiores ao valor médio lisboeta (83,05 µg/m³), foi naqueles concelhos que se verificaram os valores máximos de O₃8h. A maior das concentrações máximas octo-horárias (200,88 µg/m³)

ocorreu na Maia, no dia 8 de Agosto de 2000. A Figura 7 comprova esta observação e esclarece que apenas no ano de 2007 é que Lisboa superou os valores anuais médios de O₃8h apresentados pelos concelhos do norte.

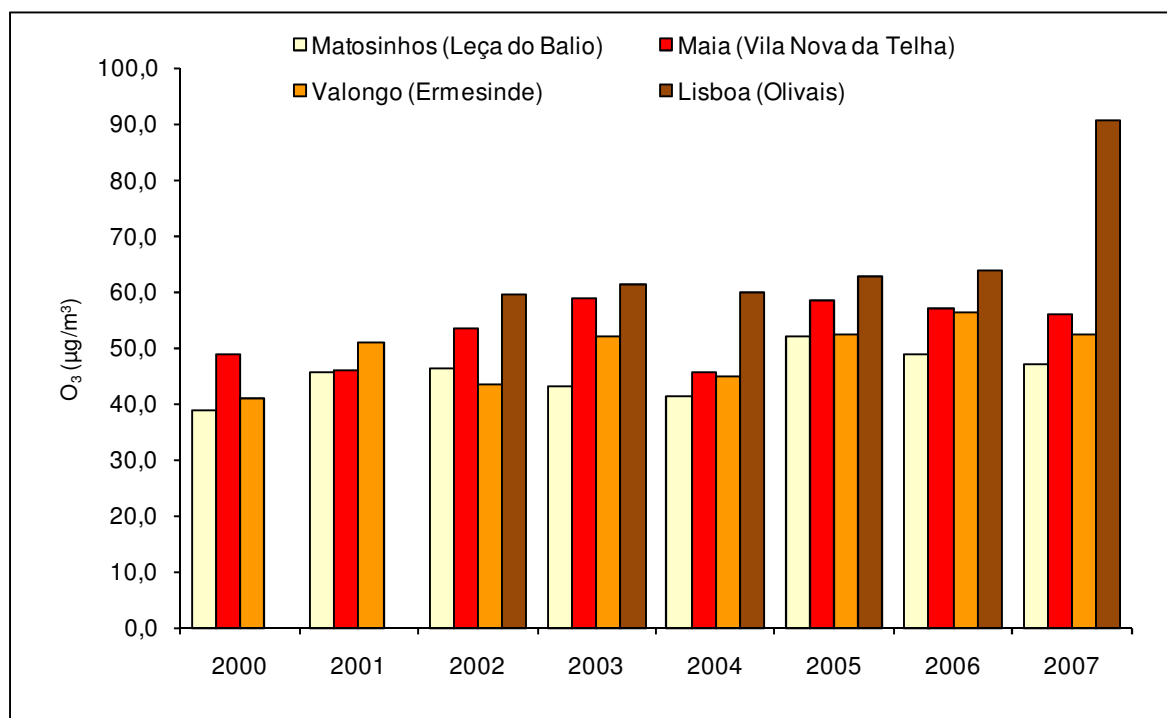


Figura 6 – Evolução temporal da concentração média diária anual de O₃ em semestre seco (Abril a Setembro) nos concelhos de Matosinhos, Maia, Valongo e Lisboa (2000-2007)

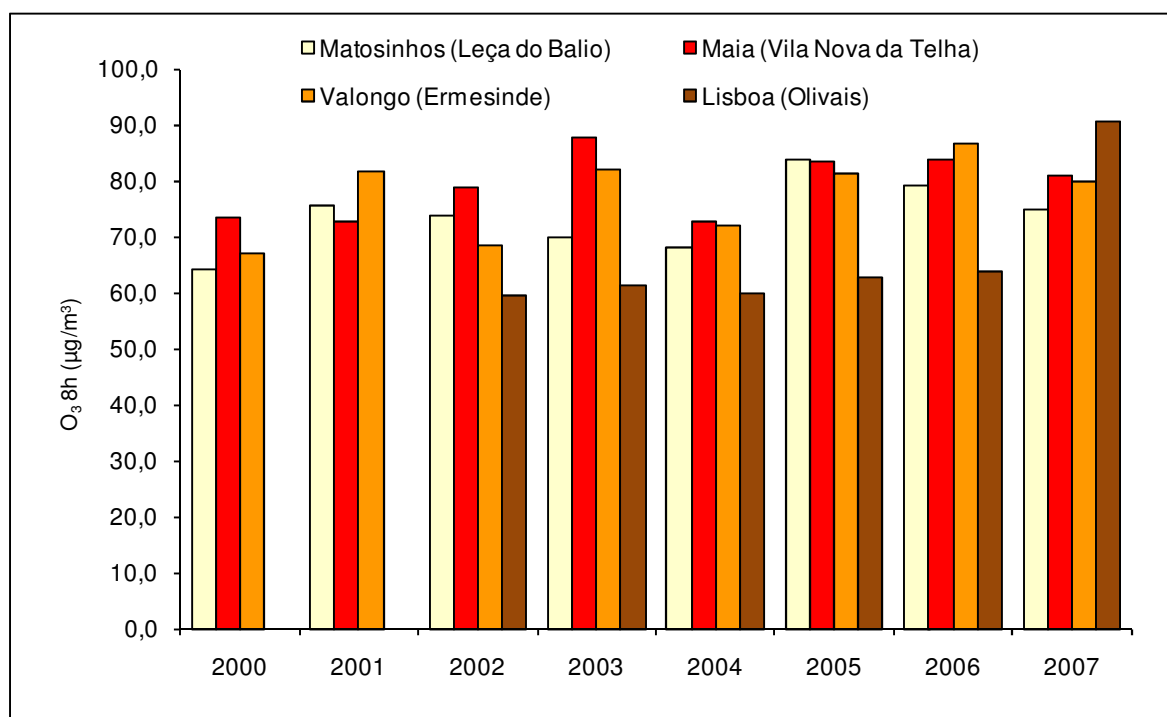


Figura 7 – Evolução temporal da concentração média diária anual de O₃8h em semestre seco (Abril a Setembro) nos concelhos de Matosinhos, Maia, Valongo e Lisboa (2000-2007)

Monóxido de carbono (CO e CO8h)

Os níveis de monóxido de carbono foram avaliados através de dois parâmetros: os níveis médios diários do poluente (CO) e a concentração média das 24 médias octo-horárias deslizantes de cada dia (CO8h). No período considerado não houve monitorização de monóxido de carbono no concelho de Valongo (região Norte).

Dos restantes concelhos onde se monitorizou o monóxido de carbono, Matosinhos foi o que evidenciou a maior concentração média diária de CO ($455,96 \mu\text{g}/\text{m}^3$) e a maior variabilidade dos níveis diários do poluente que oscilaram entre um mínimo de $70,83 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e um máximo de $1957,17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (vide Quadro 6). O valor máximo diário de CO ($5116,96 \mu\text{g}/\text{m}^3$) foi registado na Maia, no dia 13 de Agosto de 2006.

A Figura 8 comprova que os níveis médios diários anuais de CO foram, no período de estudo, mais elevados em Matosinhos do que na Maia e em Lisboa. A análise da mesma figura indica que 2005 foi o ano em que a concentração média diária anual de CO em Matosinhos foi maior.

Desde 2001 que os níveis médios diários anuais de CO em Lisboa, têm sido mais reduzidos do que os níveis correspondentes nos dois concelhos nortenhos. Deste modo, é compreensível que no período 2000-2007, a capital tenha apresentado a menor concentração diária de CO ($4,17 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

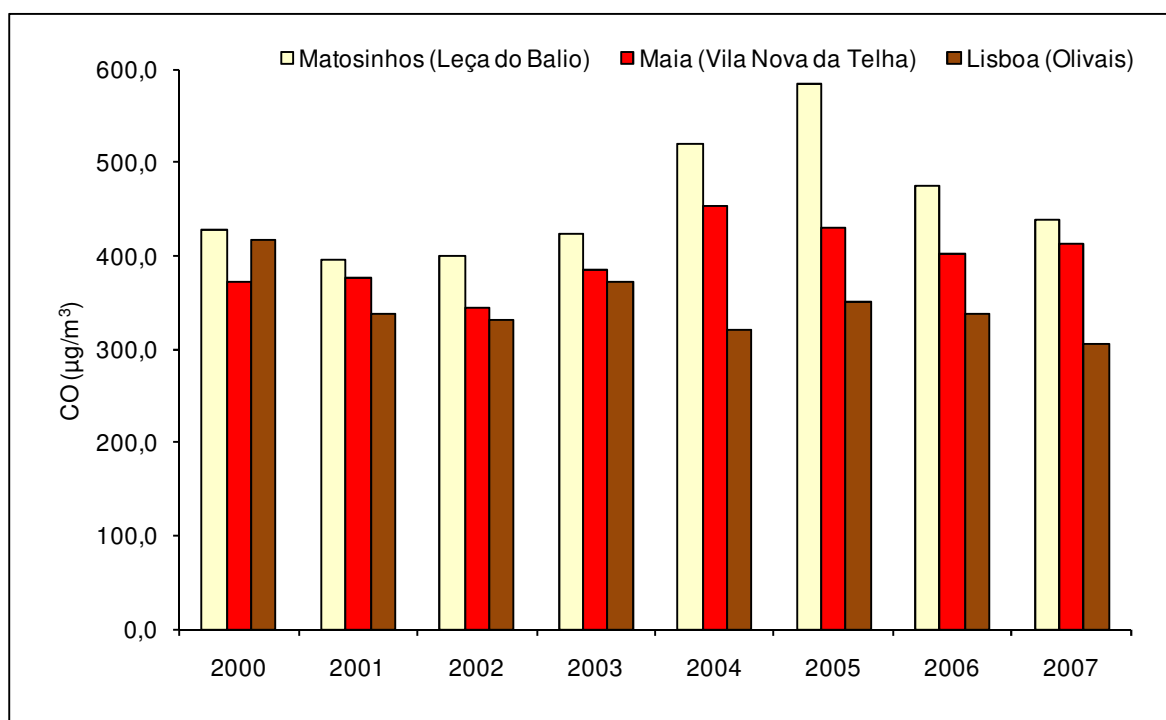


Figura 8 – Evolução temporal da concentração média diária anual de CO nos concelhos de Matosinhos, Maia e Lisboa (2000-2007)

A análise dos níveis diários de monóxido de carbono com base no parâmetro CO8h (vide Quadro 6 e Figura 9), continua a destacar Matosinhos pela apresentação de um valor médio daquele parâmetro ($455,94 \mu\text{g}/\text{m}^3$) superior aos valores médios correspondentes na Maia e em Lisboa. Tal como verificado para o parâmetro CO, o valor máximo de CO8h ($4799,82 \mu\text{g}/\text{m}^3$) também ocorreu no dia 13 de Agosto de 2006, na Maia.

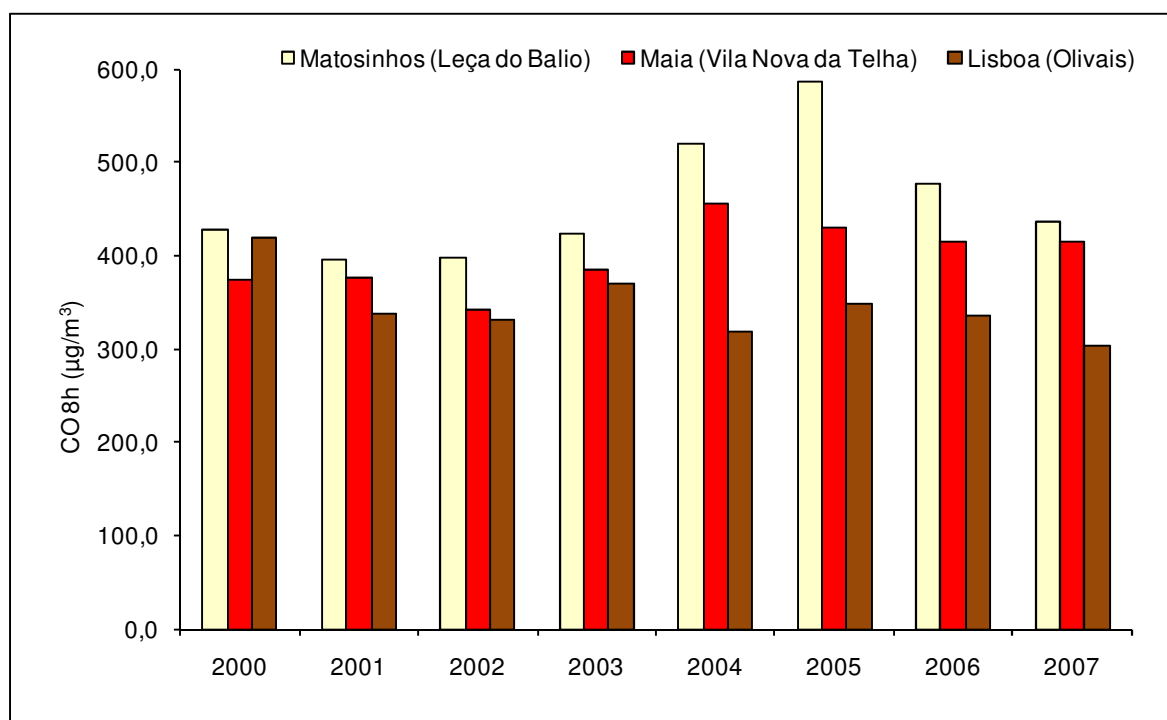


Figura 9 – Evolução temporal da concentração média diária anual de CO8h nos concelhos de Matosinhos, Maia e Lisboa (2000-2007)

4.1.3 Variáveis Climáticas

No período 2000-2007, a temperatura média diária do ar no distrito do Porto foi de 15,3 °C (vide Quadro 7). Naquele distrito a temperatura diária do ar variou entre um mínimo de -2,1°C (observado no dia 1 de Março de 2005) e um máximo de 39,5°C (observado no dia 7 de Agosto de 2003). A maior diferença térmica diária (de 21,1°C) ocorreu no dia 1 de Agosto de 2003. Quer a temperatura máxima, quer a amplitude térmica citadas verificaram-se no período entre 29 de Julho e 13 de Agosto de 2003, em que ocorreu uma onda de calor de grande intensidade que afectou todos os distritos de Portugal Continental⁴⁷.

No período 2000-2007, a temperatura média diária do ar no distrito do Lisboa foi de 17,82 °C (vide Quadro 7). A menor temperatura diária do ar (de 0,5°C) foi sentida no dia 1 de Março de 2005 e a maior (de 41,8°C) verificou-se no dia 1 de Agosto de 2003 (data associada à onda de calor de 2003 no Continente). No dia 12 de Junho de 2003, ocorreu em Lisboa a maior diferença térmica diária (17,8°C).

Considerando apenas a variação da temperatura diária do ar entre Abril e Setembro (semestre seco) do período em análise, observou-se que a média correspondente foi de 18,1°C no Porto e de 21,08°C em Lisboa. As temperaturas mínimas diárias corresponderam a 3,0°C no Porto e a 7,3°C em Lisboa. As máximas diárias foram concordantes com as já descritas nos parágrafos precedentes, ou seja de 39,5°C no Porto e de 41,8°C em Lisboa. Dado que nos locais estudados, as maiores amplitudes térmicas diárias registadas entre 2000 e 2007 ocorreram na Primavera ou no Verão, os valores anteriormente referidos são análogos para semestre seco.

Quadro 7 - Estatísticas descritivas de parâmetros climáticos medidos nos distritos do Porto e de Lisboa (2000-2007)

Distrito	Período	Parâmetros	Valor Mínimo (°C)	Valor Máximo (°C)	Valor Médio (°C)	Desvio Padrão (°C)
Porto	Ano: Janeiro a Dezembro	Temperatura média diária	4,20	30,80	15,30	4,47
		Temperatura mínima diária	-2,10	26,90	11,33	4,45
		Temperatura máxima diária	7,60	39,50	19,76	5,36
		Diferença térmica diária	0,60	21,10	8,43	3,62
	Semestre Seco: Abril a Setembro	Temperatura média diária	8,00	30,80	18,01	3,68
		Temperatura mínima diária	3,00	26,90	13,74	3,44
		Temperatura máxima diária	12,10	39,50	23,07	4,73
		Diferença térmica diária	0,90	21,10	9,33	3,61
Lisboa	Ano: Janeiro a Dezembro	Temperatura média diária	5,70	33,80	17,82	4,84
		Temperatura mínima diária	0,50	28,00	13,85	4,13
		Temperatura máxima diária	6,70	41,80	21,80	5,83
		Diferença térmica diária	0,00	17,80	7,95	2,92
	Semestre Seco: Abril a Setembro	Temperatura média diária	10,10	33,80	21,08	3,78
		Temperatura mínima diária	7,30	28,00	16,39	3,17
		Temperatura máxima diária	11,90	41,80	25,76	4,73
		Diferença térmica diária	0,90	17,80	9,37	2,80

4.1.4 Associação entre indicadores de doença e restantes variáveis

Para cada concelho em estudo, procedeu-se ao cálculo dos coeficientes de correlação de Pearson (r) entre os indicadores de doença (contagens de óbitos e de internamentos hospitalares) e as potenciais variáveis explicativas consideradas (poluentes atmosféricos, variáveis temporais, variáveis climáticas e variáveis descritoras de actividade gripal) (vide Anexo I). De um modo geral, os resultados em anexo testemunham a reduzida magnitude, ainda que significativa, das associações lineares existentes entre os indicadores de doença e as concentrações dos poluentes. A maior correlação identificada neste contexto, foi observada em Lisboa, entre os internamentos hospitalares por doenças respiratórias e os níveis diários de CO8h ($r=0,373$; $p<0,01$).

A análise dos coeficientes de correlação de Pearson entre as concentrações diárias dos diversos poluentes atmosféricos permitiu concluir que a maioria dos poluentes estava fortemente correlacionada.

Exemplos de associações consideradas fortes ($r >0,5$) e significativas ($p<0,01$) foram as identificadas entre o PM₁₀ e o NO₂, entre o PM₁₀ e o CO e entre o PM₁₀ e o CO8h, em Matosinhos e na Maia. No concelho de Valongo, o PM₁₀ só evidenciou associações significativas, da ordem de grandeza referida, com o NO₂. Em Lisboa os poluentes mais correlacionados com o PM₁₀ eram o O₃8h, o CO e o CO8h.

As concentrações de NO₂ evidenciaram associações consideradas fortes e significativas ($r >0,5$; $p<0,01$) com as concentrações de PM₁₀ (nos concelhos do norte), e com os níveis de CO e de CO8h (nos três concelhos onde o CO foi monitorizado).

Em nenhum dos concelhos estudados, o SO₂ manifestou associações significativas e superiores a 0,5 com os restantes poluentes.

As correlações observadas entre o O₃ (em semestre seco) e os demais poluentes foram igualmente reduzidas ($r < 0,3$; $p < 0,01$). O poluente que denotou maior associação com o O₃8h (em semestre seco) foi o PM₁₀. Apesar das correlações observadas entre estes dois poluentes terem sido significativas, apenas foram superiores a 0,5 em Lisboa.

No que diz respeito ao CO e ao CO8h, como já mencionado as maiores correlações ($r > 0,5$; $p < 0,01$) verificaram-se com os poluentes PM₁₀ e NO₂, em todos os locais onde o CO foi monitorizado

Face à dificuldade de modelar as interações entre os diversos poluentes, optou-se não proceder à modelação conjunta de vários poluentes. Deste modo, os modelos investigados e apresentados na secção seguinte referem-se ao efeito isolado de cada poluente atmosférico.

4.2 Avaliação do Impacte da Poluição Atmosférica

Os efeitos na saúde da população de cada concelho, ocasionados pela exposição de curto-prazo a cada poluente atmosférico, são seguidamente apresentados sob a forma de estimativas de risco relativo (RR) de morte e de internamento hospitalar. As estimativas percentuais do risco relativo disponibilizadas (RR%) exprimem o acréscimo (em %) de óbitos ou de internamentos hospitalares diários, atribuível a um incremento de 10 µg/m³ na concentração diária de cada poluente atmosférico. Os modelos que viabilizaram o cálculo das estimativas apresentadas podem ser consultados no Anexo II.

4.2.1 Concelho de Matosinhos

Mortalidade

O Quadro 8 sistematiza as estimativas do risco relativo (RR) de morte dos residentes no concelho de Matosinhos, devidas à exposição (de curto prazo) a cada um dos poluentes estudados no período 2000-2004. Sempre que possível, o risco relativo de morte foi estimado para três grupos de causas (todas as causas, excepto causas externas; doenças do aparelho respiratório e doenças do aparelho circulatório) e para três grupos etários (todas as idades, indivíduos com idade igual ou inferior a 14 anos e indivíduos com idade igual ou superior a 65 anos).

O reduzido número de óbitos diários dos indivíduos mais jovens (≤ 14 anos), inviabilizou a modelação da eventual associação existente entre a mortalidade e a poluição atmosférica.

Da informação apresentada no Quadro 8 destacam-se os seguintes resultados:

- No período 2000-2004 não se detectaram efeitos significativos ($p < 0,05$) sobre a mortalidade dos residentes em Matosinhos devido à exposição ao PM₁₀ ou ao SO₂.

Quadro 8 – Estimativas do risco relativo (RR) de morte para um aumento de 10 µg/m³ na concentração diária de cada poluente - concelho de Matosinhos (2000-2004)

Poluente	Causa de morte	População	Desfasamento temporal do poluente (dias)	RR%	RR	IC a 95% para RR	
PM ₁₀	Todas as causas, excepto causas externas	Total			-		
		≤ 14 anos			*		
		≥ 65 anos				-	
	Doenças do Aparelho Circulatório	Total				-	
		≤ 14 anos				*	
		≥ 65 anos				-	
	Doenças do Aparelho Respiratório	Total				-	
		≤ 14 anos				*	
		≥ 65 anos				-	
NO ₂	Todas as causas, excepto causas externas	Total			-		
		≤ 14 anos			*		
		≥ 65 anos				-	
	Doenças do Aparelho Circulatório	Total	Lag 4	4,99%	1,0499	1,0128 ; 1,0884	
		≤ 14 anos			*		
		≥ 65 anos				-	
	Doenças do Aparelho Respiratório	Total				-	
		≤ 14 anos			*		
		≥ 65 anos				-	
SO ₂	Todas as causas, excepto causas externas	Total			-		
		≤ 14 anos			*		
		≥ 65 anos				-	
	Doenças do Aparelho Circulatório	Total				-	
		≤ 14 anos			*		
		≥ 65 anos				-	
	Doenças do Aparelho Respiratório	Total				-	
		≤ 14 anos			*		
		≥ 65 anos				-	
O ₃ / O ₃ 8h	Todas as causas, excepto causas externas	Total	O ₃ 8h Lag 4	2,31%	1,0231	1,0043 ; 1,0423	
		≤ 14 anos			*		
		≥ 65 anos	O ₃ 8h Lag 4	2,96%	1,0296	1,0076 ; 1,0520	
	Doenças do Aparelho Circulatório	Total				-	
		≤ 14 anos			*		
		≥ 65 anos	O ₃ 8h Lag 4	3,61%	1,0361	1,0007 ; 1,0727	
	Doenças do Aparelho Respiratório	Total				*	
		≤ 14 anos			*		
		≥ 65 anos				*	
CO / CO 8h	Todas as causas, excepto causas externas	Total			-		
		≤ 14 anos			*		
		≥ 65 anos	CO Lag 0	0,14%	1,0014	1,0000 ; 1,0027	
	Doenças do Aparelho Circulatório	Total	CO Lag 1	0,25%	1,0025	1,0004 ; 1,0045	
		≤ 14 anos			*		
		≥ 65 anos				-	
	Doenças do Aparelho Respiratório	Total				-	
		≤ 14 anos			*		
		≥ 65 anos				-	

- Não se detectou um efeito significativo (a 5%) do poluente sobre a mortalidade

* O número de dias em que ocorreram óbitos foi considerado insuficiente para modelação

- Os poluentes para os quais se estimou um acréscimo significativo (p<0,05) da mortalidade por todas as causas, excepto causas externas, foram o O₃ e o CO.

– Estimou-se que um incremento de 10 µg/m³ nos níveis diários de O₃8h provocou um

aumento de 2,31% nos óbitos diários de todos os grupos etários e um aumento de 2,96% na mortalidade da população idosa (≥ 65 anos). Estas estimativas foram obtidas para concentrações do poluente observadas 4 dias antes dos óbitos.

- Estimou-se que um incremento de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na concentração diária de CO produziu um acréscimo de 0,14% nas mortes de indivíduos com 65 e mais anos. Este acréscimo foi estimado sem desfasamento temporal entre a medição do poluente e a contagem dos óbitos.
- Os poluentes para os quais se estimou um acréscimo significativo ($p < 0,05$) da mortalidade por doenças do aparelho circulatório foram o NO_2 , o O_3 e o CO.
 - Estimou-se que um incremento de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na concentração diária de NO_2 provocou um aumento de 4,99% nos óbitos por aquelas doenças em todos os grupos etários. O efeito do NO_2 sobre a mortalidade foi estimado a partir de concentrações do poluente medidas 4 dias antes dos óbitos.
 - As estimativas obtidas indicam ainda que um incremento de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nos níveis diários de O_3 8h originou um acréscimo de 3,61% nas mortes de idosos por doenças do aparelho circulatório. O efeito do O_3 8h foi quantificado para concentrações do poluente observadas 4 dias antes dos óbitos.
 - Estimou-se que um incremento de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na concentração diária de CO originou um aumento de 0,25% na mortalidade por doenças do aparelho circulatório de toda a população. O efeito descrito sobressaiu para concentrações do CO monitorizadas com um dia de desfasamento.
- Nenhum dos poluentes estudados manifestou um efeito significativo ($p < 0,05$) sobre a mortalidade por doenças do aparelho respiratório da população residente em Matosinhos.

Internamentos Hospitalares

O Quadro 9 apresenta as estimativas do risco relativo (RR) de internamento hospitalar de residentes no concelho de Matosinhos, motivadas pela exposição, no período 2000-2007, a cada um dos 5 poluentes analisados. A pequena expressão do internamento diário de jovens (≤ 14 anos) por doenças do aparelho circulatório, não permitiu a estimação dos efeitos dos poluentes atmosféricos sobre os internamentos correspondentes.

Da informação apresentada no Quadro 9, resumem-se os seguintes resultados:

- Verificou-se que os poluentes PM_{10} , NO_2 , O_3 e CO produziram acréscimos significativos ($p < 0,05$) nos internamentos hospitalares diários por todas as causas, excepto causas externas.
 - Estimou-se que um incremento de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na concentração diária de PM_{10} originou: um aumento de 0,41% nos internamentos hospitalares diários de todos os grupos etários, um acréscimo de 0,91% no internamento hospitalar de jovens (≤ 14 anos) e um acréscimo de 0,62% no internamento hospitalar da população idosa (≥ 65 anos). Estas estimativas foram calculadas para concentrações do poluente observadas 7 a 8 dias antes dos internamentos hospitalares.

Quadro 9 – Estimativas do risco relativo (RR) de internamento hospitalar para um aumento de 10 µg/m³ na concentração diária de cada poluente - concelho de Matosinhos (2000-2007)

Poluente	Causa de internamento	População	Desfasamento temporal do poluente (dias)	RR%	RR	IC a 95% para RR	
PM ₁₀	Todas as causas, excepto causas externas	Total	Lag 7	0,41%	1,0041	1,0011 ; 1,0072	
		≤ 14 anos	Lag 8	0,91%	1,0091	1,0007 ; 1,0174	
		≥ 65 anos	Lag 7	0,62%	1,0062	1,0010 ; 1,0114	
	Doenças do Aparelho Circulatório	Total				-	
		≤ 14 anos				*	
		≥ 65 anos				-	
	Doenças do Aparelho Respiratório	Total	Lag 8	1,14%	1,0114	1,0032 ; 1,0197	
		≤ 14 anos	Lag 5	2,24%	1,0224	1,0069 ; 1,0381	
		≥ 65 anos	Lag 8	1,72%	1,0172	1,0062 ; 1,0284	
NO ₂	Todas as causas, excepto causas externas	Total	Lag 7	1,07%	1,0107	1,0051 ; 1,0164	
		≤ 14 anos	Lag 8	2,57%	1,0257	1,0101 ; 1,0416	
		≥ 65 anos	Lag 7	1,03%	1,0103	1,0012 ; 1,0196	
	Doenças do Aparelho Circulatório	Total				-	
		≤ 14 anos				*	
		≥ 65 anos				-	
	Doenças do Aparelho Respiratório	Total	Lag 8	2,18%	1,0218	1,0072 ; 1,0367	
		≤ 14 anos	Lag 8	3,73%	1,0373	1,0091 ; 1,0662	
		≥ 65 anos	Lag 8	2,90%	1,0290	1,0093 ; 1,0490	
SO ₂	Todas as causas, excepto causas externas	Total			-		
		≤ 14 anos			-		
		≥ 65 anos				-	
	Doenças do Aparelho Circulatório	Total				-	
		≤ 14 anos				*	
		≥ 65 anos				-	
	Doenças do Aparelho Respiratório	Total	Lag 8	4,18%	1,0418	1,0044 ; 1,0805	
		≤ 14 anos	Lag 3	7,56%	1,0756	1,0063 ; 1,1497	
		≥ 65 anos	Lag 8	8,50%	1,0850	1,0336 ; 1,1388	
O ₃ / O ₃ 8h	Todas as causas, excepto causas externas	Total	O ₃ 8h Lag 2	0,56%	1,0056	1,0007 ; 1,0106	
		≤ 14 anos			-		
		≥ 65 anos				-	
	Doenças do Aparelho Circulatório	Total				-	
		≤ 14 anos				*	
		≥ 65 anos				-	
	Doenças do Aparelho Respiratório	Total				-	
		≤ 14 anos				-	
		≥ 65 anos				-	
CO / CO 8h	Todas as causas, excepto causas externas	Total	CO8h Lag 7	0,05%	1,0005	1,0002 ; 1,0009	
		≤ 14 anos	CO8h Lag 1	0,13%	1,0013	1,0002 ; 1,0024	
		≥ 65 anos	CO8h Lag 6	0,07%	1,0007	1,0000 ; 1,0013	
	Doenças do Aparelho Circulatório	Total	CO8h Lag 0	0,10%	1,0010	1,0001 ; 1,0019	
		≤ 14 anos				*	
		≥ 65 anos				-	
	Doenças do Aparelho Respiratório	Total	CO Lag 8	0,10%	1,0010	1,0001 ; 1,0020	
		≤ 14 anos	CO8h Lag 1	0,24%	1,0024	1,0006 ; 1,0042	
		≥ 65 anos	CO8h Lag 8	0,17%	1,0017	1,0004 ; 1,0030	

- Não se detectou um efeito significativo (a 5%) do poluente sobre o internamento hospitalar

* O número de dias em que ocorreram internamentos foi considerado insuficiente para modelação

- As estimativas do efeito no internamento hospitalar ocasionado por uma subida de 10 µg/m³ na concentração diária de NO₂ foram: um aumento de 1,07% nos internamentos

hospitalares diários de todos os grupos etários, um acréscimo de 2,57% no internamento hospitalar diário de jovens (≤ 14 anos) e um acréscimo de 1,03% no internamento hospitalar diário de idosos (≥ 65 anos). Os efeitos citados foram estimados para concentrações de NO_2 ocorridas 7 a 8 dias antes do internamento hospitalar.

- Estimou-se que um incremento de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na concentração diária de ozono (O_3 8h) produziu um aumento de 0,56% nos internamentos hospitalares diários de todos os grupos etários. Este aumento foi estimado para concentrações de ozono (O_3 8h) observadas 2 dias antes do internamento hospitalar.
- Estimou-se que um incremento de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na concentração diária de monóxido de carbono (CO 8h) originou: um aumento de 0,05% no internamento hospitalar diário de todos os indivíduos, um acréscimo de 0,13% no internamento hospitalar de jovens (≤ 14 anos) e um acréscimo de 0,07% no internamento hospitalar de idosos (≥ 65 anos). Estas estimativas foram obtidas para concentrações do poluente observadas na véspera do internamento hospitalar no caso dos jovens, e com um desfasamento de 6 a 7 dias relativamente ao internamento hospitalar para os grupos etários remanescentes.
- O único poluente para o qual se estimou um acréscimo significativo ($p < 0,05$) do internamento hospitalar por doenças do aparelho circulatório foi o CO.
 - Estimou-se que um incremento de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na concentração diária de CO 8h produziu um aumento de 0,1% no internamento hospitalar diário por aquelas doenças em indivíduos de todos os grupos etários. Este efeito foi estimado para concentrações do poluente observadas no mesmo dia do internamento hospitalar.
- Os poluentes PM_{10} , NO_2 , SO_2 e CO produziram acréscimos significativos ($p < 0,05$) nos internamentos hospitalares diários por doenças do aparelho respiratório.
 - As estimativas dos efeitos ocasionados por uma subida de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na concentração diária de PM_{10} foram: um aumento de 1,14% nos internamentos hospitalares diários de todos os grupos etários, um acréscimo de 2,24% no internamento hospitalar diário de jovens (≤ 14 anos) e um acréscimo de 1,72% no internamento hospitalar diário de idosos (≥ 65 anos). Os efeitos citados foram estimados para concentrações de PM_{10} observadas 5 dias antes do internamento hospitalar no caso dos jovens, e 8 dias antes do internamento hospitalar para os restantes grupos etários.
 - Estimou-se que uma subida de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na concentração diária de NO_2 originou: um aumento de 2,18% nos internamentos hospitalares diários de todos os grupos etários, um acréscimo de 3,73% no internamento hospitalar diário de jovens (≤ 14 anos) e um acréscimo de 2,90% no internamento hospitalar diário de idosos (≥ 65 anos). Os efeitos citados foram estimados para concentrações de NO_2 verificadas 8 dias antes do internamento hospitalar.
 - As estimativas dos efeitos correspondentes a um incremento de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na

concentração diária de SO₂ foram: um aumento de 4,18% nos internamentos hospitalares diários de todos os grupos etários, um acréscimo de 7,56% no internamento hospitalar diário de jovens (≤ 14 anos) e um acréscimo de 8,50% no internamento hospitalar diário de idosos (≥ 65 anos). Estas estimativas foram calculadas para concentrações de SO₂ observadas 3 dias antes do internamento hospitalar no caso dos jovens, e 8 dias antes do internamento hospitalar para restantes grupos etários.

- Para um aumento (de 10 µg/m³) na concentração diária de CO estimou-se um acréscimo de 0,10% nos internamentos hospitalares de todos os grupos etários, verificados 8 dias após a medição do poluente. Um aumento equivalente na concentração diária de CO_{8h} ocasionou acréscimos nos internamentos hospitalares diários de grupos etários específicos: 0,24% nos jovens e 0,17% nos idosos. Estes dois últimos acréscimos foram estimados para concentrações de CO_{8h} medidas no dia anterior à ocorrência do internamento hospitalar no caso dos jovens, e 8 dias antes do internamento hospitalar, no caso dos idosos.

4.2.2 Concelho da Maia

Mortalidade

O Quadro 10 apresenta as estimativas do risco relativo (RR) de morte para residentes no concelho de Maia devido à exposição diária, no período 2000-2004, a cada um dos poluentes considerados.

Para qualquer das causas abordadas, o reduzido número de óbitos de jovens (≤ 14 anos) não viabilizou a estimação dos efeitos dos poluentes atmosféricos sobre a mortalidade daquele grupo etário.

Da informação tabelada, destacam-se os seguintes resultados:

- Não se detectaram efeitos significativos ($p < 0,05$) na mortalidade dos residentes na Maia devido à exposição aos poluentes NO₂, SO₂ e O₃.
- Os poluentes que produziram um acréscimo significativo ($p < 0,05$) da mortalidade por todas as causas, excepto causas externas, foram o PM₁₀ e o CO, tendo-se estimado que um incremento de 10 µg/m³:
 - nos níveis diários de PM₁₀ provocou um aumento de 1,93% nos óbitos diários de todos os grupos etários e um aumento de 1,95% na mortalidade da população idosa (≥ 65 anos). Estas estimativas foram obtidas para concentrações de PM₁₀ observadas 2 dias antes da ocorrência dos óbitos.
 - na concentração diária de CO_{8h} produziu um aumento de 0,26% nos óbitos diários de todos os grupos etários e um acréscimo de 0,29% nas mortes de indivíduos com 65 e mais anos. Estas estimativas foram calculadas com base em contagens de óbitos desfasadas de 3 dias relativamente às medições do poluente.

Quadro 10 – Estimativas do risco relativo (RR) de morte para um aumento de 10 µg/m³ na concentração diária de cada poluente - concelho da Maia (2000-2004)

Poluente	Causa de morte	População	Desfasamento temporal do poluente (dias)	RR%	RR	IC a 95% para RR	
PM ₁₀	Todas as causas, excepto causas externas	Total	Lag 2	1,93%	1,0193	1,0033 ; 1,0356	
		≤ 14 anos			*		
		≥ 65 anos	Lag 2	1,95%	1,0195	1,0006 ; 1,0388	
	Doenças do Aparelho Circulatório	Total				-	
		≤ 14 anos				*	
		≥ 65 anos				-	
Doenças do Aparelho Respiratório	Total				*		
	≤ 14 anos				*		
	≥ 65 anos				*		
NO ₂	Todas as causas, excepto causas externas	Total			-		
		≤ 14 anos			*		
		≥ 65 anos				-	
	Doenças do Aparelho Circulatório	Total				-	
		≤ 14 anos				*	
		≥ 65 anos				-	
Doenças do Aparelho Respiratório	Total				*		
	≤ 14 anos				*		
	≥ 65 anos				*		
SO ₂	Todas as causas, excepto causas externas	Total			-		
		≤ 14 anos			*		
		≥ 65 anos				-	
	Doenças do Aparelho Circulatório	Total				-	
		≤ 14 anos				*	
		≥ 65 anos				-	
Doenças do Aparelho Respiratório	Total				*		
	≤ 14 anos				*		
	≥ 65 anos				*		
O ₃ / O ₃ 8h	Todas as causas, excepto causas externas	Total			-		
		≤ 14 anos			*		
		≥ 65 anos				-	
	Doenças do Aparelho Circulatório	Total				-	
		≤ 14 anos				*	
		≥ 65 anos				-	
Doenças do Aparelho Respiratório	Total				*		
	≤ 14 anos				*		
	≥ 65 anos				*		
CO / CO 8h	Todas as causas, excepto causas externas	Total	CO8h Lag 3	0,26%	1,0026	1,0006 ; 1,0046	
		≤ 14 anos			*		
		≥ 65 anos	CO8h Lag 3	0,29%	1,0029	1,0006 ; 1,0052	
	Doenças do Aparelho Circulatório	Total	CO8h Lag 3	0,45%	1,0045	1,0012 ; 1,0078	
		≤ 14 anos			*		
		≥ 65 anos				-	
Doenças do Aparelho Respiratório	Total				*		
	≤ 14 anos				*		
	≥ 65 anos				*		

- Não se detectou um efeito significativo (a 5%) do poluente sobre a mortalidade

* O número de dias em que ocorreram óbitos foi considerado insuficiente para modelação

- O CO foi o único poluente que produziu um acréscimo significativo (p<0,05) na mortalidade por doenças do aparelho circulatório da população residente na Maia.

– Estimou-se que um incremento de 10 µg/m³ na concentração diária de monóxido de

carbono (CO_{8h}) provocou um aumento de 0,45% nos óbitos diários por doenças do aparelho circulatório de todos os grupos etários, verificados 3 dias após tal incremento.

- Nenhum dos cinco poluentes estudados manifestou um efeito significativo ($p < 0,05$) sobre a mortalidade por doenças do aparelho respiratório da população residente na Maia.

Internamentos Hospitalares

O Quadro 11 apresenta as estimativas do risco relativo (RR) de internamento hospitalar para residentes no concelho de Maia, por exposição a distintos poluentes atmosféricos. Da informação apresentada destacam-se os seguintes resultados:

- Todos os poluentes analisados produziram acréscimos significativos ($p < 0,05$) nos internamentos hospitalares diários por todas as causas, excepto causas externas.
 - Estimou-se que um incremento de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na concentração diária de PM₁₀ originou: um aumento de 0,58% nos internamentos hospitalares diários de todos os grupos etários, um acréscimo de 2,09% no internamento hospitalar de jovens (≤ 14 anos) e um acréscimo de 1,47% no internamento hospitalar da população idosa (≥ 65 anos). Estas estimativas foram calculadas para concentrações de PM₁₀ medidas no dia anterior ao internamento hospitalar.
 - As estimativas dos efeitos no internamento hospitalar ocasionados por uma subida de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na concentração diária de NO₂ foram: um aumento de 0,99% nos internamentos hospitalares diários de todos os grupos etários, um aumento de 3,25% no internamento hospitalar diário de jovens (≤ 14 anos) e um acréscimo de 1,65% no internamento hospitalar diário de idosos (≥ 65 anos). Os efeitos citados foram estimados para concentrações de NO₂ ocorridas 5 dias antes do internamento hospitalar de todos os grupos etários, 3 dias antes do internamento hospitalar de jovens e na véspera do internamento hospitalar dos idosos.
 - Estimou-se que uma subida de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na concentração diária de SO₂ originou um aumento de 8,95% nos internamentos hospitalares diários de jovens (≤ 14 anos) e um acréscimo de 3,73% no internamento hospitalar da população idosa (≥ 65 anos). Estas estimativas foram calculadas para concentrações de SO₂ verificadas 4 a 5 dias antes dos internamentos hospitalares.
 - Estimou-se que um incremento de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na concentração diária de O₃ produziu acréscimos de 0,88% nos internamentos hospitalares diários de todos os grupos etários, e de 3,45% nos internamentos hospitalares diários de jovens. Estes acréscimos foram estimados para concentrações de O₃ observadas 7 a 8 dias antes dos internamentos hospitalares.
 - Estimou-se que um incremento de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na concentração diária de CO originou um aumento de 0,05% no internamento hospitalar diário de todos os indivíduos, enquanto que um incremento de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na concentração diária de CO_{8h} produziu um acréscimo de 0,09% no internamento hospitalar de idosos (≥ 65 anos). Estas

estimativas foram obtidas para concentrações do poluente observadas 5 dias antes dos internamentos hospitalares mencionados.

- O CO foi o único poluente que evidenciou uma associação significativa ($p < 0,05$) com o internamento hospitalar por doenças do aparelho circulatório.
 - Estimou-se que um incremento de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na concentração diária de CO8h produziu um aumento de 0,17% no internamento hospitalar diário de indivíduos de todos os grupos etários, e um acréscimo de 0,19% no internamento dos idosos (≥ 65 anos). Estes efeitos foram estimados para concentrações do poluente medidas 3 dias antes do internamento hospitalar.
- Os poluentes PM₁₀, NO₂, SO₂ e CO produziram acréscimos significativos ($p < 0,05$) nos internamentos hospitalares diários por doenças do aparelho respiratório.
 - As estimativas dos efeitos ocasionados por uma subida de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na concentração diária de PM₁₀ foram: um aumento de 3,66% nos internamentos hospitalares diários de todos os grupos etários, um acréscimo de 4,39% no internamento hospitalar diário de jovens (≤ 14 anos) e um acréscimo de 3,61% no internamento hospitalar diário de idosos (≥ 65 anos). Os efeitos citados foram estimados para concentrações de PM₁₀ observadas 3 dias antes do internamento hospitalar no caso dos jovens, e no dia anterior aos internamentos hospitalares da população total e dos idosos.
 - Estimou-se que uma subida de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na concentração diária de NO₂ originou: um aumento de 3,15% nos internamentos hospitalares diários de todos os grupos etários, um acréscimo de 6,35% no internamento hospitalar diário de jovens (≤ 14 anos) e um acréscimo de 4,39% no internamento hospitalar diário de idosos (≥ 65 anos). Os efeitos citados foram estimados para concentrações de NO₂ verificadas 4 dias antes do internamento hospitalar no caso dos jovens, e na véspera do internamento hospitalar nos restantes grupos etários.
 - As estimativas dos efeitos correspondentes a um incremento de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na concentração diária de SO₂ foram: um aumento de 9,17% nos internamentos hospitalares diários de todos os grupos etários, um acréscimo de 12,66% no internamento hospitalar diário de jovens (≤ 14 anos) e um acréscimo de 9,44% no internamento hospitalar diário de idosos (≥ 65 anos). Estas estimativas foram calculadas para concentrações de SO₂ observadas 5 dias antes do internamento hospitalar no caso dos jovens, e na véspera do internamento hospitalar nos restantes grupos etários.
 - Para um aumento (de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$) na concentração diária de CO8h estimou-se um acréscimo de 0,20% nos internamentos hospitalares de todos os grupos etários, e um aumento de 0,35% nos internamentos hospitalares diários de jovens. Estes acréscimos foram estimados para concentrações de CO8h ocorridas 4 dias antes do internamento hospitalar.

Quadro 11 – Estimativas do risco relativo (RR) de internamento hospitalar para um aumento de 10 µg/m³ na concentração diária de cada poluente - concelho da Maia (2000-2007)

Poluente	Causa de internamento	População	Desfasamento temporal do poluente (dias)	RR%	RR	IC a 95% para RR	
PM ₁₀	Todas as causas, excepto causas externas	Total	Lag 1	0,58%	1,0058	1,0010 ; 1,0107	
		≤ 14 anos	Lag 1	2,09%	1,0209	1,0082 ; 1,0339	
		≥ 65 anos	Lag 1	1,47%	1,0147	1,0066 ; 1,0229	
	Doenças do Aparelho Circulatório	Total				-	
		≤ 14 anos				*	
		≥ 65 anos				-	
	Doenças do Aparelho Respiratório	Total	Lag 1	3,66%	1,0366	1,0235 ; 1,0499	
		≤ 14 anos	Lag 3	4,39%	1,0439	1,0187 ; 1,0698	
		≥ 65 anos	Lag 1	3,61%	1,0361	1,0186 ; 1,0539	
NO ₂	Todas as causas, excepto causas externas	Total	Lag 5	0,99%	1,0099	1,0021 ; 1,0178	
		≤ 14 anos	Lag 3	3,25%	1,0325	1,0100 ; 1,0555	
		≥ 65 anos	Lag 1	1,65%	1,0165	1,0022 ; 1,0309	
	Doenças do Aparelho Circulatório	Total				-	
		≤ 14 anos				*	
		≥ 65 anos				-	
	Doenças do Aparelho Respiratório	Total	Lag 1	3,15%	1,0315	1,0090 ; 1,0545	
		≤ 14 anos	Lag 4	6,35%	1,0635	1,0193 ; 1,1096	
		≥ 65 anos	Lag 1	4,39%	1,0439	1,0135 ; 1,0751	
SO ₂	Todas as causas, excepto causas externas	Total			-		
		≤ 14 anos	Lag 5	8,95%	1,0895	1,0355 ; 1,1463	
		≥ 65 anos	Lag 4	3,73%	1,0373	1,0004 ; 1,0756	
	Doenças do Aparelho Circulatório	Total				-	
		≤ 14 anos				*	
		≥ 65 anos				-	
	Doenças do Aparelho Respiratório	Total	Lag 1	9,17%	1,0917	1,0350 ; 1,1516	
		≤ 14 anos	Lag 5	12,66%	1,1266	1,0106 ; 1,2560	
		≥ 65 anos	Lag 1	9,44%	1,0944	1,0182 ; 1,1764	
O ₃ / O ₃ 8h	Todas as causas, excepto causas externas	Total	O ₃ Lag 7	0,88%	1,0088	1,0011 ; 1,0165	
		≤ 14 anos	O ₃ Lag 8	3,45%	1,0345	1,0105 ; 1,0591	
		≥ 65 anos				-	
	Doenças do Aparelho Circulatório	Total				-	
		≤ 14 anos				*	
		≥ 65 anos				-	
	Doenças do Aparelho Respiratório	Total				-	
		≤ 14 anos				*	
		≥ 65 anos				-	
CO / CO 8h	Todas as causas, excepto causas externas	Total	CO Lag 5	0,05%	1,0005	1,0000 ; 1,0009	
		≤ 14 anos				-	
		≥ 65 anos	CO8h Lag 5	0,09%	1,0009	1,0001 ; 1,0017	
	Doenças do Aparelho Circulatório	Total	CO8h Lag 3	0,17%	1,0017	1,0006 ; 1,0028	
		≤ 14 anos				*	
		≥ 65 anos	CO8h Lag 3	0,19%	1,0019	1,0004 ; 1,0033	
	Doenças do Aparelho Respiratório	Total	CO8h Lag 4	0,20%	1,0020	1,0008 ; 1,0033	
		≤ 14 anos	CO8h Lag 4	0,35%	1,0035	1,0010 ; 1,0059	
		≥ 65 anos				-	

- Não se detectou um efeito significativo (a 5%) do poluente sobre o internamento hospitalar

* O número de dias em que ocorreram internamentos foi considerado insuficiente para modelação

4.2.3 Concelho de Valongo

Mortalidade

O Quadro 12 apresenta as estimativas do risco relativo (RR) de morte, obtidas para os residentes no concelho de Valongo, por exposição (no período 2000-2004) a cada um dos cinco poluentes atmosféricos considerados.

Quadro 12 – Estimativas do risco relativo (RR) de morte para um aumento de 10 µg/m³ na concentração diária de cada poluente - concelho de Valongo (2000-2004)

Poluente	Causa de morte	População	Desfasamento temporal do poluente (dias)	RR%	RR	IC a 95% para RR	
PM ₁₀	Todas as causas, excepto causas externas	Total	Lag 3	1,81%	1,0181	1,0024 ; 1,0341	
		≤ 14 anos			*		
		≥ 65 anos	Lag 4	2,00%	1,0200	1,0011 ; 1,0391	
	Doenças do Aparelho Circulatório	Total				-	
		≤ 14 anos				*	
		≥ 65 anos	Lag 4	3,16%	1,0316	1,0054 ; 1,0586	
Doenças do Aparelho Respiratório	Total				*		
	≤ 14 anos				*		
	≥ 65 anos				*		
NO ₂	Todas as causas, excepto causas externas	Total			-		
		≤ 14 anos			*		
		≥ 65 anos			-		
	Doenças do Aparelho Circulatório	Total				-	
		≤ 14 anos				*	
		≥ 65 anos				-	
Doenças do Aparelho Respiratório	Total				*		
	≤ 14 anos				*		
	≥ 65 anos				*		
SO ₂	Todas as causas, excepto causas externas	Total			-		
		≤ 14 anos			*		
		≥ 65 anos			-		
	Doenças do Aparelho Circulatório	Total				-	
		≤ 14 anos				*	
		≥ 65 anos				-	
Doenças do Aparelho Respiratório	Total				*		
	≤ 14 anos				*		
	≥ 65 anos				*		
O ₃ / O ₃ 8h	Todas as causas, excepto causas externas	Total			-		
		≤ 14 anos			*		
		≥ 65 anos			-		
	Doenças do Aparelho Circulatório	Total				-	
		≤ 14 anos				*	
		≥ 65 anos				-	
Doenças do Aparelho Respiratório	Total				*		
	≤ 14 anos				*		
	≥ 65 anos				*		

- Não se detectou um efeito significativo (a 5%) do poluente sobre a mortalidade

* O número de dias em que ocorreram óbitos foi considerado insuficiente para modelação

Da informação apresentada destacam-se os seguintes resultados:

- No período em análise não se detectaram efeitos significativos ($p < 0,05$) sobre a mortalidade dos residentes em Valongo devido à exposição ao NO₂, ao SO₂ e ao O₃.

- O reduzido número de óbitos diários de jovens (≤ 14 anos), inviabilizou a modelação da eventual associação existente entre a mortalidade daquele grupo etário e qualquer dos poluentes atmosféricos.
- Dos poluentes estudados, o PM_{10} foi o único que teve um efeito significativo ($p < 0,05$) sobre a mortalidade por todas as causas, excepto causas externas.
 - Estimou-se que um incremento de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nos níveis diários de PM_{10} provocou um aumento de 1,81% nos óbitos diários de todos os grupos etários e um aumento de 2,00% na mortalidade da população idosa (≥ 65 anos). Estas estimativas foram obtidas para concentrações de PM_{10} observadas 3 a 4 dias antes dos óbitos.
- O PM_{10} foi também o único poluente que produziu um acréscimo significativo ($p < 0,05$) na mortalidade por doenças do aparelho circulatório dos residentes em Valongo.
 - Estimou-se que um incremento de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na concentração diária de PM_{10} provocou um aumento de 3,16% na mortalidade diária de idosos (≥ 65 anos). Esta estimativa foi obtida com base em concentrações de PM_{10} verificadas 4 dias antes dos óbitos.
- Nenhum dos cinco poluentes estudados manifestou um efeito significativo ($p < 0,05$) sobre a mortalidade por doenças do aparelho respiratório da população residente em Valongo.

Internamentos Hospitalares

O Quadro 13 apresenta as estimativas do risco relativo (RR) de internamento hospitalar provocadas pela exposição (de curto prazo) da população de Valongo a cada um dos 5 poluentes analisados. Dos resultados apresentados, sintetizam-se os seguintes:

- Verificou-se que os poluentes PM_{10} , NO_2 e O_3 produziram acréscimos significativos ($p < 0,05$) nos internamentos hospitalares diários por todas as causas, excepto causas externas.
 - Estimou-se que um incremento de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na concentração diária de PM_{10} originou: um aumento de 0,75% nos internamentos hospitalares diários de todos os grupos etários, um acréscimo de 2,10% no internamento hospitalar de jovens (≤ 14 anos) e um acréscimo de 1,27% no internamento hospitalar da população idosa (≥ 65 anos). Estas estimativas foram calculadas para concentrações de PM_{10} observadas 5 a 6 dias antes dos internamentos hospitalares.
 - As estimativas do efeito no internamento hospitalar devido a uma subida de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na concentração diária de NO_2 foram: um aumento de 1,08% nos internamentos hospitalares diários de todos os grupos etários, um acréscimo de 3,00% no internamento diário de jovens (≤ 14 anos) e um acréscimo de 1,79% no internamento diário de idosos (≥ 65 anos). Os efeitos citados foram estimados para concentrações de NO_2 verificadas no mesmo dia do internamento hospitalar no caso da população total, e 5 a 6 dias antes do internamento hospitalar no caso dos jovens e dos idosos.
 - Estimou-se que um incremento de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na concentração diária de O_3 produziu um aumento de 1,89% nos internamentos hospitalares diários de idosos (≥ 65 anos). Este

aumento foi estimado para concentrações de O₃ observadas 7 dias antes do internamento hospitalar.

Quadro 13 – Estimativas do risco relativo (RR) de internamento hospitalar para um aumento de 10 µg/m³ na concentração diária de cada poluente - concelho de Valongo (2000-2007)

Poluente	Causa de internamento	População	Desfasamento temporal do poluente (dias)	RR%	RR	IC a 95% para RR	
PM ₁₀	Todas as causas, excepto causas externas	Total	Lag 5	0,75%	1,0075	1,0030 ; 1,0120	
		≤ 14 anos	Lag 5	2,10%	1,0210	1,0072 ; 1,0349	
		≥ 65 anos	Lag 6	1,27%	1,0127	1,0042 ; 1,0212	
	Doenças do Aparelho Circulatório	Total				-	
		≤ 14 anos				*	
		≥ 65 anos				-	
	Doenças do Aparelho Respiratório	Total	Lag 0	1,67%	1,0167	1,0040 ; 1,0295	
		≤ 14 anos	Lag 8	4,03%	1,0403	1,0174 ; 1,0636	
		≥ 65 anos	Lag 6	2,82%	1,0282	1,0112 ; 1,0454	
NO ₂	Todas as causas, excepto causas externas	Total	Lag 0	1,08%	1,0108	1,0026 ; 1,0191	
		≤ 14 anos	Lag 5	3,00%	1,0299	1,0051 ; 1,0554	
		≥ 65 anos	Lag 6	1,79%	1,0179	1,0028 ; 1,0332	
	Doenças do Aparelho Circulatório	Total				-	
		≤ 14 anos				*	
		≥ 65 anos				-	
	Doenças do Aparelho Respiratório	Total				-	
		≤ 14 anos	Lag 5	4,41%	1,0441	1,0017 ; 1,0882	
		≥ 65 anos	Lag 6	4,09%	1,0409	1,0099 ; 1,0729	
SO ₂	Todas as causas, excepto causas externas	Total			-		
		≤ 14 anos			-		
		≥ 65 anos			-		
	Doenças do Aparelho Circulatório	Total				-	
		≤ 14 anos				*	
		≥ 65 anos				-	
	Doenças do Aparelho Respiratório	Total				-	
		≤ 14 anos				-	
		≥ 65 anos				-	
O ₃ / O ₃ 8h	Todas as causas, excepto causas externas	Total			-		
		≤ 14 anos			-		
		≥ 65 anos	O ₃ Lag 7	1,89%	1,0189	1,0020 ; 1,0361	
	Doenças do Aparelho Circulatório	Total	O ₃ Lag 7	2,59%	1,0259	1,0005 ; 1,0520	
		≤ 14 anos				*	
		≥ 65 anos				-	
	Doenças do Aparelho Respiratório	Total				-	
		≤ 14 anos				*	
		≥ 65 anos	O ₃ 8h Lag 1	3,36%	1,0336	1,0066 ; 1,0613	

- Não se detectou um efeito significativo (a 5%) do poluente sobre o internamento hospitalar

* O número de dias em que ocorreram internamentos foi considerado insuficiente para modelação

- O único poluente para o qual se estimou um acréscimo significativo ($p < 0,05$) do internamento hospitalar por doenças do aparelho circulatório foi o O₃.
 - Estimou-se que um incremento de 10 µg/m³ na concentração diária de O₃ produziu um aumento de 2,59% nos internamentos diários por aquelas doenças em indivíduos de todos os grupos etários. Este efeito foi estimado para concentrações do poluente observadas 7 dias antes do internamento hospitalar.

- Os poluentes PM₁₀, NO₂ e O₃ produziram acréscimos significativos ($p < 0,05$) nos internamentos hospitalares diários por doenças do aparelho respiratório.
 - As estimativas dos efeitos ocasionados por uma subida de 10 µg/m³ na concentração diária de PM₁₀ foram: um aumento de 1,67% nos internamentos hospitalares diários de todos os grupos etários, um acréscimo de 4,03% no internamento hospitalar diário de jovens (≤ 14 anos) e um acréscimo de 2,82% no internamento hospitalar diário de idosos (≥ 65 anos). Os efeitos citados foram estimados para concentrações de PM₁₀ observadas no dia do internamento para a população de todas as idades, 8 dias antes do internamento hospitalar no caso dos jovens, e 6 dias antes do internamento hospitalar no caso dos idosos.
 - Estimou-se que uma subida de 10 µg/m³ na concentração diária de NO₂ originou: um aumento de 4,41% no internamento hospitalar diário de jovens (≤ 14 anos) e um acréscimo de 4,09% no internamento hospitalar diário de idosos (≥ 65 anos). Os efeitos citados foram estimados para concentrações de NO₂ verificadas 5 a 6 dias antes do internamento hospitalar.
 - Para um aumento (de 10 µg/m³) na concentração diária de O₃8h estimou-se um acréscimo de 3,36% nos internamentos diários de idosos. Este acréscimo foi estimado para concentrações de O₃8h ocorridas na véspera do internamento hospitalar.

4.2.4 Concelho de Lisboa

Mortalidade

O Quadro 14 sistematiza as estimativas do risco relativo (RR) de morte dos residentes no concelho de Lisboa, atribuíveis à exposição (de curto prazo) a cada um dos poluentes estudados.

Da informação tabelada destacam-se os seguintes resultados:

- No período 2000-2004, todos os poluentes estudados originaram acréscimos significativos ($p < 0,05$) na mortalidade por todas as causas, excepto causas externas, da população Lisboaeta.
 - Estimou-se que um incremento de 10 µg/m³ nos níveis diários de PM₁₀ provocou um acréscimo de 0,67% nos óbitos diários da população geral (todas as idades) e um aumento de 0,83% na mortalidade dos idosos (≥ 65 anos). Estas estimativas foram obtidas para concentrações de PM₁₀ observadas 3 dias antes dos óbitos.
 - Estimou-se que um incremento de 10 µg/m³ na concentração diária de NO₂ produziu um aumento de 1,07% nos óbitos diários de todos os grupos etários e um aumento de 1,25% na mortalidade dos indivíduos com 65 e mais anos. Estas estimativas foram obtidas para concentrações de NO₂ observadas 6 dias antes dos óbitos.
 - Para um incremento de 10 µg/m³ na concentração diária de SO₂, os efeitos estimados foram um aumento de 2,95% nos óbitos diários de todos os grupos etários, e um aumento de 4,51% na mortalidade dos idosos (≥ 65 anos). Os efeitos citados foram calculados com base em concentrações de SO₂ observadas na véspera dos óbitos no caso da população total, e 3 dias antes dos óbitos no caso da população idosa.

Quadro 14 – Estimativas do risco relativo (RR) de morte para um aumento de 10 µg/m³ na concentração diária de cada poluente - concelho de Lisboa (2000-2004)

Poluente	Causa de morte	População	Desfasamento temporal do poluente (dias)	RR%	RR	IC a 95% para RR	
PM ₁₀	Todas as causas, excepto causas externas	Total	Lag 3	0,67%	1,0067	1,0014 ; 1,0121	
		≤ 14 anos			*		
		≥ 65 anos	Lag 3	0,83%	1,0083	1,0026 ; 1,0141	
	Doenças do Aparelho Circulatório	Total				-	
		≤ 14 anos				*	
		≥ 65 anos				-	
	Doenças do Aparelho Respiratório	Total				-	
		≤ 14 anos				*	
		≥ 65 anos				-	
NO ₂	Todas as causas, excepto causas externas	Total	Lag 6	1,07%	1,0107	1,0029 ; 1,0186	
		≤ 14 anos			*		
		≥ 65 anos	Lag 6	1,25%	1,0125	1,0041 ; 1,0210	
	Doenças do Aparelho Circulatório	Total				-	
		≤ 14 anos				*	
		≥ 65 anos	Lag 5	1,29%	1,0129	1,0007 ; 1,0252	
	Doenças do Aparelho Respiratório	Total				-	
		≤ 14 anos				*	
		≥ 65 anos				-	
SO ₂	Todas as causas, excepto causas externas	Total	Lag 1	2,95%	1,0295	1,0034 ; 1,0562	
		≤ 14 anos			*		
		≥ 65 anos	Lag 3	4,51%	1,0451	1,0170 ; 1,0741	
	Doenças do Aparelho Circulatório	Total	Lag 1	5,25%	1,0525	1,0140 ; 1,0925	
		≤ 14 anos				*	
		≥ 65 anos	Lag 2	4,87%	1,0487	1,0082 ; 1,0907	
	Doenças do Aparelho Respiratório	Total				-	
		≤ 14 anos				*	
		≥ 65 anos				-	
O ₃ / O ₃ 8h	Todas as causas, excepto causas externas	Total	O ₃ 8h Lag 6	1,35%	1,0135	1,0042 ; 1,0229	
		≤ 14 anos			*		
		≥ 65 anos	O ₃ 8h Lag 6	1,52%	1,0152	1,0051 ; 1,0255	
	Doenças do Aparelho Circulatório	Total	O ₃ 8h Lag 8	2,56%	1,0025	1,0113 ; 1,0400	
		≤ 14 anos				*	
		≥ 65 anos	O ₃ 8h Lag 8	2,69%	1,0027	1,0117 ; 1,0423	
	Doenças do Aparelho Respiratório	Total	O ₃ Lag 2	6,73%	1,0673	1,0161 ; 1,1211	
		≤ 14 anos				*	
		≥ 65 anos	O ₃ Lag 2	7,14%	1,0714	1,0171 ; 1,1287	
CO / CO 8h	Todas as causas, excepto causas externas	Total	CO Lag 4	0,07%	1,0007	1,0003 ; 1,0012	
		≤ 14 anos			*		
		≥ 65 anos	CO8h Lag 3	0,08%	1,0008	1,0004 ; 1,0013	
	Doenças do Aparelho Circulatório	Total	CO8h Lag 3	0,10%	1,0010	1,0003 ; 1,0016	
		≤ 14 anos				*	
		≥ 65 anos	CO8h Lag 3	0,11%	1,0011	1,0004 ; 1,0018	
	Doenças do Aparelho Respiratório	Total				-	
		≤ 14 anos				*	
		≥ 65 anos				-	

- Não se detectou um efeito significativo (a 5%) do poluente sobre a mortalidade

* O número de dias em que ocorreram óbitos foi considerado insuficiente para modelação

- Estimou-se adicionalmente que um incremento de 10 µg/m³ nos níveis diários de ozono (O₃8h) provocou um aumento de 1,35% nos óbitos diários (por todas as causas, excepto causas externas) de todos os grupos etários e um aumento de 1,52% na

mortalidade da população idosa (≥ 65 anos). Estas estimativas foram obtidas para concentrações do poluente observadas 6 dias antes dos óbitos.

- Estimou-se que um incremento de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na concentração diária de CO originou um acréscimo de 0,07% na mortalidade da população de todos os grupos etários e que um incremento de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na concentração diária de monóxido de carbono (CO8h) produziu um aumento de 0,08% nas mortes de indivíduos com 65 e mais anos. Estas estimativas foram obtidas para concentrações do poluente observadas 3 a 4 dias antes dos óbitos.
- Os poluentes para os quais se estimou um acréscimo significativo ($p < 0,05$) da mortalidade por doenças do aparelho circulatório foram o NO_2 , o SO_2 , o O_3 e o CO.
 - Para um incremento de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na concentração diária de NO_2 estimou-se um aumento de 1,29% nos óbitos de idosos (≥ 65 anos) por aquelas doenças. Este efeito foi estimado a partir de concentrações de NO_2 medidas 5 dias antes dos óbitos.
 - Para uma subida de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na concentração diária de SO_2 estimou-se um aumento de 5,25% nos óbitos diários de todos os grupos etários e um aumento de 4,87% na mortalidade da população idosa (≥ 65 anos). Estes efeitos foram calculados com base em concentrações de SO_2 medidas 1 a 2 dias antes dos óbitos.
 - As estimativas obtidas indicam ainda que um incremento de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nos níveis diários de ozono (O_3 8h) produziu acréscimos: de 2,56% na mortalidade diária de todos os grupos etários e de 2,69% nas mortes de idosos por doenças do aparelho circulatório. Os efeitos citados foram quantificados para concentrações de ozono (O_3 8h) observadas 8 dias antes da ocorrência dos óbitos.
 - Estimou-se que um incremento de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na concentração diária de monóxido de carbono (CO8h) originou um aumento de 0,10% na mortalidade diária por doenças do aparelho circulatório de toda a população e um aumento de 0,11% nos óbitos correspondentes de idosos (≥ 65 anos). Estes efeitos reportam-se a concentrações do monóxido de carbono (CO8h) monitorizadas 3 dias antes dos óbitos.
- Dos poluentes estudados, somente o O_3 expressou um efeito significativo ($p < 0,05$) sobre a mortalidade por doenças do aparelho respiratório da população residente em Lisboa.
 - Os efeitos de um incremento de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nos níveis diários de O_3 foram: um aumento de 6,73% nos óbitos diários por doenças do aparelho respiratório de todos os grupos etários e um aumento de 7,14% dos óbitos de idosos correspondentes. Estes efeitos foram calculados com base em concentrações de O_3 registadas 2 dias antes dos óbitos.

Internamentos Hospitalares

As estimativas dos impactes (de curto prazo) dos poluentes atmosféricos em análise sobre o internamento hospitalar de residentes em Lisboa no período 2000-2007 são apresentadas no Quadro 15.

Quadro 15 – Estimativas do risco relativo (RR) de internamento hospitalar para um aumento de 10 µg/m³ na concentração diária de cada poluente - concelho de Lisboa (2000-2007)

Poluente	Causa de internamento	População	Desfasamento temporal do poluente (dias)	RR%	RR	IC a 95% para RR
PM ₁₀	Todas as causas, excepto causas externas	Total	Lag 0	0,69%	1,0069	1,0045 ; 1,0093
		≤ 14 anos	Lag 1	1,69%	1,0169	1,0095 ; 1,0243
		≥ 65 anos	Lag 1	0,97%	1,0097	1,0064 ; 1,0130
	Doenças do Aparelho Circulatório	Total	Lag 0	0,73%	1,0073	1,0028 ; 1,0117
		≤ 14 anos			*	
		≥ 65 anos	Lag 6	0,71%	1,0071	1,0019 ; 1,0123
	Doenças do Aparelho Respiratório	Total	Lag 1	1,40%	1,0140	1,0083 ; 1,0197
		≤ 14 anos	Lag 3	3,14%	1,0314	1,0164 ; 1,0467
		≥ 65 anos	Lag 1	1,56%	1,0156	1,0087 ; 1,0226
NO ₂	Todas as causas, excepto causas externas	Total	Lag 0	0,81%	1,0081	1,0049 ; 1,0113
		≤ 14 anos	Lag 5	2,39%	1,0239	1,0145 ; 1,0334
		≥ 65 anos	Lag 1	1,21%	1,0121	1,0079 ; 1,0163
	Doenças do Aparelho Circulatório	Total	Lag 5	0,96%	1,0096	1,0038 ; 1,0155
		≤ 14 anos			*	
		≥ 65 anos	Lag 5	0,94%	1,0094	1,0027 ; 1,0161
	Doenças do Aparelho Respiratório	Total	Lag 2	1,34%	1,0134	1,0060 ; 1,0209
		≤ 14 anos	Lag 6	3,48%	1,0348	1,0143 ; 1,0557
		≥ 65 anos	Lag 2	1,80%	1,0180	1,0090 ; 1,0270
SO ₂	Todas as causas, excepto causas externas	Total	Lag 0	2,51%	1,0251	1,0121 ; 1,0383
		≤ 14 anos			-	
		≥ 65 anos	Lag 1	2,93%	1,0293	1,0115 ; 1,0475
	Doenças do Aparelho Circulatório	Total			-	
		≤ 14 anos			*	
		≥ 65 anos			-	
	Doenças do Aparelho Respiratório	Total	Lag 0	3,30%	1,0330	1,0021 ; 1,0649
		≤ 14 anos	Lag 6	10,58%	1,1058	1,0269 ; 1,1909
		≥ 65 anos	Lag 2	4,10%	1,0410	1,0025 ; 1,0810
O ₃ / O ₃ 8h	Todas as causas, excepto causas externas	Total	O ₃ 8h Lag 1	0,38%	1,0038	1,0004 ; 1,0074
		≤ 14 anos			-	
		≥ 65 anos	O ₃ 8h Lag 2	0,99%	1,0099	1,0047 ; 1,0150
	Doenças do Aparelho Circulatório	Total	O ₃ 8h Lag 2	1,17%	1,1744	1,0049 ; 1,0186
		≤ 14 anos			*	
		≥ 65 anos	O ₃ 8h Lag 2	1,28%	1,0128	1,0048 ; 1,0209
	Doenças do Aparelho Respiratório	Total	O ₃ 8h Lag 1	1,51%	1,0151	1,0049 ; 1,0253
		≤ 14 anos			-	
		≥ 65 anos	O ₃ 8h Lag 1	1,96%	1,0196	1,0077 ; 1,0316
CO / CO 8h	Todas as causas, excepto causas externas	Total	CO8h Lag 0	0,03%	1,0003	1,0001 ; 1,0006
		≤ 14 anos	CO Lag 3	0,10%	1,0010	1,0004 ; 1,0016
		≥ 65 anos	CO8h Lag 0	0,06%	1,0006	1,0003 ; 1,0009
	Doenças do Aparelho Circulatório	Total	CO Lag 6	0,07%	1,0007	1,0003 ; 1,0011
		≤ 14 anos			*	
		≥ 65 anos	CO Lag 6	0,08%	1,0008	1,0004 ; 1,0013
	Doenças do Aparelho Respiratório	Total	CO8h Lag 3	0,06%	1,0006	1,0001 ; 1,0011
		≤ 14 anos	CO Lag 7	0,21%	1,0021	1,0010 ; 1,0033
		≥ 65 anos			-	

- Não se detectou um efeito significativo (a 5%) do poluente sobre o internamento hospitalar

* O número de dias em que ocorreram internamentos foi considerado insuficiente para modelação

Da informação apresentada sintetizam-se os seguintes resultados:

- Todos os poluentes estudados (PM₁₀, NO₂, SO₂, O₃ e CO) produziram acréscimos significativos (p<0,05) nos internamentos hospitalares diários por todas as causas, excepto causas externas

da população Lisboaeta.

- Estimou-se que um incremento de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na concentração diária de PM_{10} originou: um aumento de 0,69% nos internamentos hospitalares diários de todos os grupos etários, um acréscimo de 1,69% no internamento hospitalar de jovens (≤ 14 anos) e um acréscimo de 0,97% no internamento hospitalar da população idosa (≥ 65 anos). Estas estimativas foram calculadas para concentrações de PM_{10} observadas no dia do internamento no caso da população geral, e na véspera do internamento para os grupos etários remanescentes.
 - As estimativas dos efeitos no internamento hospitalar ocasionados por uma subida de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na concentração diária de NO_2 foram: um aumento de 0,81% nos internamentos hospitalares diários de todos os grupos etários, um acréscimo de 2,39% no internamento hospitalar diário de jovens (≤ 14 anos) e um acréscimo de 1,21% no internamento hospitalar diário de idosos (≥ 65 anos). Os efeitos citados foram estimados para concentrações de NO_2 ocorridas no dia do internamento no caso da população geral, 5 dias antes do internamento no caso dos jovens, e na véspera do internamento no caso dos idosos.
 - As estimativas dos efeitos no internamento hospitalar devidos a uma subida de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na concentração diária de SO_2 foram: um aumento de 2,51% nos internamentos hospitalares diários de todos os grupos etários e um acréscimo de 2,93% no internamento hospitalar diário de idosos (≥ 65 anos). Estes efeitos foram estimados para concentrações de SO_2 medidas no dia do internamento no caso da população geral, e na véspera do internamento no caso dos idosos.
 - Estimou-se que um incremento de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na concentração diária de O_3 8h produziu um aumento de 0,38% nos internamentos hospitalares diários de todos os grupos etários e um aumento de 0,99% no internamento hospitalar diário de idosos (≥ 65 anos). Estes aumentos foram estimados para concentrações de O_3 8h observadas na véspera do internamento no caso da população geral, e 2 dias antes do internamento hospitalar no caso dos idosos.
 - Estimou-se que um incremento de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na concentração diária de CO 8h originou: um aumento de 0,03% no internamento hospitalar diário de todos os indivíduos e um acréscimo de 0,06% no internamento hospitalar dos idosos (≥ 65 anos). Paralelamente estimou-se que um incremento equivalente na concentração diária de CO produziu um acréscimo de 0,10% no internamento hospitalar de jovens (≤ 14 anos). As estimativas referidas foram obtidas para concentrações do poluente observadas no mesmo dia do internamento hospitalar da população geral e dos idosos, e 3 dias antes do internamento hospitalar no caso dos jovens.
- Com exceção do SO_2 , os restantes poluentes estudados evidenciaram efeitos significativos ($p < 0,05$) sobre o internamento hospitalar por doenças do aparelho circulatório.
 - O diminuto número de internamentos diários de jovens por doenças do aparelho circulatório, não permitiu relacionar a variação diária dos poluentes atmosféricos com o

internamento hospitalar por aquelas causas nos indivíduos com idade inferior a 15 anos.

- Os efeitos estimados para um incremento de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na concentração diária de PM_{10} foram um aumento de 0,73% nos internamentos hospitalares diários de todos os grupos etários e um acréscimo de 0,71% nos internamentos da população idosa (≥ 65 anos). Estas estimativas foram calculadas para concentrações de PM_{10} observadas no dia do internamento no caso da população geral, e 6 dias antes do internamento no caso dos idosos.
- As estimativas dos efeitos no internamento hospitalar ocasionados por uma subida de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na concentração diária de NO_2 foram: um aumento de 0,96% nos internamentos hospitalares diários de todos os grupos etários um aumento de 0,94% no internamento hospitalar diário de idosos (≥ 65 anos). Os efeitos citados foram estimados para concentrações de NO_2 ocorridas 5 dias antes dos internamentos hospitalares.
- Estimou-se que um incremento de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na concentração diária de ozono (O_3 8h) produziu um aumento de 1,17% nos internamentos hospitalares diários de todos os grupos etários e um aumento de 1,28% no internamento hospitalar diário de idosos (≥ 65 anos). Estes aumentos foram estimados para concentrações de O_3 8h observadas 2 dias antes do internamento hospitalar.
- Estimou-se que um incremento de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na concentração diária de CO produziu um aumento de 0,07% no internamento hospitalar diário por aquelas doenças em indivíduos de todos os grupos etários e um aumento de 0,08% no internamento hospitalar diário de idosos (≥ 65 anos). Estes efeitos foram estimados para concentrações de CO medidas 6 dias antes do internamento hospitalar.
- Todos os poluentes estudados (PM_{10} , NO_2 , SO_2 , O_3 e CO) produziram acréscimos significativos ($p < 0,05$) nos internamentos hospitalares diários por doenças do aparelho respiratório.
 - As estimativas dos efeitos imputáveis a uma subida de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na concentração diária de PM_{10} foram: um aumento de 1,40% nos internamentos hospitalares diários de todos os grupos etários, um acréscimo de 3,14% no internamento hospitalar diário de jovens (≤ 14 anos) e um acréscimo de 1,56% no internamento hospitalar diário de idosos (≥ 65 anos). Os efeitos citados foram estimados para concentrações de PM_{10} observadas 3 dias antes do internamento hospitalar no caso dos jovens, e na véspera do internamento hospitalar para restantes grupos etários.
 - Estimou-se que uma subida de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na concentração diária de NO_2 originou: um aumento de 1,34% nos internamentos hospitalares diários de todos os grupos etários, um acréscimo de 3,48% no internamento hospitalar diário de jovens (≤ 14 anos) e um acréscimo de 1,80% no internamento hospitalar diário de idosos (≥ 65 anos). Os efeitos citados foram estimados para concentrações de NO_2 verificadas 6 dias antes do internamento hospitalar no caso dos jovens, e 2 dias antes do internamento hospitalar nos restantes casos.

- As estimativas dos efeitos correspondentes a um incremento de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na concentração diária de SO_2 foram: um aumento de 3,30% nos internamentos hospitalares diários de todos os grupos etários, um acréscimo de 10,58% no internamento hospitalar diário de jovens (≤ 14 anos) e um acréscimo de 4,10% no internamento hospitalar diário de idosos (≥ 65 anos). Estas estimativas foram calculadas para concentrações de SO_2 observadas no dia do internamento no caso da população geral, 6 dias antes do internamento no caso dos jovens, e 2 dias antes do internamento no caso dos idosos.
- Estimou-se que um incremento de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na concentração diária de O_3 8h produziu um aumento de 1,51% nos internamentos hospitalares diários de todos os grupos etários e um aumento de 1,96% no internamento hospitalar diário de idosos (≥ 65 anos). Estes aumentos foram estimados para concentrações de O_3 8h observadas na véspera do internamento hospitalar.
- Para um aumento (de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$) na concentração diária de CO 8h estimou-se um acréscimo de 0,06% nos internamentos hospitalares diários de todos os grupos etários, verificados 3 dias após a medição do poluente. Um aumento equivalente na concentração diária de CO ocasionou um acréscimo de 0,21% nos internamentos diários de jovens (≤ 14 anos). Este último acréscimo foi estimado para concentrações de CO ocorridas 7 dias antes do internamento hospitalar.

4.2.5 Síntese por poluente

PM₁₀

Não se identificou nenhuma associação estatisticamente significativa ($p < 0,05$) entre os níveis diários de PM_{10} e a mortalidade (pelos 3 grupos de causas consideradas) dos residentes no concelho de Matosinhos. Também não se identificou nenhuma associação estatisticamente significativa entre o PM_{10} e a mortalidade diária por doenças do aparelho respiratório das populações residentes nos restantes concelhos estudados.

O impacto da variação diária da concentração de PM_{10} na mortalidade por todas as causas, excepto causas externas, foi aparentemente maior para os residentes nos concelhos de Valongo e Maia do que para os lisboetas. Os riscos relativos de morte por todas as causas, excepto causas externas, estimados para a população total, a partir de idênticos desfasamentos temporais do poluente (3 dias), mostraram menores acréscimos da mortalidade diária (RR%) em Lisboa (+0,67%) do que em Valongo (+1,81%).

Os dados analisados só viabilizaram a quantificação os efeitos do PM_{10} sobre a mortalidade por causas do aparelho circulatório da população idosa (≥ 65 anos) residente em Valongo. Para estes estimou-se um acréscimo de 3,16% nos óbitos diários correspondentes, verificados 4 dias após a medição do poluente. Este aumento percentual foi superior ao verificado na mortalidade diária por todas as causas, excepto causas externas, de idosos residentes em Valongo (2,00%).

A comparação dos riscos relativos de internamento hospitalar por todas as causas, excepto causas externas (estimados para um incremento de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na concentração diária de PM_{10} observada na

véspera do internamento), indica que o PM₁₀ teve maior impacto sobre os internamentos diários de jovens e de idosos residentes na Maia, do que sobre os internamentos correspondentes dos residentes em Lisboa. Na Maia, os acréscimos de internamento por todas as causas, excepto causas externas, foram de 2,09% nos jovens e de 1,47% nos idosos. Os acréscimos correlativos para os residentes em Lisboa foram de 1,69% (jovens) e de 0,97% (idosos).

Os efeitos da variação dos níveis de PM₁₀ sobre o internamento hospitalar por doenças do aparelho circulatório só foram quantificados para os residentes em Lisboa. As estimativas obtidas neste âmbito (RR%) apontam para aumentos dos internamentos diários que variam entre 0,73% para a população total (medições do PM₁₀ coincidentes com o dia do internamento) e 0,71% para a população idosa (medições do PM₁₀ realizadas 6 dias antes do internamento).

A comparação entre concelhos dos efeitos no internamento hospitalar por doenças do aparelho respiratório, ocasionados pela exposição de curto prazo ao PM₁₀, só foi exequível para os residentes em Lisboa e na Maia, já que as estimativas correspondentes se referem a iguais desfazamentos temporais entre a medição do poluente e a ocorrência do internamento. O PM₁₀ provocou acréscimos nos internamentos diários por doenças respiratórias que foram sempre maiores na Maia do que em Lisboa: para a população total, estimou-se um acréscimo de 3,66% na Maia e um acréscimo de 1,40% em Lisboa. Nos internamentos de jovens, estimou-se um acréscimo de 4,39% na Maia e um acréscimo de 3,14% em Lisboa. Nos internamentos de idosos, o acréscimo estimado foi de 3,61% na Maia e de 1,56% em Lisboa. Os acréscimos citados foram calculados para concentrações de PM₁₀ verificadas na véspera dos internamentos no caso da população total e da população idosa e, para concentrações de PM₁₀ observadas 3 dias antes dos internamentos no caso dos jovens.

NO₂

O estudo não permitiu a quantificação dos efeitos da exposição ao NO₂ na mortalidade das populações dos concelhos de Valongo e da Maia.

O risco relativo (RR%) de morte por todas as causas, excepto causas externas, só foi calculado para os residentes em Lisboa, onde se estimaram acréscimos da mortalidade diária de 1,07% para a população total e de 1,25% para a população idosa. Estes acréscimos foram determinados a partir de concentrações de NO₂ observadas 6 dias antes dos óbitos.

Os acréscimos de mortalidade obtidos para as doenças do aparelho circulatório (estimados para medições do poluente realizadas 4 a 5 dias antes da ocorrência dos óbitos), reportam-se à população total do concelho de Matosinhos (+4,99%) e à população idosa do concelho de Lisboa (+1,29%). Nestes dois concelhos, também não foi possível relacionar a variação diária das concentrações de NO₂ com a mortalidade por doenças do aparelho respiratório.

Os efeitos sobre o internamento hospitalar ocasionados pela variação diária das concentrações de NO₂ no período 2000-2007 foram quantificados para os 4 concelhos em análise. A título comparativo e tendo em conta as concentrações de NO₂ observadas no dia do internamento hospitalar, estimou-se que o risco relativo (RR%) de internamento por todas as causas, excepto causas externas, para a totalidade da população residente em Lisboa foi de 0,81%, enquanto para a população correspondente de Valongo foi de 1,08%. Para as mesmas causas, e com base em concentrações de NO₂ verificadas 5 dias antes do internamento hospitalar, os acréscimos estimados no internamento de jovens foram de

2,39% em Lisboa e de 3,00% em Valongo. Para concentrações de NO₂ registadas na véspera do internamento hospitalar, estimaram-se aumentos do internamento diário de idosos de 1,21% em Lisboa e de 1,65% na Maia.

Apenas se estimaram efeitos do NO₂ sobre o internamento hospitalar por doenças do aparelho circulatório para os lisboetas. As estimativas de risco relativo (RR%) de internamento obtidas, para um desfasamento de 5 dias entre a medição do poluente e o internamento, foram de 0,96% para a população total e de 0,94% para a população idosa.

No que diz respeito aos efeitos do NO₂ sobre o internamento hospitalar por doenças do aparelho respiratório, e apesar dos riscos relativos não serem comparáveis entre concelhos, porque resultam de diferentes desfasamentos temporais do NO₂ face ao internamento, os maiores acréscimos de internamento reportam-se ao concelho da Maia, onde se estimou que um incremento de 10 µg/m³ na concentração diária de NO₂ ocasionou aumentos de 3,15% nos internamentos diários da população total, 6,35% nos internamentos diários de jovens e 4,39% nos internamentos diários de idosos. Os acréscimos de internamento referidos, foram estimadas com base em concentrações de NO₂ verificadas na véspera dos internamentos no caso da população total e da população idosa e, com base em concentrações de NO₂ observadas 4 dias antes dos internamentos no caso dos jovens.

SO₂

Muito embora nos três concelhos nortenhos não tenha sido possível estimar acréscimos do risco relativo (RR%) de morte para este poluente, em Lisboa os acréscimos estimados para a população total variaram entre 2,95% no total de doenças e 5,25% nas doenças do aparelho circulatório, considerando as concentrações de SO₂ observadas na véspera dos óbitos.

Em nenhum dos quatro concelhos se identificaram associações estatisticamente significativas ($p < 0,05$) entre as concentrações diárias de SO₂ e os óbitos diários por doenças do aparelho respiratório.

Os acréscimos de internamento hospitalar por todas as causas, excepto causas externas, e por doenças do aparelho respiratório, atribuíveis à variação diária do SO₂, foram determinados a partir de distintos desfasamentos temporais do poluente relativamente ao internamento hospitalar, o que inviabiliza a comparação das diversas estimativas obtidas. Não obstante este facto, os riscos de internamento estimados para os residentes na Maia foram maiores do que os obtidos para outros concelhos.

Os aumentos estimados para o internamento hospitalar por todas as causas, excepto causas externas por variação dos níveis diários de SO₂ na Maia, foram de 8,95% para a população jovem e de 3,73% para a população idosa. Estas estimativas foram determinadas considerando concentrações de SO₂ observadas 4 a 5 dias antes dos internamentos.

No que diz respeito ao internamento hospitalar por doenças do aparelho respiratório, as estimativas dos acréscimos nos internamentos diários dos residentes na Maia foram de: 9,17% na população total, 12,66% na população jovem e 9,44% na população idosa. Estes acréscimos foram estimados com base em concentrações de SO₂ verificadas no dia anterior ao internamento no caso da população total e da população idosa e, com base em concentrações de SO₂ observadas 5 dias antes dos internamentos no caso dos jovens.

A investigação não permitiu associar a variação da concentração diária de SO₂ com o internamento hospitalar por doenças do aparelho circulatório.

O₃

Nos concelhos da Maia e de Valongo não se detectaram efeitos na mortalidade atribuíveis à variação dos níveis diários de O₃ entre os meses de Abril e Setembro do período 2000-2004. Nos concelhos de Lisboa e Matosinhos as associações significativas verificadas entre o O₃8h (no período equivalente) e a mortalidade por todas as causas, excepto causas externas, e a mortalidade por doenças do aparelho circulatório apontam para maiores riscos de morte em Matosinhos.

Para Matosinhos estimou-se que a variação dos níveis diários de O₃8h, ocasionou acréscimos de 2,31% na mortalidade diária por todas as causas, excepto causas externas da população total e de 2,96% na mortalidade correspondente da população idosa. Estimou-se adicionalmente um aumento de 3,61% nos óbitos diários de idosos por doenças do aparelho circulatório. Os acréscimos referidos foram estimados com base em concentrações de O₃8h observadas 4 dias antes dos óbitos.

Lisboa foi o único dos concelhos estudados para o qual se estimaram efeitos do O₃ na mortalidade por doenças do aparelho respiratório. Os acréscimos de mortalidade (RR%), quantificados com base em concentrações de O₃ observadas 2 dias antes dos óbitos, foram de 6,73% para a população total e de 7,14% para a população idosa.

Apesar de se terem estimado efeitos do O₃ ou do O₃8h nos internamentos hospitalares por todas as causas, excepto causas externas, dos 4 concelhos em apreciação, nem sempre se conseguiram obter estimativas para os três grupos etários considerados. Para a população total, o impacto do O₃8h sobre os internamentos (desfasados 1 a 2 dias da medição do poluente) dos lisboetas foi proporcionalmente menor (+0,38%) do que o impacto sobre os internamentos dos residentes em Matosinhos (+0,56%). No caso dos internamentos de indivíduos com idade inferior a 15 anos (jovens), as únicas estimativas obtidas dizem respeito ao concelho da Maia. Neste concelho, a variação da concentração diária de O₃ ocasionou um aumento de 3,45% nos internamentos de jovens por todas as doenças, verificados 8 dias após a medição do poluente. No caso dos internamentos de idosos, as estimativas obtidas para Lisboa e Valongo não são comparáveis.

A quantificação dos efeitos do O₃ ou do O₃8h, nos internamentos hospitalares por doenças do aparelho circulatório e do aparelho respiratório só foi exequível para Lisboa e Valongo. As estimativas que são comparáveis indicam maiores acréscimos de internamento no concelho nortenho. Verificou-se por exemplo, que o efeito correspondente a um incremento de 10 µg/m³ na concentração diária de O₃8h foi um aumento de 3,36% nos internamentos diários por doenças do aparelho respiratório da população idosa residente em Valongo e um aumento de 1,96% nos internamentos correspondentes dos idosos residentes em Lisboa. Os efeitos citados foram calculados com base nas concentrações de O₃8h observadas na véspera do internamento hospitalar.

CO

No período de interesse não existiu monitorização de CO em Valongo, motivo pelo qual apenas se estudaram os efeitos deste poluente na mortalidade e no internamento hospitalar das populações de Matosinhos, Maia e Lisboa.

Em nenhum destes três últimos concelhos se identificaram associações estatisticamente significativas ($p < 0,05$) entre os níveis diários de CO ou de CO8h e a mortalidade por doenças do aparelho respiratório.

No que concerne à mortalidade por todas as causas, excepto causas externas, as únicas estimativas comparáveis são as dos efeitos do CO8h sobre os óbitos diários das populações idosas residentes em Lisboa e na Maia. Para concentrações de CO8h avaliadas 3 dias antes dos óbitos, aquele poluente originou maiores acréscimos na mortalidade diária dos idosos da Maia (+0,29%) do que na mortalidade dos idosos da capital (+0,08%).

O impacto da variação diária do CO8h na mortalidade por doenças do aparelho circulatório da população total também foi maior para os residentes na Maia do que para os lisboetas. Os riscos relativos de morte (RR%) por estas causas, estimados com um desfasamento de 3 dias entre a medição do poluente e a ocorrência dos óbitos, foram de 0,45% na Maia e de 0,10% em Lisboa.

Para os três grupos de doenças analisados, estimaram-se riscos relativos de internamento hospitalar, atribuíveis à variação da concentração diária de CO ou de CO8h, que não são comparáveis entre concelhos porque se reportam a distintos desfasamentos temporais entre a observação do poluente e a data do internamento. Em termos absolutos, foi na Maia que se estimaram os maiores acréscimos de internamento. Para os residentes na Maia estimou-se, por exemplo, que um incremento de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na concentração diária de CO8h observada 4 dias antes do internamento, produziu um aumento de 0,20% nos internamentos diários por doenças respiratórias da população total e um aumento de 0,35% nos internamentos correspondentes de jovens.

5 DISCUSSÃO

Âmbito e pertinência do estudo

A estimação dos efeitos da poluição atmosférica na saúde humana tem constituído uma área de investigação activa desde o século passado. Actualmente, a investigação prossegue quer para a quantificação dos efeitos da poluição atmosférica na saúde das populações de diversas cidades, como para a comparação daqueles efeitos em populações distintas ou para a determinação dos ganhos em saúde gerados pela redução dos limites já estabelecidos ⁵.

No contexto nacional são escassos ou desconhecidos os estudos que visaram a quantificação dos efeitos na saúde devidos à exposição de curto prazo à poluição atmosférica ⁴⁸⁻⁵¹ e quando existentes na sua maioria as investigações levadas a cabo reportam-se a Lisboa (distrito nos dois primeiros estudos e concelho nos dois últimos).

A principal motivação da actual investigação foi a de suprir falhas de conhecimento dos efeitos de diversos poluentes atmosféricos na mortalidade e no internamento hospitalar dos residentes em diferentes regiões do Continente, sobre as quais existia um conhecimento prévio de elevados riscos de doenças do aparelho circulatório, ou de doenças do aparelho respiratório ⁵². A disponibilidade de dados e os períodos de maior interesse (2000-2004, 2000-2007) restringiram a aplicação do estudo a três concelhos da região Norte (Matosinhos, Maia e Valongo) e a um concelho da região Lisboa (Lisboa).

Dados (populações, doenças estudadas, exposição)

A opção de estudar a mortalidade e o internamento hospitalar por doenças do aparelho circulatório e do aparelho respiratório foi fundamentada por diversas investigações que evidenciaram que os efeitos da exposição de curto prazo aos poluentes abordados se repercutem particularmente nos sistemas respiratório e cardiovascular ⁵.

A decisão de analisar os óbitos e os internamentos não estratificados por sexo deveu-se ao facto de numa investigação anterior aplicada ao concelho de Lisboa ⁵⁰, os autores não terem encontrado evidências de que os efeitos do PM₁₀ sobre a mortalidade e o internamento hospitalar fossem significativamente diferentes entre sexos. De uma forma geral, no âmbito internacional constatou-se que são escassos os estudos sobre os efeitos da poluição atmosférica na saúde que tenham possibilitado a identificação de diferenças de género ⁵. A opção de não diferenciar a análise por sexo foi ainda sustentada pela menor dimensão populacional dos concelhos nortenhos, onde a subdivisão dos indicadores de doença por sexo poderia condicionar a potência das análises pretendidas uma vez que quando a magnitude dos efeitos na saúde são pequenos, como se verifica nos efeitos da poluição atmosférica sobre a mortalidade ou sobre o internamento hospitalar, são necessários grandes efectivos populacionais para assegurar a potência dos métodos estatísticos empregues.

Os três grupos etários escolhidos para o presente estudo (todas as idades, indivíduos com idade igual ou inferior a 14 anos, e indivíduos com idade igual ou superior a 65 anos) estão em consonância com diversos estudos internacionais ^{5, 24} que apontam as crianças e os idosos como os grupos populacionais mais susceptíveis à poluição atmosférica. Os indivíduos de todas as idades constituem um de grupo de referência, para comparação de resultados com os grupos etários mais específicos e com os resultados obtidos por outros estudos.

No estudo, assumiu-se grosseiramente que todos os indivíduos residentes num concelho estiveram expostos a idênticos níveis diários de cada poluente atmosférico, ou seja que não existiu variabilidade individual na exposição. Na realidade, as concentrações dos poluentes são variáveis no espaço e no tempo e cada indivíduo está exposto ao longo do dia a níveis de cada poluente que variam de acordo com os ambientes frequentados e as actividades desenvolvidas. A exposição atribuída aos residentes de cada concelho foi simplificada considerada igual aos níveis de poluição monitorizados na estação de fundo mais representativa do território concelhio ^{43, 53}

Os internamentos contemplados pela investigação apenas incluíram episódios de internamento em hospitais do Serviço Nacional de Saúde, resultantes de admissões via urgência de indivíduos residentes em cada um dos quatro concelhos analisados. Deste modo, não foram contemplados os episódios de internamento verificados em hospitais privados e em alguns Centros de Saúde. O internamento em hospitais privados tem sido, desde há alguns anos, cada vez mais frequente, particularmente nos maiores centros populacionais, como Lisboa, onde foram criados diversos estabelecimentos hospitalares daquele tipo. Apesar deste facto, os internamentos em hospitais privados resultantes de admissões via urgência tiveram no ano de 2005, pequena representatividade quer no total de internamentos correspondentes da região Norte (0,86%), como no total equivalente da região de Lisboa (3,43%) ⁴⁰.

Tipo de estudo e abordagem metodológica

Grande parte das evidências da associação existente entre os níveis de poluentes atmosféricos e os efeitos na saúde humana têm resultado de estudos epidemiológicos e de investigações na área da toxicologia ⁵.

Os estudos ecológicos de séries temporais permitem analisar a associação existente entre a exposição (níveis do poluente atmosférico) e a resposta (indicador de doença), viabilizando em localizações diversas o conhecimento da relação entre a exposição e a resposta para cada poluente atmosférico. O efeito do poluente sobre o indicador de doença é estimado após remoção da tendência e da sazonalidade das séries analisadas (usualmente diárias) e com controlo de variáveis susceptíveis de originar viés na relação entre o indicador de doença e o poluente. De acordo com a Organização Mundial de Saúde ²⁴ estes estudos têm sido os mais frequentemente utilizados para estimar os efeitos agudos, ocasionados pela exposição de curto prazo à poluição atmosférica.

A opção por um desenho ecológico de séries temporais para o estudo desenvolvido, foi ditada quer pela informação disponível, quer pelo horizonte temporal do estudo.

Este tipo de desenho não possibilita contudo diferenciar os indivíduos face a alguns aspectos que podem aumentar a vulnerabilidade à poluição atmosférica, como por exemplo a pré-existência de algumas doenças crónicas, tais como a doença pulmonar obstrutiva, a asma e a diabetes ⁵.

De igual forma e porque se tratou de uma análise de dados diários, determinados factores que poderiam diferenciar grupos de indivíduos dentro de cada concelho, tais como hábitos tabágicos, condições socio-económicas ou movimentos pendulares entre locais com diferentes níveis de poluição, foram considerados constantes ao longo dos períodos analisados ^{53, 54}.

A selecção de modelos aditivos generalizados (GAM) na análise das séries temporais é justificada pela grande flexibilidade oferecida na modelação das relações entre a variável resposta (a mortalidade diária

ou o internamento hospitalar diário) e algumas variáveis explicativas (como a temperatura, por exemplo) que usualmente não são lineares, nem têm uma forma funcional conhecida. Para descrever tais relações, os GAM possibilitam o emprego de funções de suavização não paramétricas, que podem ser estimadas de acordo com o conjunto de dados. Por outro lado, os modelos GAM facultam bom ajustamento quando as estimativas dos coeficientes de regressão são pequenas, como se verifica nos coeficientes de regressão associados à concentração dos poluentes atmosféricos⁵⁵. É no entanto reconhecido^{56, 57} que nos GAM, existe elevado risco de subestimação dos erros padrão associados aos parâmetros do modelo, ou seja, um maior risco de cometer erros do tipo I, devido à presença de concurvidade nos dados (o equivalente da colinearidade, nos modelos não paramétricos).

Em todos os modelos pesquisados, admitiu-se que a relação entre a variável resposta (a mortalidade diária ou o internamento hospitalar diário) e a concentração diária de cada poluente (a exposição) era linear. Diversos estudos^{3, 5, 37, 58} sugerem que nas gamas de baixas concentrações diárias de poluentes atmosféricos, verificadas actualmente na maioria das cidades de países com legislação nesta matéria, se pode admitir a existência de uma relação linear entre a exposição e a resposta. Já nas cidades mais poluídas, frequentemente associadas a países subdesenvolvidos, tal relação poderá ser, com alguma plausibilidade, do tipo log-linear⁵.

Apesar dos modelos obtidos terem sido identificados isoladamente para cada poluente atmosférico, a elevada correlação verificada entre alguns dos poluentes avaliados contribui para que o efeito estimado para determinado poluente também possa incluir efeitos dos poluentes que com ele estão correlacionados³. Neste contexto, numa investigação sobre a associação entre as concentrações de diversos poluentes atmosféricos e as admissões a serviços de urgência por doenças respiratórias em Atlanta⁵⁹, foi analisado o efeito isolado e o efeito conjunto dos poluentes NO₂, PM₁₀ e CO sobre aquelas doenças. Os investigadores constataram que os efeitos do NO₂ eram mais reduzidos, após controlo dos efeitos ocasionados pelo PM₁₀ e pelo CO. Resultados análogos foram descritos por Le Tertre e colaboradores⁵⁴ ao constatar a redução dos efeitos do PM₁₀ sobre as admissões hospitalares por doenças do aparelho circulatório, após controlo dos efeitos ocasionados pelo NO₂ ou pelo CO. No presente estudo verificou-se, por exemplo, que nos concelhos de Matosinhos e da Maia não existia independência estatística entre os níveis diários de PM₁₀ e os níveis diários de NO₂ e de CO.

Face ao exposto, admite-se que algumas das estimativas apresentadas neste trabalho, fossem diferentes se estimadas através de modelos multi-poluentes. A opção de analisar cada poluente individualmente teve em conta a dificuldade de controlo da colinearidade entre poluentes e a dificuldade de interpretação do efeito atribuível a cada poluente, quando os poluentes são modelados conjuntamente.

Limites de interpretação

As estimativas do risco relativo de morte e de internamento hospitalar que foram calculadas neste trabalho para cada poluente, não expressam o efeito conjunto de todos os dias em que se correlacionaram as concentrações do poluente com o indicador de doença (nove dias: Lag 0 a Lag 8). Na realidade, as estimativas obtidas resultam da selecção de um modelo, de entre nove testados. Como já referido, dos modelos que evidenciaram uma associação significativa entre o poluente e o indicador de doença, o modelo seleccionado foi o que apresentou o menor valor do Critério de Informação de Akaike

(AIC). Este modelo aponta para o poluente com um determinado desfasamento temporal, que pode não ser o único para o qual se tenha verificado um efeito significativo do poluente sobre a doença. Face ao exposto, a estimativa do efeito do poluente documentada neste estudo não corresponde necessariamente ao efeito diário de maior magnitude que o poluente teve sobre o indicador de doença.

Devido ao critério de selecção de modelos adoptado, o desfasamento temporal do poluente associado a cada estimativa de efeito, não foi necessariamente igual para todas as estimativas obtidas para o poluente. Decorre deste facto a impossibilidade de comparar magnitudes de efeitos ocasionados pelo poluente, quando os desfasamentos temporais são díspares.

Mesmo nos casos em que os efeitos estimados para determinado poluente se reportam a idênticos desfasamentos temporais, existem outros factores que condicionam a comparabilidade de efeitos entre concelhos, designadamente entre o concelho de Lisboa e os três concelhos da região Norte.

Em 2001, a capital do país apresentava uma elevada taxa de atracção face a outros concelhos da Área Metropolitana de Lisboa (AML), no que diz respeito aos movimentos pendulares diários da população empregada e de estudantes. Um estudo sobre esta temática ⁶⁰ esclarece que, em 2001, Lisboa acolhia diariamente mais do dobro da população estudantil e dos empregados residentes no concelho e que destes apenas 13,5% se deslocavam diariamente para locais de trabalho e estabelecimentos de ensino exteriores ao concelho. Ao contrário do verificado em Lisboa, os concelhos de Matosinhos, Maia e Valongo denotavam baixas taxas de atracção face a outros concelhos da Área Metropolitana de Porto (AMP). Em qualquer destes concelhos, mais de 42% dos empregados e dos estudantes deslocavam-se diariamente para locais de trabalho e de ensino localizados fora do concelho de residência. O concelho do Porto constituía o destino preferencial destes movimentos pendulares, recebendo diariamente mais de 23% dos estudantes e empregados residentes naqueles três concelhos. Os fluxos populacionais mencionados constituem potenciais fontes de viés na estimação dos efeitos na saúde devidos à exposição de curto prazo a poluentes atmosféricos, já que se assumiu que os indivíduos estavam maioritariamente expostos aos níveis dos poluentes verificados no respectivo concelho de residência.

Outro factor limitativo da comparabilidade dos efeitos dos poluentes na saúde é a desigual estrutura etária das populações dos concelhos considerados. Enquanto o peso relativo da população jovem (0-14 anos) em Lisboa era de 11,6% em 2001, nos três concelhos da região Norte a importância relativa dos jovens era bastante superior, variando entre 16% em Matosinhos e 17,8% em Valongo. Inversamente, a proporção de idosos (65 e mais anos) em Lisboa era cerca duas vezes maior (23,6%) do que as proporções de idosos dos concelhos do Norte (9,8% a 12,3%). Em suma, Lisboa era em 2001 um concelho muito envelhecido, comparativamente aos três concelhos da região Norte.

A confrontação das estimativas de risco obtidas no presente estudo com as publicadas por outros autores, foi extremamente dificultada por aspectos variados de entre os quais se destacam:

- O facto da estimação do risco ter sido desenvolvida para períodos de exposição ao poluente distintos do adoptado (um dia, seleccionado de entre os nove considerados).
- O facto da estimação do risco ter sido realizada com base em medidas do poluente diferentes das empregues no actual estudo (valor médio diário, valor máximo ou valor médio das médias octo-horárias do dia).

- As estimativas de risco publicadas na literatura resultam de incrementos da concentração do poluente que são distintos do utilizado ($10 \mu\text{g}/\text{m}^3$).
- As estimativas de risco correspondem a grupos de doença e/ou a grupos etários diversos dos identificados por outros autores.

Resultados (Modelação e Riscos Relativos estimados)

Na maioria dos modelos identificados ao longo do estudo, a capacidade explicativa das variáveis auxiliares testadas foi muito reduzida. Na modelação dos internamentos hospitalares obtiveram-se maiores capacidades explicativas do que na modelação da mortalidade. O facto do período de análise dos internamentos (2000-2007) ser mais longo do que o período de análise dos óbitos (2000-2004), e o facto de se verificarem diariamente menos óbitos do que internamentos, constituem certamente a justificação de melhores resultados para os internamentos. Por outro lado, e como já referido, quanto maior a dimensão populacional dos concelhos, maior a dimensão dos fenómenos estudados e maior a facilidade da sua modelação.

Deste modo, não é de estranhar que dos modelos identificados, os que apresentaram maior capacidade explicativa tenham sido os relativos a internamentos hospitalares de residentes em Lisboa. Neste concelho, e para qualquer um dos três grupos de doença considerados, os modelos que descrevem as associações existentes entre os internamentos diários da população total e os níveis diários de PM_{10} ou de NO_2 foram os que proporcionaram uma maior explicação.

No relacionamento dos internamentos de lisboetas por todas as causas, excepto causas externas com o PM_{10} ou com o NO_2 , alcançou-se uma capacidade explicativa (*deviance explained*) máxima que rondou os 64%. Na associação dos internamentos de lisboetas por doenças do aparelho respiratório com aqueles poluentes, o melhor modelo apresentava uma capacidade explicativa de 58% e na modelação dos internamentos por doenças do aparelho circulatório com o PM_{10} ou com o NO_2 , a maior capacidade explicativa (de 45%) foi igualmente identificada para Lisboa.

Os impactes sobre a mortalidade e sobre o internamento hospitalar dos residentes nos quatro concelhos analisados, foram quase sempre mais altos nos grupos etários específicos do que na população total (todas as idades). Esta constatação resulta da comparação de efeitos de cada poluente, relativos ao mesmo desfasamento temporal. Os resultados obtidos indicam que o incremento da concentração diária dos poluentes provocou maiores acréscimos na mortalidade e no internamento hospitalar diário de jovens (≤ 14 anos). A magnitude dos efeitos dos poluentes atmosféricos na mortalidade e no internamento hospitalar diário de idosos (≥ 65 anos) foi na maioria dos casos superior à estimada para a população total, mas sempre inferior à estimada para a população jovem. Estes resultados são corroborados por diversas investigações^{53, 54}.

Relativamente aos três grupos de causas considerados, verificou-se que os acréscimos de mortalidade e de internamentos hospitalares, que são atribuíveis à poluição atmosférica, foram mais altos nas doenças do aparelho respiratório e mais reduzidos no total de causas, com exclusão das externas, tendo as doenças do aparelho circulatório apresentado valores intermédios. A diferenciação dos efeitos da poluição atmosférica por causas e a progressão identificada vão ao encontro dos resultados obtidos por estudos congéneres^{5, 24}.

Os resultados obtidos também indicam que dentro de cada grupo etário, o desfasamento temporal entre a exposição e o internamento foi maior nas doenças do aparelho respiratório, do que nas outras doenças. Este aspecto (mais notório em Lisboa, nos poluentes PM₁₀ e NO₂, e com maior destaque nos jovens) poderá ser justificado pela mais lenta progressão das doenças do aparelho respiratório, que ocasiona que o efeito nocivo da poluição atmosférica só seja notável para maiores desfasamentos temporais^{38, 61}.

PM₁₀

A comparação dos níveis médios diários de PM₁₀, no período 2000-2007, para os quatro concelhos estudados, indica que Lisboa apresentou em média concentrações mais baixas do poluente (30,6 µg/m³) enquanto Matosinhos evidenciou as mais altas (41,8 µg/m³). As mais elevadas concentrações médias diárias de PM₁₀ verificadas em concelhos da região Norte, são reconhecidas pelas autoridades locais que verificaram “níveis preocupantes de partículas em suspensão”⁶² através de uma análise histórica que demonstrou a ultrapassagem de valores limites definidos na legislação. Na maioria dos anos do período 2000-2007, a estação de fundo dos Olivais, em Lisboa, evidenciou igualmente ultrapassagens do valor limite diário para protecção da saúde humana definido para o PM₁₀ (50 µg/m³, a não serem excedidos mais de 35 vezes em cada ano civil). Enquanto os elevados níveis de partículas registados na região Norte têm origem no tráfego automóvel, na indústria e na combustão residencial⁶³, Ferreira e colaboradores⁶⁴ esclarecem que na região de Lisboa e Vale do Tejo, a principal fonte das elevadas concentrações de partículas é o tráfego automóvel.

Dos resultados anteriormente apresentados conclui-se que o poluente PM₁₀ teve um efeito estatisticamente significativo quer na mortalidade quer no internamento hospitalar das populações residentes nos concelhos estudados, dado que variações das respectivas concentrações diárias conduziram a aumentos nas médias diárias de óbitos e de internamentos hospitalares.

Contrariamente ao esperado, face às maiores concentrações médias diárias de PM₁₀ verificadas em Matosinhos, os maiores aumentos na mortalidade e nos internamentos diários não foram estimados para os residentes naquele concelho. Apesar dos desfasamentos entre a medição do poluente e o efeito na saúde não viabilizarem comparações com Matosinhos, os concelhos da Maia e Valongo revelaram maiores riscos relativos (RR%) de morte ou de internamento do que o concelho de Matosinhos. O conhecimento mais aprofundado dos profissionais de saúde da região Norte sobre a saúde das populações estudadas, poderá eventualmente auxiliar no esclarecimento destes resultados.

Diversos estudos estimaram efeitos do PM₁₀ na mortalidade^{6, 24, 37, 65}, e no internamento hospitalar^{54, 66-71}, que vão ao encontro das magnitudes obtidas no presente trabalho e que comprovam maiores impactos nos estratos etários mais vulneráveis (jovens e idosos), bem como maiores riscos nas doenças dos aparelhos respiratório e circulatório do que no total de doenças.

NO₂

Os níveis de NO₂ estão, normalmente, relacionados com a densidade populacional e com as principais vias de tráfego⁷². Deste modo, as concentrações mais elevadas de NO₂ ocorrem usualmente nos grandes aglomerados urbanos, onde se verifica um tráfego diário mais intenso. Consequentemente, foi em Lisboa que entre 2000 e 2007 se verificaram as maiores concentrações em médias diárias de NO₂ (30,2 µg/m³), que não foram contudo muito discrepantes das observadas em Valongo (29,9 µg/m³) ou

em Matosinhos (29,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). A análise dos níveis diários de NO_2 no período citado permitiu ainda compreender que Valongo e Matosinhos apresentaram maiores medianas daqueles níveis (respectivamente 27,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e 26,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) do que Lisboa (26,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Os resultados obtidos atestam que o NO_2 produziu acréscimos estatisticamente significativos na mortalidade dos residentes em Lisboa e em Matosinhos, e nos internamentos hospitalares dos residentes nos 4 concelhos considerados.

Os acréscimos diários de óbitos e de internamentos hospitalares, atribuíveis à exposição de curto prazo ao NO_2 , estimados no presente estudo são da ordem de grandeza dos descritos por investigações congéneres^{73-79, 59, 5, 53}. A progressão dos riscos de morte e de internamento hospitalar da totalidade de doenças para as doenças dos aparelhos circulatório e respiratório, bem como a verificação de maiores riscos entre os jovens e os idosos, também foram reconhecidas pelos investigadores citados.

SO₂

A emissão de SO_2 está directamente relacionada com as grandes indústrias de produção de energia, nomeadamente as centrais termoeléctricas, e com as grandes indústrias de produção, tais como cimenteiras, metalúrgicas, produção de pasta de papel e química⁷². Na região Norte, e particularmente em Matosinhos, os elevados níveis de SO_2 observados na estação de Leça do Balio podem ser explicados pela influência dos processos de combustão resultantes das indústrias implantadas no concelho, bem como pela actividade desenvolvida no Porto de Leixões. Crê-se que o tráfego aéreo, resultante da laboração dos aeroportos Francisco Sá Carneiro (situado na Maia e em Matosinhos) e Portela (situado em Lisboa), também possa contribuir para aumentar os níveis de SO_2 medidos nos concelhos correspondentes.

No período 2000-2007, as mais elevadas concentrações médias diárias de SO_2 ocorreram na região Norte, variando entre 4,50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ na Maia e 7,32 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ em Matosinhos. Apesar das mais reduzidas concentrações médias diárias de SO_2 verificadas em Lisboa (2,96 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), os resultados alcançados permitem concluir que o SO_2 teve efeitos estatisticamente significativos ($p < 0,05$) sobre a mortalidade e o internamento hospitalar diário dos lisboetas, bem como sobre internamento hospitalar dos habitantes em Matosinhos e na Maia.

Comparativamente a estudos homólogos, que também analisaram a associação existente entre a exposição de curto prazo ao SO_2 e a mortalidade diária em cidades europeias^{37, 58, 71, 78, 80}, os riscos relativos de morte (RR%) estimados através da presente investigação denotam idêntica progressão por causas e grupos etários, sendo no entanto mais elevados.

Apesar dos níveis médios diários de SO_2 terem sido, no período em análise, mais reduzidos na Maia do que em Matosinhos, os efeitos no internamento hospitalar ocasionados pela exposição de curto prazo àquele poluente parecem ter sido maiores para os residentes na Maia do que para os residentes em Matosinhos. A explanação destes resultados carece de um conhecimento mais detalhado do que o disponível sobre a saúde das populações estudadas.

Diversos autores identificaram associações positivas e significativas entre a exposição de curto prazo ao SO_2 e as admissões hospitalares diárias^{67, 74, 77, 81-85}. Os riscos relativos de internamento (RR%) obtidos

na presente investigação são de um modo geral mais elevados do que os publicados pelos estudos citados, muito embora revelem similar variação entre grupos etários e entre causas.

A discordância nas magnitudes dos riscos relativos de morte e de internamento obtidos no actual estudo com outras investigações, poderá ser eventualmente justificada pela adopção de modelos uni-poluentes. Alguns investigadores^{37, 58, 71, 78} verificaram que os efeitos do SO₂ sobre a mortalidade podem decrescer e/ou perder a significância estatística, quando se consideram efeitos de outros poluentes, a par do efeito do SO₂. Analogamente, outros investigadores⁸⁵⁻⁸⁷ constataram que a associação do SO₂ com o internamento hospitalar diário pode enfraquecer e/ou deixar de ser significativa, após ajustamento para os efeitos de curto prazo de outros poluentes, nomeadamente o PM₁₀, o NO₂ ou o CO.

A análise exploratória desenvolvida no âmbito do actual estudo comprovou a existência de correlações positivas e significativas entre as concentrações diárias de SO₂ e as concentrações diárias dos restantes poluentes estudados. A correlação entre os níveis diários de SO₂ e de PM₁₀ em Lisboa ($r=0,40$, $p<0,01$) é exemplificativa do verificado. Admite-se por isso, que a adopção de modelos multi-poluentes pudesse ter conduzido à estimação de efeitos do SO₂ sobre a mortalidade e sobre o internamento, inferiores aos obtidos através de modelos uni-poluentes.

Apesar do presente estudo ter comprovado que o SO₂ teve efeitos adversos quer na mortalidade, quer no internamento hospitalar das populações estudadas, a maior magnitude dos riscos relativos (RR%) estimados comparativamente a outros estudos, sugere a realização de investigação adicional sobre os efeitos na saúde devidos à exposição de curto prazo a este poluente.

O₃

Atendendo à origem principal do O₃ (reações fotoquímicas de outros poluentes, tais como os NO_x e compostos orgânicos voláteis), as mais elevadas concentrações deste poluente são usualmente observadas em dias em que se verificam temperaturas altas⁷². Em Portugal, as emissões de substâncias precursoras do O₃ excederam, desde 1990, o objectivo estipulado para 2010 pela Directiva Comunitária sobre estas substâncias⁶². Ao longo do período 2000-2007, Valongo foi dos 4 concelhos analisados o único onde (em 2006) houve mais de 25 ultrapassagens anuais do valor alvo para protecção da saúde humana (de 120 µg/m³ para o O₃8h).

Dos resultados anteriormente apresentados conclui-se que o poluente O₃ teve um efeito estatisticamente significativo quer na mortalidade dos residentes nos concelhos de Lisboa e Matosinhos, quer no internamento hospitalar dos residentes nos quatro concelhos considerados.

Os riscos relativos de morte identificados para o O₃ (ou do O₃8h) em semestre seco são da ordem de grandeza dos reportados por estudos afins^{36, 58, 80, 88-90}. A maioria das investigações verificou maiores efeitos na mortalidade por doenças do aparelho circulatório do que na mortalidade devida ao total de doenças, mas nem todos os estudos²⁴ comprovaram que o O₃ teve efeitos significativos sobre a mortalidade por causas respiratórias. A identificação de maiores riscos de morte nos idosos, apenas foi evidenciada por alguns investigadores⁹¹.

A presente investigação evidenciou que os efeitos sobre o internamento hospitalar ocasionados pela exposição de curto prazo ao O₃ (ou ao O₃8h) foram maiores nas causas respiratórias e mais reduzidos no total de causas (excluindo as causas externas). Nos grupos populacionais mais vulneráveis (jovens e

idosos), estes efeitos foram superiores aos obtidos para a população total. A comparabilidade destes resultados com os apresentados por investigações homólogas foi muito dificultada pelo facto de muitos investigadores terem analisado diferentes medidas dos níveis de O₃, nomeadamente concentrações máximas horárias e médias octo-horárias. Apesar desta circunstância, os aspectos referidos também foram verificados por alguns investigadores ^{76, 82, 87, 92, 93} que comprovaram a existência de associações positivas e significativas entre os níveis diários do O₃ (ou do O₃8h) e as admissões hospitalares diárias. A dimensão dos efeitos estimados no presente trabalho é também concordante com a escala de variação dos efeitos estimados por aqueles investigadores.

CO

Os níveis de CO estão fortemente correlacionados com a intensidade de tráfego, dado que os transportes rodoviários são o sector de actividade que mais contribui para as emissões deste poluente para a atmosfera, a par da combustão residencial e comercial ⁶².

A comparação dos níveis de CO em diversas estações de monitorização na região Norte ⁶² evidenciou que as estações de fundo apreciadas nos concelhos de Matosinhos e Maia (Leça do Balio e Vila Nova da Telha) sofrem uma influência mais directa do que o recomendado das fontes emissoras de CO, facto que se reproduziu na apresentação de concentrações mais elevadas do que algumas estações de tráfego ou industriais situadas na mesma região. Este aspecto pode constituir explicação para os menores níveis médios de CO verificados em Lisboa desde 2001, comparativamente aos dois concelhos da região Norte.

Baseando-se na inexistência de ultrapassagens do valor limite diário de CO para protecção da saúde humana na maioria das estações situadas em Portugal, a mesma fonte ⁶² refere que o CO não é um poluente atmosférico problemático a nível nacional.

Os resultados obtidos confirmam que o CO (ou o CO8h) produziu acréscimos estatisticamente significativos tanto na mortalidade, como nos internamentos hospitalares dos residentes em Lisboa, na Maia e em Matosinhos.

A investigação desenvolvida comprovou que a exposição de curto prazo ao CO teve efeitos na mortalidade e no internamento hospitalar que globalmente parecem ser mais reduzidos do que os efeitos ocasionados pela exposição a outros poluentes. Os acréscimos diários de óbitos e de internamentos hospitalares estimados vão ao encontro dos descritos por investigações congéneres ^{31, 68, 69, 76, 83, 84, 94}, que também verificaram uma progressão dos riscos de morte e de internamento hospitalar da totalidade de doenças para as doenças dos aparelhos circulatório e respiratório, bem como maiores riscos entre os jovens e os idosos.

6 CONCLUSÕES

O presente estudo comprovou que os poluentes atmosféricos analisados (PM₁₀, NO₂, SO₂, O₃ e CO) tiveram efeitos estatisticamente significativos na mortalidade e no internamento hospitalar dos residentes nos concelhos estudados (Matosinhos, Maia, Valongo e Lisboa). Os efeitos identificados correspondem a acréscimos do número médio diário de óbitos e de internamentos.

Notou-se que os efeitos na saúde foram substancialmente maiores nas doenças dos aparelhos respiratório e circulatório do que no total de doenças.

Em cada grupo de doença, verificou-se a existência de maiores riscos de internamento na população jovem, riscos intermédios para os idosos e menores riscos para a totalidade da população.

Demonstrou-se que os efeitos na mortalidade de idosos (com 65 e mais anos) foram superiores aos estimados para a população geral. A investigação não permitiu contudo comprovar a existência de efeitos de maior magnitude na mortalidade de jovens (idade inferior a 15 anos), devido ao reduzido número de óbitos neste grupo etário.

Obtiveram-se melhores ajustamentos na modelação dos internamentos hospitalares do que nos modelos identificados para a mortalidade, muito provavelmente devido ao maior número de eventos diários de internamento.

Os efeitos descritos neste estudo foram seleccionados através de critérios de significância estatística, que podem não reflectir o efeito de maior magnitude do poluente atmosférico sobre a doença. Acresce ao citado, o facto de estes efeitos terem sido estimados, por poluente, para um só dia do período de curto prazo considerado (8 dias). Os resultados obtidos revelaram que a poluição atmosférica produz efeitos, quer na mortalidade quer no internamento, em múltiplos dias subsequentes à exposição.

Face ao exposto, futuros desenvolvimentos da presente investigação deverão contemplar efeitos cumulativos de curto prazo dos poluentes, efeitos conjuntos de vários poluentes (modelos multi-poluentes) e critérios de selecção de modelos que a par da significância estatística, descrevam os efeitos de maior magnitude.

7 REFERÊNCIAS

1. Hastie T, Tibshirani R. Generalized Additive Models. London; 1990.
2. Duchiae P. Air pollution and Respiratory Diseases: A review. Caderno de Saúde pública. 1992; **8**: 19.
3. Ostro B. Outdoor air pollution – Assessing the environmental burden of disease at national and local levels. Geneva: World Health Organization; 2004.
4. WHO. Air quality and health. Fact sheet N°313. Updated August 2008. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/en/index.html>; 2008.
5. World Health Organization. Occupational and Environmental Health Team. WHO Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide : global update 2005 : summary of risk assessment. Geneva: World Health Organization; 2006.
6. World Health Organization. Regional Office for Europe. Health aspects of air pollution : results from the WHO project "Systematic review of health aspects of air pollution in Europe". Copenhagen: WHO Regional Office for Europe; 2004.
7. Brook RD, Franklin B, Cascio W, Hong YL, Howard G, Lipsett M, 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. 2004; **109**(21): 2655-71.
8. Daigle C, Chalupa D, Gibb F, Morrow P, Oberdörster G, Utell M, et al. Ultrafine particle deposition in humans during rest and exercise. Inhal Toxicol. 2003; **15**(6): 539-52.
9. Ferreira F, Mesquita, S., Tente, H., Torres, P., Esgalhado, F., Santos, E., Carreira, P., Jardim, D. Avaliação preliminar da qualidade do ar em Portugal, no âmbito da Directiva 1999/30/CE - SO₂, NO₂, NO_x, PM₁₀ e Pb. Lisboa; 2002.
10. Atkinson R. Atmospheric chemistry of VOCs and NO_x. Atmospheric Environment. 2000; **34**(12-14): 2063-101.
11. Folinsbee LJ. HUMAN HEALTH-EFFECTS OF AIR-POLLUTION. Environmental Health Perspectives. 1993; **100**: 45-56.
12. Zielinska B. Atmospheric transformation of diesel emissions. Exp Toxicol Pathol. 2005; **57 Suppl 1**: 31-42.
13. Jenkin ME, Clemitshaw KC. Ozone and other secondary photochemical pollutants: chemical processes governing their formation in the planetary boundary layer. Atmospheric Environment. 2000; **34**(16): 2499-527.
14. Ambiente Md. Decreto-Lei nº 276/99 de 23 de Julho de 1999, DR 170/99 - SÉRIE I-A. 1999.
15. DL. Decreto Lei nº111/2002 de 16 de Abril.
16. DL. Decreto Lei nº320/2003 de 20 de Dezembro.
17. Medina S, group atcmotA. WP5: Health Impact Assessments. Full Report on HIA of Outdoor Air Pollution. ENHIS-1 (First phase of the ENvironment and Health Information System) Final report and Appendices. Saint-Maurice: Institut de Veille Sanitaire; 2005.
18. Katsouyanni K. Ambient air pollution and health. British Medical Bulletin. 2003; **68**: 143-56.
19. Ware JH, Spengler JD, Neas LM, Samet JM, Wagner GR, Coultas D, et al. RESPIRATORY AND IRRITANT HEALTH-EFFECTS OF AMBIENT VOLATILE ORGANIC-COMPOUNDS - THE KANAWHA COUNTY HEALTH STUDY. American Journal of Epidemiology. 1993; **137**(12): 1287-301.
20. Rumchev K, Spickett J, Bulsara M, Phillips M, Stick S. Association of domestic exposure to volatile organic compounds with asthma in young children. Thorax. 2004; **59**(9): 746-51.
21. Ballester F, Tenias JM, Perez-Hoyos S. Air pollution and emergency hospital admissions for cardiovascular diseases in Valencia, Spain. Journal of Epidemiology and Community Health. 2001; **55**(1): 57-65.
22. Conceicao GMS, Miraglia S, Kishi HS, Saldiva PHN, Singer JM. Air pollution and child mortality: A time-series study in Sao Paulo, Brazil. Environmental Health Perspectives. 2001; **109**: 347-50.
23. Pope CA. Epidemiology of fine particulate air pollution and human health: Biologic mechanisms and who's at risk? Environmental Health Perspectives. 2000; **108**: 713-23.

24. Anderson HR, Atkinson RW, Peacock JL, Marston L, Konstantinou K. Meta-analysis of time-series studies and panel studies of Particulate Matter (PM) and Ozone (O₃). London, United Kingdom; 2004.
25. Hoek G, Brunekreef B. ACUTE EFFECTS OF A WINTER AIR-POLLUTION EPISODE ON PULMONARY-FUNCTION AND RESPIRATORY SYMPTOMS OF CHILDREN. Archives of Environmental Health. 1993; **48**(5): 328-35.
26. Braunfahrlander C, Ackermannliebrich U, Schwartz J, Gnehm HP, Rutishauser M, Wanner HU. AIR-POLLUTION AND RESPIRATORY SYMPTOMS IN PRESCHOOL-CHILDREN. American Review of Respiratory Disease. 1992; **145**(1): 42-7.
27. Schwartz J. Air pollution and children's health. Pediatrics. 2004; **113**(4): 1037-43.
28. Aga E, Samoli E, Touloumi G, Anderson HR, Cadum E, Forsberg B, et al. Short-term effects of ambient particles on mortality in the elderly: results from 28 cities in the APHEA2 project. European Respiratory Journal. 2003; **21**: 28S-33S.
29. Cakmak S, Dales RE, Vidal CB. Air pollution and mortality in Chile: Susceptibility among the elderly. Environmental Health Perspectives. 2007; **115**(4): 524-7.
30. Samet J, Zeger S, Dominici F, Curriero F, Coursac I, Dockery D, et al. The National Morbidity, Mortality, and Air Pollution Study Part II: Morbidity and Mortality from Air Pollution in the United States: The Health Effects Institute; 2000.
31. Barnett AG, Williams GM, Schwartz J, Best TL, Neller AH, Petroeschevsky AL, et al. The effects of air pollution on hospitalizations for cardiovascular disease in elderly people in Australian and New Zealand cities. Environmental Health Perspectives. 2006; **114**(7): 1018-23.
32. Kunzli N, Medina S, Kaiser R, Quenel P, Horak F, Studnicka M. Assessment of deaths attributable to air pollution: Should we use risk estimates based on time series or on cohort studies? American Journal of Epidemiology. 2001; **153**(11): 1050-5.
33. Bell ML, Samet JM, Dominici F. Time-series studies of particulate matter. Annual Review of Public Health. 2004; **25**: 247-80.
34. HEI. Revised analysis of time-series studies of air pollution and health. Cambridge: Health Effects Institute; 2003.
35. Schwartz J, Dockery DW. INCREASED MORTALITY IN PHILADELPHIA ASSOCIATED WITH DAILY AIR-POLLUTION CONCENTRATIONS. American Review of Respiratory Disease. 1992; **145**(3): 600-4.
36. Kelsall JE, Samet JM, Zeger SL, Xu J. Air pollution and mortality in Philadelphia, 1974-1988. American Journal of Epidemiology. 1997; **146**(9): 750-62.
37. Katsouyanni K, Touloumi G, Spix C, Schwartz J, Balducci F, Medina S, et al. Short term effects of ambient sulphur dioxide and particulate matter on mortality in 12 European cities: Results from time series data from the APHEA project. British Medical Journal. 1997; **314**(7095): 1658-63.
38. Schwartz J. The distributed lag between air pollution and daily deaths. Epidemiology. 2000; **11**(3): 320-6.
39. Rossi G, Vigotti MA, Zanobetti A, Repetto F, Gianelle V, Schwartz J. Air pollution and cause-specific mortality in Milan, Italy, 1980-1989. Archives of Environmental Health. 1999; **54**(3): 158-64.
40. INE. Instituto Nacional de Estatística. Estatísticas da Saúde 2005. Lisboa.; 2006.
41. Garber W, Colosio J, Grittner S, Larssen S, Rasse D, Schneider J, et al. Guidance on the Annexes to Dec. 97/101/EC on Exchange of Information as revised by Dec. 2001/752/EC.: European Commission, DG Environment.; 2002.
42. Katsouyanni K, Schwartz J, Spix C, Touloumi G, Zmirou D, Zanobetti A, et al. Short term effects of air pollution on health: A European approach using epidemiologic time series data: The APHEA protocol. Journal of Epidemiology and Community Health. 1996; **50**: S12-S8.
43. Medina S, Plasencia A, Artazcoz L, Quénel P, Katsouyanni K, Mücke H, et al. APHEIS Air Pollution and Health: a European Information System. Final scientific report, 1999-2000. Saint-Maurice: Institut de Veille Sanitaire.; 2001.
44. ECA&D. European CLimate Assesment and Dataset. <http://eca.knmi.nl/dailydata/index.php>.

45. DEP. Médicos–Sentinela. O que se fez em 2007.[Portuguese GP Network. What was done in 2007]. Lisbon: Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge [National Institute of Health Dr. Ricardo Jorge]; 2009.
46. Akaike H. NEW LOOK AT STATISTICAL-MODEL IDENTIFICATION. *Ieee Transactions on Automatic Control*. 1974; **AC19**(6): 716-23.
47. Calado R NP, Catarino J, Paixão E, Botelho J, Carreira M, Marinho Falcão J. Onda de calor de Agosto de 2003: os seus efeitos sobre a mortalidade da população portuguesa. Relatório técnico. Lisboa: Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge; 2004.
48. ENHIS-1 P. WP5 - Health Impact Assessment of Air Pollution – Local City Report: Lisbon. In: Seminário “Poluição do Ar e Saúde” CAeS, editor. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian,; 2006.
49. Almeida S, Nogueira P. Impactos da Poluição Atmosférica na Saúde: Alguns resultados. Observações: Observatório Nacional de Saúde do Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge, Lisboa; 2007.
50. Lira M, Nicolau R, Machado A. Avaliação do Impacte da Poluição Atmosférica na Mortalidade e nos Internamentos Hospitalares (Working Packages 3 e 4). In Relatório de progresso do projecto RISKAR LX - Avaliação do Risco Associado à Poluição Atmosférica em Lisboa: Departamento de Epidemiologia do Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge; 2009.
51. Nicolau R, Machado A, Lira M. Effect of short-term exposure to air pollution on daily hospital admissions of Lisbon inhabitants: an application using Generalized Additive Models. *Statistical Modelling: Challenges in Health - StaM2010*. Lisbon; 2010. p. 68-70.
52. Nicolau R, Machado A, Marinho Falcão J. Concordância Geográfica de Riscos Extremos de Morte e de Internamento Hospitalar em Portugal Continental (2000-2004). Lisboa; 2009.
53. Larrieu S, Jusot JF, Blanchard M, Prouvost H, Declercq C, Fabre P, et al. Short term effects of air pollution on hospitalizations for cardiovascular diseases in eight French cities: The PSAS program. *Science of the Total Environment*. 2007; **387**: 105-12.
54. Le Tertre A, Medina S, Samoli E, Forsberg B, Michelozzi P, Boumghar A, et al. Short-term effects of particulate air pollution on cardiovascular diseases in eight European cities. *J Epidemiol Community Health*. 2002; **56**(10): 773-9.
55. Dominici F, McDermott A, Hastie TJ. Improved semiparametric time series models of air pollution and mortality. *Journal of the American Statistical Association*. 2004; **99**(468): 938-48.
56. Ramsay T, Burnett R, Krewski D. The effect of concurvity in generalized additive models linking mortality to ambient particulate matter. *Epidemiology*. 2003; **14**(1): 18-23.
57. Figueiras A, Roca-Pardiñas J, Cadarso-Suárez C. A bootstrap method to avoid the effect of concurvity in generalised additive models in time series studies of air pollution. *J Epidemiol Community Health*. 2005; **59**(10): 881-4.
58. Quénel P, Cassadou S, Declercq C, Eilstein D, Filleul L, Le Goaster C, et al. Surveillance épidémiologique Air & Santé. Surveillance des effets sur la santé liés à la pollution atmosphérique en milieu urbain. Rapport de l'étude. Paris: Institut de Veille Sanitaire; 1999.
59. Peel J, Tolbert P, Klein M, Metzger K, Flanders W, Todd K, et al. Ambient air pollution and respiratory emergency department visits. *Epidemiology*. 2005; **16**(2): 164-74.
60. INE. Movimentos Pendulares e Organização do Território Metropolitano: Área Metropolitana de Lisboa e Área Metropolitana do Porto - 1991 - 2001.: Instituto Nacional de Estatística.; 2003.
61. Zanobetti A, Schwartz J, Samoli E, Gryparis A, Touloumi G, Peacock J, et al. The temporal pattern of respiratory and heart disease mortality in response to air pollution. *Environmental Health Perspectives*. 2003; **111**(9): 1188-93.
62. DAO-UA, CCDRN. Avaliação da Qualidade do Ar na Região Norte 2007. Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro; Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Norte.; 2009.
63. Borrego C, Miranda A, Martins H, Sousa S, Coutinho M, C R. Planos e programas para a melhoria da qualidade do ar na Região Norte: uma visão para o período 2001-2006.: Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro; Instituto do Ambiente e Desenvolvimento; Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Norte; 2008.

64. Ferreira F, Nogueira L, Almeida C, Tente H, Martins A, Monjardino J, et al. Planos e Programas para a melhoria da qualidade do ar na Região de Lisboa e Vale do Tejo – Versão Revista. Lisboa: DCEA – FCT/UNL, CCDD-LVT, INVENTAR; 2006.
65. Katsouyanni K, Touloumi G, Samoli E, Gryparis A, Le Tertre A, Monopolis Y, et al. Confounding and effect modification in the short-term effects of ambient particles on total mortality: Results from 29 European cities within the APHEA2 project. *Epidemiology*. 2001; **12**(5): 521-31.
66. Schwartz J. Air pollution and hospital admissions for respiratory disease. *Epidemiology*. 1996; **7**(1): 20-8.
67. Schwartz J, Spix C, Touloumi G, Bacharova L, Barumamdzadeh T, leTertre A, et al. Methodological issues in studies of air pollution and daily counts of deaths or hospital admissions. *Journal of Epidemiology and Community Health*. 1996; **50**: S3-S11.
68. Schwartz J. Air pollution and hospital admissions for heart disease in eight US counties. *Epidemiology*. 1999; **10**(1): 17-22.
69. Linn WS, Szlachcic Y, Gong H, Kinney PLe, K.T. Air pollution and daily hospital admissions in metropolitan Los Angeles. *Environmental Health Perspectives*. 2000; **108**(5): 427-34.
70. Biggeri A, Bellini P, Terracini B, Italian MG. Meta-analysis of the Italian studies on short-term effects of air pollution. *Epidemiol Prev*. 2001; **25**(2 Suppl): 1-71.
71. Ballester F, Saez M, Perez-Hoyos S, Iniguez C, Gandarillas A, Tobias A, et al. The MECAM project: a multicentre study on air pollution and mortality in Spain: combined results for particulates and for sulfur dioxide. *Occupational and Environmental Medicine*. 2002; **59**(5): 300-8.
72. DRAGAA. Direção Regional do Ambiente do Governo Autónomo do Açores. Relatório da Qualidade do Ar em 2009 na Região Autónoma dos Açores. <http://www.azores.gov.pt/NR/rdonlyres/75D7D84F-78BC-4C3B-9BED-5AFC80690808/0/RQA2009.pdf>; 2009.
73. Gouveia N, Fletcher T. Respiratory diseases in children and outdoor air pollution in Sao Paulo, Brazil: a time series analysis. *Occupational and Environmental Medicine*. 2000; **57**(7): 477-83.
74. Dab W, Medina S, Quénel P, Le Moullec Y, Le Tertre A, Thelot B, et al. Short term respiratory health effects of ambient air pollution: results of the APHEA project in Paris. *J Epidemiol Community Health*. 1996; **50 Suppl 1**: s42-6.
75. Michelozzi P, Forastiere F, Fusco D, Perucci CA, Ostro B, Ancona C, et al. Air pollution and daily mortality in Rome, Italy. *Occupational and Environmental Medicine*. 1998; **55**(9): 605-10.
76. Fusco D, Forastiere F, Michelozzi P, Spadea T, Ostro B, Arcà M, et al. Air pollution and hospital admissions for respiratory conditions in Rome, Italy. *Eur Respir J*. 2001; **17**(6): 1143-50.
77. Wong CM, Atkinson RW, Anderson HR, Hedley AJ, Ma S, Chau PYK, et al. A tale of two cities: Effects of air pollution on hospital admissions in Hong Kong and London compared. *Environmental Health Perspectives*. 2002; **110**(1): 67-77.
78. Stieb DM, Judek S, Burnett RT. Meta-analysis of time-series studies of air pollution and mortality: Update in relation to the use of generalized additive models. *Journal of the Air & Waste Management Association*. 2003; **53**(3): 258-61.
79. Metzger KB, Tolbert PE, Klein M, Peel JL, Flanders WD, Todd K, et al. Ambient air pollution and cardiovascular emergency department visits. *Epidemiology*. 2004; **15**(1): 46-56.
80. Hoek G, Brunekreef B, Verhoeff A, Van Wijnen J, Fischer P. Daily mortality and air pollution in The Netherlands. *J Air Waste Manag Assoc*. 2000; **50**(8): 1380-9.
81. Oftedal B, Nafstad P, Magnus P, Bjørkly S, Skrandal A. Traffic related air pollution and acute hospital admission for respiratory diseases in Drammen, Norway 1995-2000. *Eur J Epidemiol*. 2003; **18**(7): 671-5.
82. Wong TW, Lau TS, Neller A, Wong SL, Tam W, Pang SW. Air pollution and hospital admissions for respiratory and cardiovascular diseases in Hong Kong. *Occup Environ Med*. 1999; **56**(10): 679-83.
83. Gouveia N, Mendonça G, Leon A, Correia J, Junger W, Freitas C, et al. Poluição do ar e efeitos na saúde nas populações de duas grandes metrópoles brasileiras. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*. 2003; **12**(1): 12.

84. Vigotti MA, Rossi G, Bisanti L, Zanobetti A, Schwartz J. Short term effects of urban air pollution on respiratory health in Milan, Italy, 1980-89. *Journal of Epidemiology and Community Health*. 1996; **50**: S71-S5.
85. Sunyer J, Ballester F, Tertre A, , Atkinson R, Ayres J, Forastiere F, et al. The association of daily sulfur dioxide air pollution levels with hospital admissions for cardiovascular diseases in Europe (The Aphea-II study). *Eur Heart J*. 2003; **24**(8): 752-60.
86. Sunyer J, Atkinson R, Ballester F, Le Tertre A, Ayres JG, Forastiere F, et al. Respiratory effects of sulphur dioxide: a hierarchical multicity analysis in the APHEA 2 study. *Occup Environ Med*. 2003; **60**(8): e2.
87. Schouten JP, Vonk JM, De Graaf A. Short term effects of air pollution on emergency hospital admissions for respiratory disease: results of the APHEA project in two major cities in The Netherlands, 1977-89. *J Epidemiol Community Health*. 1996; **50 Suppl 1**: s22-9.
88. Saez M, Ballester F, Barceló M, Pérez-Hoyos S, Bellido J, Tenías J, et al. A combined analysis of the short-term effects of photochemical air pollutants on mortality within the EMECAM project. *Environ Health Perspect*. 2002; **110**(3): 221-8.
89. López-Villarrubia E, Ballester F, Iñiguez C, Peral N. Air pollution and mortality in the Canary Islands: a time-series analysis. *Environ Health*. 2010; **9**: 8.
90. Le Tertre A, Quénel P, Eilstein D, Medina S, Prouvost H, Pascal L, et al. Short-term effects of air pollution on mortality in nine French cities: a quantitative summary. *Arch Environ Health*. 2002; **57**(4): 311-9.
91. Bell ML, Dominici F, Samet JM. A meta-analysis of time-series studies of ozone and mortality with comparison to the national morbidity, mortality, and air pollution study. *Epidemiology*. 2005; **16**(4): 436-45.
92. Spix C, Anderson H, Schwartz J, Vigotti M, LeTertre A, Vonk J, et al. Short-term effects of air pollution on hospital admissions of respiratory diseases in Europe: a quantitative summary of APHEA study results. *Air Pollution and Health: a European Approach*. *Arch Environ Health*. 1998; **53**(1): 54-64.
93. Ponce de Leon A, Anderson H, Bland J, Strachan D, Bower J. Effects of air pollution on daily hospital admissions for respiratory disease in London between 1987-88 and 1991-92. *J Epidemiol Community Health*. 1996; **50 Suppl 1**: s63-70.
94. Zeka A, Schwartz J. Estimating the independent effects of multiple pollutants in the presence of measurement error: an application of a measurement-error-resistant technique. *Environ Health Perspect*. 2004; **112**(17): 1686-90.

8 ANEXOS

ANEXO I - Coeficientes de correlação entre a mortalidade e internamentos diários e a concentração diária de poluentes, variáveis temporais, variáveis climáticas e variáveis descritoras de actividade gripal

Quadro I. 1 – Coeficientes de correlação de Pearson (r) entre a mortalidade e internamentos diários de residentes no concelho de Matosinhos e a concentração diária de poluentes, variáveis temporais, variáveis climáticas e variáveis descritoras de actividade gripal

	Mortalidade por:			Internamentos hospitalares por:		
	Todas as Causas excepto externas	Doenças do Aparelho Circulatório	Doenças do Aparelho Respiratório	Todas as Causas excepto externas	Doenças do Aparelho Circulatório	Doenças do Aparelho Respiratório
Poluentes						
PM ₁₀	0,044	0,038	0,029	0,111**	0,005	0,065**
NO ₂	0,074**	0,029	0,024	0,155**	0,057**	0,163**
SO ₂	0,002	0,001	-0,012	0,110**	0,035	0,025
O ₃ (Abril a Setembro)	0,041	0,004	0,063	-0,032	-0,003	0,073**
O ₃ 8h (Abril a Setembro)	0,026	-0,008	0,022	0,035	-0,011	0,041
CO	0,124**	0,094**	0,077**	0,097**	0,038*	0,219**
CO8h	0,112**	0,090**	0,071**	0,095**	0,039*	0,223**
Variáveis temporais						
Dia do período	-0,031	0,022	-0,007	-0,125**	-0,044*	0,006
Ano	-0,029	0,028	0,003	-0,112**	-0,038*	0,038*
Semestre (húmido ou seco)	-0,177**	-0,136**	-0,127**	-0,127**	-0,058**	-0,371**
Indicatriz do Inverno	0,152**	0,118**	0,128**	0,139**	0,045*	0,438**
Indicatriz da Primavera	-0,088**	-0,051*	-0,066**	-0,052**	0,032	-0,126**
Indicatriz do Verão	-0,113**	-0,108**	-0,066**	-0,085**	-0,066**	-0,279**
Indicatriz do Outono	0,052*	0,042	0,005	-0,001	-0,01	-0,028
Semana do ano	-0,015	-0,026	-0,050*	-0,109**	-0,052**	-0,251**
Dia da semana	-0,027	-0,029	-0,011	0,033	-0,006	0,01
Mês	-0,015	-0,025	-0,048*	-0,109**	-0,051**	-0,255**
Dia do mês	-0,022	-0,026	-0,031	-0,01	-0,016	0,017
Indicatriz de fins-de-semana e feriados	-0,018	-0,006	0,012	-0,362**	-0,167**	-0,069**
Variáveis climáticas						
Temperatura média diária	-0,130**	-0,079**	-0,100**	-0,084**	-0,068**	-0,344**
Temperatura mínima diária	-0,109**	-0,058*	-0,093**	-0,093**	-0,076**	-0,323**
Temperatura máxima diária	-0,129**	-0,091**	-0,094**	-0,053**	-0,044*	-0,330**
Diferença térmica diária	-0,061**	-0,064**	-0,027	0,035	0,028	-0,091**
Actividade gripal						
Taxa de incidência diária do síndrome gripal	0,168**	0,126**	0,131**	0,145**	0,046*	0,417**
Indicatriz de períodos epidémicos do síndrome gripal	0,136**	0,096**	0,113**	0,115**	0,037*	0,342**

Coeficientes de correlação de Pearson: ** significativos a 1%, * significativos a 5%

Quadro I. 2 – Coeficientes de correlação de Pearson (r) entre a mortalidade e internamentos diários de residentes no concelho de Maia e a concentração diária de poluentes, variáveis temporais, variáveis climáticas e variáveis descritoras de actividade gripal

	Mortalidade por:			Internamentos hospitalares por:		
	Todas as Causas excepto externas	Doenças do Aparelho Circulatório	Doenças do Aparelho Respiratório	Todas as Causas excepto externas	Doenças do Aparelho Circulatório	Doenças do Aparelho Respiratório
Poluentes						
PM ₁₀	0,062**	0,020	0,032	0,096**	0,020	0,106**
NO ₂	0,083**	0,059*	0,047*	0,119**	0,033	0,128**
SO ₂	-0,003	-0,010	0,005	0,036	-0,009	-0,01
O ₃ (Abril a Setembro)	0,076*	0,004	0,000	0,018	0,024	0,056*
O ₃ 8h (Abril a Setembro)	0,064	-0,017	0,015	0,071**	0,022	0,054*
CO	0,092**	0,063**	0,032	0,045*	0,029	0,149**
CO8h	0,098**	0,064**	0,035	0,041*	0,032	0,158**
Variáveis temporais						
Dia do período	-0,007	-0,006	0,033	-0,046*	0,017	0,074**
Ano	0,013	0,008	0,04	-0,033	0,022	0,101**
Semestre (húmido ou seco)	-0,127**	-0,117**	-0,074**	-0,098**	-0,064**	-0,287**
Indicatriz do Inverno	0,127**	0,106**	0,102**	0,133**	0,061**	0,356**
Indicatriz da Primavera	-0,013	-0,031	-0,034	-0,025	-0,004	-0,062**
Indicatriz do Verão	-0,111**	-0,097**	-0,034	-0,075**	-0,069**	-0,231**
Indicatriz do Outono	-0,001	0,023	-0,034	-0,032	0,012	-0,060**
Semana do ano	-0,100**	-0,068**	-0,032	-0,104**	-0,038*	-0,210**
Dia da semana	-0,033	0,005	-0,025	0,060**	0,026	-0,003
Mês	-0,099**	-0,066**	-0,031	-0,103**	-0,037*	-0,212**
Dia do mês	-0,042	-0,031	-0,028	-0,006	-0,011	0,011
Indicatriz de fins-de-semana e feriados	0,016	0,003	0,003	-0,273**	-0,093**	-0,043*
Variáveis climáticas						
Temperatura média diária	-0,114**	-0,104**	-0,051*	-0,061**	-0,070**	-0,254**
Temperatura mínima diária	-0,118**	-0,095**	-0,048*	-0,065**	-0,072**	-0,245**
Temperatura máxima diária	-0,106**	-0,103**	-0,052*	-0,036	-0,055**	-0,231**
Diferença térmica diária	-0,017	-0,038	-0,02	0,028	0,007	-0,040*
Actividade gripal						
Taxa de incidência diária do síndrome gripal	0,165**	0,131**	0,119**	0,141**	0,055**	0,331**
Indicatriz de períodos epidémicos do síndrome gripal	0,133**	0,095**	0,092**	0,113**	0,044*	0,272**

Coeficientes de correlação de Pearson: ** significativos a 1%, * significativos a 5%.

Quadro I. 3 – Coeficientes de correlação de Pearson (r) entre a mortalidade e internamentos diários de residentes no concelho de Valongo e a concentração diária de poluentes, variáveis temporais, variáveis climáticas e variáveis descritoras de actividade gripal

	Mortalidade por:			Internamentos hospitalares por:		
	Todas as Causas excepto externas	Doenças do Aparelho Circulatório	Doenças do Aparelho Respiratório	Todas as Causas excepto externas	Doenças do Aparelho Circulatório	Doenças do Aparelho Respiratório
Poluentes						
PM ₁₀	0,001	0,000	0,004	0,071**	-0,017	0,066**
NO ₂	0,022	-0,005	0,011	0,127**	0,042*	0,128**
SO ₂	0,017	0,004	-0,025	0,009	-0,007	-0,02
O ₃ (Abril a Setembro)	0,066*	0,001	0,034	-0,052*	-0,018	0,066*
O ₃ 8h (Abril a Setembro)	0,046	0,030	0,008	-0,016	-0,001	0,048
Variáveis temporais						
Dia do período	-0,034	0,005	-0,023	0,002	0,075**	0,056**
Ano	-0,021	0,007	-0,001	0,01	0,079**	0,077**
Semestre (húmido ou seco)	-0,094**	-0,058*	-0,057*	-0,070**	-0,074**	-0,243**
Indicatriz do Inverno	0,111**	0,052*	0,113**	0,092**	0,063**	0,295**
Indicatriz da Primavera	-0,037	-0,041	0,001	-0,049**	-0,004	-0,068**
Indicatriz do Verão	-0,064**	-0,026	-0,054*	-0,048**	-0,067**	-0,203**
Indicatriz do Outono	-0,008	0,015	-0,058*	0,006	0,01	-0,021
Semana do ano	-0,068**	-0,005	-0,112**	-0,058**	-0,03	-0,167**
Dia da semana	0,002	-0,003	-0,013	0,004	0,015	-0,008
Mês	-0,067**	-0,003	-0,112**	-0,055**	-0,027	-0,170**
Dia do mês	-0,016	-0,03	-0,012	-0,042*	-0,023	0,005
Indicatriz de fins-de-semana e feriados	0,014	-0,012	0,007	-0,263**	-0,086**	-0,103**
Variáveis climáticas						
Temperatura média diária	-0,091**	-0,073**	-0,047*	-0,054**	-0,076**	-0,219**
Temperatura mínima diária	-0,077**	-0,067**	-0,034	-0,063**	-0,067**	-0,213**
Temperatura máxima diária	-0,098**	-0,069**	-0,065**	-0,03	-0,069**	-0,202**
Diferença térmica diária	-0,052*	-0,022	-0,054*	0,032	-0,019	-0,038*
Actividade gripal						
Taxa de incidência diária do síndrome gripal	0,142**	0,057*	0,088**	0,092**	0,044*	0,277**
Indicatriz de períodos epidémicos do síndrome gripal	0,093**	0,026	0,060*	0,069**	0,027	0,233**

Coeficientes de correlação de Pearson: ** significativos a 1%, * significativos a 5%

Quadro I. 4 – Coeficientes de correlação de Pearson (r) entre a mortalidade e internamentos diários de residentes no concelho de Lisboa e a concentração diária de poluentes, variáveis temporais, variáveis climáticas e variáveis descritoras de actividade gripal

	Mortalidade por:			Internamentos hospitalares por:		
	Todas as Causas excepto externas	Doenças do Aparelho Circulatório	Doenças do Aparelho Respiratório	Todas as Causas excepto externas	Doenças do Aparelho Circulatório	Doenças do Aparelho Respiratório
Poluentes						
PM ₁₀	0,125**	0,102**	0,088**	0,180**	0,142**	0,162**
NO ₂	0,190**	0,147**	0,119**	0,039*	0,032	0,234**
SO ₂	0,105**	0,071**	0,091**	0,258**	0,219**	0,156**
O ₃ (Abril a Setembro)	0,110**	0,152**	0,100*	-0,087**	-0,082**	0,049
O ₃ 8h (Abril a Setembro)	0,178**	0,215**	0,106*	0,015	-0,008	0,093**
CO	0,236**	0,206**	0,177**	0,222**	0,232**	0,363**
CO8h	0,238**	0,218**	0,184**	0,221**	0,239**	0,373**
Variáveis temporais						
Dia do período	-0,130**	-0,132**	-0,141**	-0,553**	-0,493**	-0,213**
Ano	-0,089**	-0,093**	-0,107**	-0,517**	-0,465**	-0,165**
Semestre (húmido ou seco)	-0,309**	-0,258**	-0,207**	-0,205**	-0,224**	-0,486**
Indicatriz do Inverno	0,393**	0,349**	0,304**	0,312**	0,299**	0,593**
Indicatriz da Primavera	-0,102**	-0,059*	-0,074**	0,009	0,033	-0,077**
Indicatriz do Verão	-0,237**	-0,210**	-0,142**	-0,200**	-0,252**	-0,424**
Indicatriz do Outono	-0,050*	-0,078**	-0,085**	-0,119**	-0,076**	-0,086**
Semana do ano	-0,215**	-0,203**	-0,178**	-0,312**	-0,251**	-0,393**
Dia da semana	-0,022	-0,034	0,007	-0,021	0,021	0,008
Mês	-0,215**	-0,204**	-0,180**	-0,316**	-0,254**	-0,397**
Dia do mês	-0,021	-0,009	-0,023	-0,018	-0,014	-0,015
Indicatriz de fins-de-semana e feriados	0,001	0,031	-0,018	-0,400**	-0,220**	-0,106**
Variáveis climáticas						
Temperatura média diária	-0,293**	-0,265**	-0,239**	-0,241**	-0,302**	-0,537**
Temperatura mínima diária	-0,292**	-0,268**	-0,238**	-0,242**	-0,300**	-0,537**
Temperatura máxima diária	-0,279**	-0,251**	-0,228**	-0,228**	-0,289**	-0,511**
Diferença térmica diária	-0,149**	-0,126**	-0,124**	-0,113**	-0,153**	-0,262**
Actividade gripal						
Taxa de incidência diária do síndrome gripal	0,383**	0,310**	0,294**	0,326**	0,273**	0,624**
Indicatriz de períodos epidémicos do síndrome gripal	0,316**	0,249**	0,275**	0,274**	0,220**	0,524**

Coeficientes de correlação de Pearson: ** significativos a 1%, * significativos a 5%

Anexo II - Descrição das variáveis explicativas que integram os modelos identificados para quantificar o efeito dos poluentes sobre a mortalidade ou sobre o internamento hospitalar

Quadro II. 1 – Descrição das variáveis explicativas que integram os modelos identificados para quantificar o efeito do **PM₁₀** sobre o internamento hospitalar por **Todas as causas, excepto causas externas** de residentes no concelho de **Matosinhos**

	Internamentos hospitalares		
	Total de indivíduos	Indivíduos com ≤ 14 anos	Indivíduos com ≥ 65 anos
Poluente e respectivo desfasamento temporal			
PM ₁₀	Lag 7	Lag 8	Lag 7
Variáveis temporais			
Dia do período	S(9)	S(5)	S(8)
Ano			
Semestre (húmido ou seco)	√		√
Indicatriz do Inverno		√	
Indicatriz da Primavera			
Indicatriz do Verão		√	
Indicatriz do Outono			
Semana do ano	√		√
Dia da semana			
Mês			
Dia do mês			
Indicatriz de fins-de-semana e feriados	√	√	√
Variáveis climáticas			
Temperatura média diária		S(7) Lag 1	S(2) Lag 3
Temperatura mínima diária			
Temperatura máxima diária	S(3)		
Diferença térmica diária			
Actividade gripal			
Taxa de incidência diária do síndrome gripal	√		√
Indicatriz de períodos epidémicos do síndrome gripal			
Apreciação global do modelo			
DE = Deviance Explained	Resíduos auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=19,2%	Resíduos auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=9,7%	Resíduos auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=12,4%

√ - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo tal como especificada

S(#) - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo após suavização com # graus de liberdade

Lag n - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo com um desfasamento de n dias relativamente à mortalidade (ou ao internamento)

S(#) Lag n - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo com um desfasamento de n dias relativamente à mortalidade (ou ao internamento), após suavização com # graus de liberdade

Quadro II. 2 – Descrição das variáveis explicativas que integram os modelos identificados para quantificar o efeito do **PM₁₀** sobre o internamento hospitalar por **Doenças do Aparelho Respiratório** de residentes no concelho de **Matosinhos**

	Internamentos hospitalares		
	Total de indivíduos	Indivíduos com ≤ 14 anos	Indivíduos com ≥ 65 anos
Poluente e respectivo desfasamento temporal			
PM ₁₀	Lag 8	Lag 5	Lag 8
Variáveis temporais			
Dia do período	S(6)	S(7)	S(5)
Ano			
Semestre (húmido ou seco)	√		√
Indicatriz do Inverno		√	
Indicatriz da Primavera			
Indicatriz do Verão		√	
Indicatriz do Outono			
Semana do ano			
Dia da semana			
Mês	√		√
Dia do mês			
Indicatriz de fins-de-semana e feriados	√	√	
Variáveis climáticas			
Temperatura média diária	S(4) Lag 6	Lag 2	S(3) Lag 3
Temperatura mínima diária			
Temperatura máxima diária			
Diferença térmica diária			
Actividade gripal			
Taxa de incidência diária do síndrome gripal	S(2)	√	S(2)
Indicatriz de períodos epidémicos do síndrome gripal			
Apreciação global do modelo			
DE = Deviance Explained	Resíduos auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=24,7%	Resíduos auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=18,3%	Resíduos auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=14,6%

√ - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo tal como especificada

S(#) - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo após suavização com # graus de liberdade

Lag n - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo com um desfasamento de n dias relativamente à mortalidade (ou ao internamento)

S(#) Lag n - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo com um desfasamento de n dias relativamente à mortalidade (ou ao internamento), após suavização com # graus de liberdade

Quadro II. 3 – Descrição das variáveis explicativas que integram os modelos identificados para quantificar o efeito do **NO₂** sobre o internamento hospitalar por **Todas as causas, excepto causas externas** de residentes no concelho de **Matosinhos**

	Internamentos hospitalares		
	Total de indivíduos	Indivíduos com ≤ 14 anos	Indivíduos com ≥ 65 anos
Poluente e respectivo desfasamento temporal			
NO ₂	Lag 7	Lag 8	Lag 7
Variáveis temporais			
Dia do período	S(8)	S(5)	S(8)
Ano			
Semestre (húmido ou seco)	√		√
Indicatriz do Inverno		√	
Indicatriz da Primavera			
Indicatriz do Verão		√	
Indicatriz do Outono			
Semana do ano	√		√
Dia da semana			
Mês			
Dia do mês			
Indicatriz de fins-de-semana e feriados	√	√	√
Variáveis climáticas			
Temperatura média diária	S(8)	S(7) Lag 1	S(2) Lag 3
Temperatura mínima diária			
Temperatura máxima diária			
Diferença térmica diária			
Actividade gripal			
Taxa de incidência diária do síndrome gripal	√		√
Indicatriz de períodos epidémicos do síndrome gripal			
Apreciação global do modelo			
DE = Deviance Explained	Resíduos auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=19,8%	Resíduos auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=10,0%	Resíduos auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=12,4%

√ - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo tal como especificada

S(#) - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo após suavização com # graus de liberdade

Lag n - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo com um desfasamento de n dias relativamente à mortalidade (ou ao internamento)

S(#) Lag n - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo com um desfasamento de n dias relativamente à mortalidade (ou ao internamento), após suavização com # graus de liberdade

Quadro II. 4 – Descrição das variáveis explicativas que integram os modelos identificados para quantificar o efeito do **NO₂** sobre a mortalidade por **Doenças do Aparelho Circulatório** de residentes no concelho de **Matosinhos**

	Mortalidade		
	Total de indivíduos	Indivíduos com ≤ 14 anos	Indivíduos com ≥ 65 anos
Poluente e respectivo desfasamento temporal			
NO ₂	Lag 4	*	-
Variáveis temporais			
Dia do período			
Ano			
Semestre (húmido ou seco)			
Indicatriz do Inverno			
Indicatriz da Primavera			
Indicatriz do Verão			
Indicatriz do Outono			
Semana do ano			
Dia da semana			
Mês			
Dia do mês			
Indicatriz de fins-de-semana e feriados			
Variáveis climáticas			
Temperatura média diária			
Temperatura mínima diária			
Temperatura máxima diária	S(7) Lag 6		
Diferença térmica diária			
Actividade gripal			
Taxa de incidência diária do síndrome gripal	√		
Indicatriz de períodos epidémicos do síndrome gripal			
Apreciação global do modelo			
DE = Deviance Explained	Resíduos não auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=2,8%		

- Não se detectou um efeito significativo (a 5%) do poluente sobre a mortalidade

* O número de dias em que ocorreram óbitos foi considerado insuficiente para modelação

√ - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo tal como especificada

S(#) - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo após suavização com # graus de liberdade

Lag n - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo com um desfasamento de n dias relativamente à mortalidade (ou ao internamento)

S(#) Lag n - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo com um desfasamento de n dias relativamente à mortalidade (ou ao internamento), após suavização com # graus de liberdade

Quadro II. 5 – Descrição das variáveis explicativas que integram os modelos identificados para quantificar o efeito do **NO₂** sobre o internamento hospitalar por **Doenças do Aparelho Respiratório** de residentes no concelho de **Matosinhos**

	Internamentos hospitalares		
	Total de indivíduos	Indivíduos com ≤ 14 anos	Indivíduos com ≥ 65 anos
Poluente e respectivo desfasamento temporal			
NO ₂	Lag 8	Lag 8	Lag 8
Variáveis temporais			
Dia do período	S(6)	√	S(5)
Ano			
Semestre (húmido ou seco)			
Indicatriz do Inverno	√	√	√
Indicatriz da Primavera			
Indicatriz do Verão	√	√	√
Indicatriz do Outono			
Semana do ano			
Dia da semana			
Mês			
Dia do mês			
Indicatriz de fins-de-semana e feriados	√	√	
Variáveis climáticas			
Temperatura média diária	S(7) Lag 2	Lag 2	S(3) Lag 3
Temperatura mínima diária			
Temperatura máxima diária			
Diferença térmica diária			
Actividade gripal			
Taxa de incidência diária do síndrome gripal	S(4)	√	S(2)
Indicatriz de períodos epidémicos do síndrome gripal			
Apreciação global do modelo			
DE = Deviance Explained	Resíduos auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=25,0%	Resíduos auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=17,6%	Resíduos auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=14,5%

√ - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo tal como especificada

S(#) - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo após suavização com # graus de liberdade

Lag n - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo com um desfasamento de n dias relativamente à mortalidade (ou ao internamento)

S(#) Lag n - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo com um desfasamento de n dias relativamente à mortalidade (ou ao internamento), após suavização com # graus de liberdade

Quadro II. 6 – Descrição das variáveis explicativas que integram os modelos identificados para quantificar o efeito do **SO₂** sobre o internamento hospitalar por **Doenças do Aparelho Respiratório** de residentes no concelho de **Matosinhos**

	Internamentos hospitalares		
	Total de indivíduos	Indivíduos com ≤ 14 anos	Indivíduos com ≥ 65 anos
Poluente e respectivo desfasamento temporal			
SO ₂	Lag 8	Lag 3	Lag 8
Variáveis temporais			
Dia do período	S(4)		S(4)
Ano			
Semestre (húmido ou seco)			
Indicatriz do Inverno	√	√	√
Indicatriz da Primavera			
Indicatriz do Verão	√	√	√
Indicatriz do Outono			
Semana do ano			
Dia da semana			
Mês			
Dia do mês			
Indicatriz de fins-de-semana e feriados	√	√	
Variáveis climáticas			
Temperatura média diária	S(7) Lag 2	Lag 2	S(4) Lag 3
Temperatura mínima diária			
Temperatura máxima diária			
Diferença térmica diária			
Actividade gripal			
Taxa de incidência diária do síndrome gripal	S(2)	√	√
Indicatriz de períodos epidémicos do síndrome gripal			
Apreciação global do modelo			
DE = Deviance Explained	Resíduos auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=25,1%	Resíduos auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=17,9%	Resíduos auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=14,3%

√ - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo tal como especificada

S(#) - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo após suavização com # graus de liberdade

Lag n - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo com um desfasamento de n dias relativamente à mortalidade (ou ao internamento)

S(#) Lag n - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo com um desfasamento de n dias relativamente à mortalidade (ou ao internamento), após suavização com # graus de liberdade

Quadro II. 7 – Descrição das variáveis explicativas que integram os modelos identificados para quantificar o efeito do O_3 sobre a mortalidade e o internamento hospitalar por Todas as causas, excepto causas externas de residentes no concelho de **Matosinhos**

	Mortalidade			Internamentos hospitalares		
	Total de indivíduos	Indivíduos com ≤ 14 anos	Indivíduos com ≥ 65 anos	Total de indivíduos	Indivíduos com ≤ 14 anos	Indivíduos com ≥ 65 anos
Poluente e respectivo desfasamento temporal						
$O_3 / O_3 8h$	$O_3 8h$ Lag 4	*	$O_3 8h$ Lag 4	$O_3 8h$ Lag 2	-	-
Variáveis temporais						
Dia do período				S(5)		
Ano						
Semestre (húmido ou seco)						
Indicatriz do Inverno						
Indicatriz da Primavera						
Indicatriz do Verão						
Indicatriz do Outono						
Semana do ano						
Dia da semana						
Mês						
Dia do mês						
Indicatriz de fins-de-semana e feriados				√		
Variáveis climáticas						
Temperatura média diária			S(4)			
Temperatura mínima diária						
Temperatura máxima diária				S(5)		
Diferença térmica diária						
Actividade gripal						
Taxa de incidência diária do síndrome gripal						
Indicatriz de períodos epidémicos do síndrome gripal						
Apreciação global do modelo						
DE = Deviance Explained	Resíduos não auto-correlacionados; homocedasticidade; DE=0,6%		Resíduos não auto-correlacionados; homocedasticidade; DE=2,2%	Resíduos auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=18,9%		

- Não se detectou um efeito significativo (a 5%) do poluente sobre a mortalidade (ou sobre o internamento)

* O número de dias em que ocorreram óbitos ou internamentos foi considerado insuficiente para modelação

√ - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo tal como especificada

S(#) - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo após suavização com # graus de liberdade

Lag n - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo com um desfasamento de n dias relativamente à mortalidade (ou ao internamento)

S(#) Lag n - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo com um desfasamento de n dias relativamente à mortalidade (ou ao internamento), após suavização com # graus de liberdade

Quadro II. 8 – Descrição das variáveis explicativas que integram os modelos identificados para quantificar o efeito do **O₃** sobre a mortalidade por **Doenças do Aparelho Circulatório** de residentes no concelho de **Matosinhos**

	Mortalidade		
	Total de indivíduos	Indivíduos com ≤ 14 anos	Indivíduos com ≥ 65 anos
Poluente e respectivo desfasamento temporal			
O ₃ / O ₃ 8h	-	*	O ₃ 8h Lag 4
Variáveis temporais			
Dia do período			
Ano			
Semestre (húmido ou seco)			
Indicatriz do Inverno			
Indicatriz da Primavera			
Indicatriz do Verão			
Indicatriz do Outono			
Semana do ano			
Dia da semana			
Mês			
Dia do mês			
Indicatriz de fins-de-semana e feriados			
Variáveis climáticas			
Temperatura média diária			
Temperatura mínima diária			
Temperatura máxima diária			S(2) Lag 2
Diferença térmica diária			
Actividade gripal			
Taxa de incidência diária do síndrome gripal			
Indicatriz de períodos epidémicos do síndrome gripal			
Apreciação global do modelo			
DE = Deviance Explained			Resíduos auto-correlacionados; homocedasticidade; DE=1,4%

- Não se detectou um efeito significativo (a 5%) do poluente sobre a mortalidade

* O número de dias em que ocorreram óbitos foi considerado insuficiente para modelação

√ - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo tal como especificada

S(#) - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo após suavização com # graus de liberdade

Lag n - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo com um desfasamento de n dias relativamente à mortalidade (ou ao internamento)

S(#) Lag n - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo com um desfasamento de n dias relativamente à mortalidade (ou ao internamento), após suavização com # graus de liberdade

Quadro II. 9 – Descrição das variáveis explicativas que integram os modelos identificados para quantificar o efeito do **CO** sobre a mortalidade e o internamento hospitalar por **Todas as causas, excepto causas externas** de residentes no concelho de **Matosinhos**

	Mortalidade			Internamentos hospitalares		
	Total de indivíduos	Indivíduos com ≤ 14 anos	Indivíduos com ≥ 65 anos	Total de indivíduos	Indivíduos com ≤ 14 anos	Indivíduos com ≥ 65 anos
Poluente e respectivo desfasamento temporal						
CO / CO8h	-	*	CO Lag 0	CO8h Lag 7	CO8h Lag 1	CO8h Lag 6
Variáveis temporais						
Dia do período				S(8)	S(5)	S(8)
Ano						
Semestre (húmido ou seco)				√		√
Indicatriz do Inverno					√	
Indicatriz da Primavera						
Indicatriz do Verão					√	
Indicatriz do Outono						
Semana do ano				√		√
Dia da semana						
Mês						
Dia do mês						
Indicatriz de fins-de-semana e feriados				√	√	√
Variáveis climáticas						
Temperatura média diária					S(7) Lag 1	S(2) Lag 3
Temperatura mínima diária						
Temperatura máxima diária			S(7) Lag 6	S(3)		
Diferença térmica diária						
Actividade gripal						
Taxa de incidência diária do síndrome gripal			√	√		√
Indicatriz de períodos epidémicos do síndrome gripal						
Apreciação global do modelo						
DE = Deviance Explained			Resíduos não auto-correlacionados; homocedasticidade; DE=4,1%	Resíduos auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=19,4%	Resíduos auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=9,95%	Resíduos auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=12,7%

- Não se detectou um efeito significativo (a 5%) do poluente sobre a mortalidade (ou sobre o internamento)

* O número de dias em que ocorreram óbitos ou internamentos foi considerado insuficiente para modelação

√ - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo tal como especificada

S(#) - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo após suavização com # graus de liberdade

Lag n - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo com um desfasamento de n dias relativamente à mortalidade (ou ao internamento)

S(#) Lag n - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo com um desfasamento de n dias relativamente à mortalidade (ou ao internamento), após suavização com # graus de liberdade

Quadro II. 10 – Descrição das variáveis explicativas que integram os modelos identificados para quantificar o efeito do **CO** sobre a mortalidade e o internamento hospitalar por **Doenças do Aparelho Circulatório** de residentes no concelho de **Matosinhos**

	Mortalidade			Internamentos hospitalares		
	Total de indivíduos	Indivíduos com ≤ 14 anos	Indivíduos com ≥ 65 anos	Total de indivíduos	Indivíduos com ≤ 14 anos	Indivíduos com ≥ 65 anos
Poluente e respectivo desfasamento temporal						
CO / CO8h	CO Lag 1	*	-	CO8h Lag 0	*	-
Variáveis temporais						
Dia do período				S(2)		
Ano						
Semestre (húmido ou seco)						
Indicatriz do Inverno						
Indicatriz da Primavera				√		
Indicatriz do Verão						
Indicatriz do Outono						
Semana do ano						
Dia da semana						
Mês						
Dia do mês						
Indicatriz de fins-de-semana e feriados						
Variáveis climáticas						
Temperatura média diária						
Temperatura mínima diária						
Temperatura máxima diária	S(6) Lag 6			S(6) Lag 1		
Diferença térmica diária						
Actividade gripal						
Taxa de incidência diária do síndrome gripal						
Indicatriz de períodos epidémicos do síndrome gripal						
Apreciação global do modelo						
DE = Deviance Explained	Resíduos não auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=2,2%			Resíduos auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=1,3%		

- Não se detectou um efeito significativo (a 5%) do poluente sobre a mortalidade (ou sobre o internamento)

* O número de dias em que ocorreram óbitos ou internamentos foi considerado insuficiente para modelação

√ - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo tal como especificada

S(#) - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo após suavização com # graus de liberdade

Lag n - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo com um desfasamento de n dias relativamente à mortalidade (ou ao internamento)

S(#) Lag n - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo com um desfasamento de n dias relativamente à mortalidade (ou ao internamento), após suavização com # graus de liberdade

Quadro II. 11 – Descrição das variáveis explicativas que integram os modelos identificados para quantificar o efeito do **CO** sobre o internamento hospitalar por **Doenças do Aparelho Respiratório** de residentes no concelho de **Matosinhos**

	Internamentos hospitalares		
	Total de indivíduos	Indivíduos com ≤ 14 anos	Indivíduos com ≥ 65 anos
Poluente e respectivo desfasamento temporal			
CO/ CO8h	CO Lag 8	CO8h Lag 1	CO8h Lag 8
Variáveis temporais			
Dia do período	S(7)	S(8)	S(6)
Ano			
Semestre (húmido ou seco)			
Indicatriz do Inverno	√	√	√
Indicatriz da Primavera	√	√	
Indicatriz do Verão	√	√	√
Indicatriz do Outono			
Semana do ano			
Dia da semana			
Mês			
Dia do mês			
Indicatriz de fins-de-semana e feriados	√	√	
Variáveis climáticas			
Temperatura média diária	S(7) Lag 2	Lag 2	S(3) Lag 3
Temperatura mínima diária			
Temperatura máxima diária			
Diferença térmica diária			
Actividade gripal			
Taxa de incidência diária do síndrome gripal	√	√	√
Indicatriz de períodos epidémicos do síndrome gripal			
Apreciação global do modelo			
DE = Deviance Explained	Resíduos auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=25,3%	Resíduos auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=19,3%	Resíduos auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=14,7%

√ - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo tal como especificada

S(#) - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo após suavização com # graus de liberdade

Lag n - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo com um desfasamento de n dias relativamente à mortalidade (ou ao internamento)

S(#) Lag n - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo com um desfasamento de n dias relativamente à mortalidade (ou ao internamento), após suavização com # graus de liberdade

Quadro II. 12 – Descrição das variáveis explicativas que integram os modelos identificados para quantificar o efeito do **PM₁₀** sobre a mortalidade e o internamento hospitalar por **Todas as causas, excepto causas externas** de residentes no concelho da **Maia**

	Mortalidade			Internamentos hospitalares		
	Total de indivíduos	Indivíduos com ≤ 14 anos	Indivíduos com ≥ 65 anos	Total de indivíduos	Indivíduos com ≤ 14 anos	Indivíduos com ≥ 65 anos
Poluente e respectivo desfaseamento temporal						
PM ₁₀	Lag 2	*	Lag 2	Lag 1	Lag 1	Lag 1
Variáveis temporais						
Dia do período				S(6)	S(6)	S(7)
Ano						
Semestre (húmido ou seco)				√		
Indicatriz do Inverno					√	
Indicatriz da Primavera						
Indicatriz do Verão					√	
Indicatriz do Outono						
Semana do ano	√			√		√
Dia da semana						
Mês						
Dia do mês						
Indicatriz de fins-de-semana e feriados				√	√	√
Variáveis climáticas						
Temperatura média diária	S(3)				Lag 6	
Temperatura mínima diária						
Temperatura máxima diária			S(2) Lag 3	S(5) Lag 1		S(2) Lag 6
Diferença térmica diária						
Actividade gripal						
Taxa de incidência diária do síndrome gripal	S(2)		√	√		√
Indicatriz de períodos epidémicos do síndrome gripal						
Apreciação global do modelo						
DE = Deviance Explained	Resíduos auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=3,7%		Resíduos auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=3,0%	Resíduos auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=11,6%	Resíduos auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=5,9%	Resíduos auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=7,8%

- Não se detectou um efeito significativo (a 5%) do poluente sobre a mortalidade (ou sobre o internamento)

* O número de dias em que ocorreram óbitos ou internamentos foi considerado insuficiente para modelação

√ - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo tal como especificada

S(#) - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo após suavização com # graus de liberdade

Lag n - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo com um desfaseamento de n dias relativamente à mortalidade (ou ao internamento)

S(#) Lag n - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo com um desfaseamento de n dias relativamente à mortalidade (ou ao internamento), após suavização com # graus de liberdade

Quadro II. 13 – Descrição das variáveis explicativas que integram os modelos identificados para quantificar o efeito do **PM₁₀** sobre o internamento hospitalar por **Doenças do Aparelho Respiratório** de residentes no concelho da **Maia**

	Internamentos hospitalares		
	Total de indivíduos	Indivíduos com ≤ 14 anos	Indivíduos com ≥ 65 anos
Poluente e respectivo desfasamento temporal			
PM ₁₀	Lag 1	Lag 3	Lag 1
Variáveis temporais			
Dia do período	S(7)		S(7)
Ano			
Semestre (húmido ou seco)	√		√
Indicatriz do Inverno		√	
Indicatriz da Primavera			
Indicatriz do Verão		√	
Indicatriz do Outono			
Semana do ano			
Dia da semana			
Mês	√		√
Dia do mês			
Indicatriz de fins-de-semana e feriados	√		
Variáveis climáticas			
Temperatura média diária	S(5) Lag 4	S(2) Lag 6	S(3) Lag 4
Temperatura mínima diária			
Temperatura máxima diária			
Diferença térmica diária			
Actividade gripal			
Taxa de incidência diária do síndrome gripal	S(2)		S(3)
Indicatriz de períodos epidémicos do síndrome gripal			
Apreciação global do modelo			
DE = Deviance Explained	Resíduos não auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=16,8%	Resíduos auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=13,1%	Resíduos auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=9,5%

√ - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo tal como especificada

S(#) - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo após suavização com # graus de liberdade

Lag n - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo com um desfasamento de n dias relativamente à mortalidade (ou ao internamento)

S(#) Lag n - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo com um desfasamento de n dias relativamente à mortalidade (ou ao internamento), após suavização com # graus de liberdade

Quadro II. 14 – Descrição das variáveis explicativas que integram os modelos identificados para quantificar o efeito do **NO₂** sobre o internamento hospitalar por **Todas as causas, excepto causas externas** de residentes no concelho da **Maia**

	Internamentos hospitalares		
	Total de indivíduos	Indivíduos com ≤ 14 anos	Indivíduos com ≥ 65 anos
Poluente e respectivo desfasamento temporal			
NO ₂	Lag 5	Lag 3	Lag 1
Variáveis temporais			
Dia do período	S(6)	S(7)	S(8)
Ano			
Semestre (húmido ou seco)	√		
Indicatriz do Inverno		√	√
Indicatriz da Primavera			
Indicatriz do Verão		√	√
Indicatriz do Outono			
Semana do ano	√		
Dia da semana			
Mês			
Dia do mês			
Indicatriz de fins-de-semana e feriados	√	√	√
Variáveis climáticas			
Temperatura média diária		Lag 6	
Temperatura mínima diária			
Temperatura máxima diária	S(5) Lag 1		S(3) Lag 6
Diferença térmica diária			
Actividade gripal			
Taxa de incidência diária do síndrome gripal	√		√
Indicatriz de períodos epidémicos do síndrome gripal			
Apreciação global do modelo			
DE = Deviance Explained	Resíduos auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=11,6%	Resíduos auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=6,0%	Resíduos auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=8,0%

√ - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo tal como especificada

S(#) - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo após suavização com # graus de liberdade

Lag n - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo com um desfasamento de n dias relativamente à mortalidade (ou ao internamento)

S(#) Lag n - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo com um desfasamento de n dias relativamente à mortalidade (ou ao internamento), após suavização com # graus de liberdade

Quadro II. 15 – Descrição das variáveis explicativas que integram os modelos identificados para quantificar o efeito do **NO₂** sobre o internamento hospitalar por **Doenças do Aparelho Respiratório** de residentes no concelho da **Maia**

	Internamentos hospitalares		
	Total de indivíduos	Indivíduos com ≤ 14 anos	Indivíduos com ≥ 65 anos
Poluente e respectivo desfasamento temporal			
NO ₂	Lag 1	Lag 4	Lag 1
Variáveis temporais			
Dia do período	S(8)		S(7)
Ano			
Semestre (húmido ou seco)			
Indicatriz do Inverno	√	√	√
Indicatriz da Primavera			
Indicatriz do Verão	√	√	√
Indicatriz do Outono			
Semana do ano			
Dia da semana			
Mês			
Dia do mês			
Indicatriz de fins-de-semana e feriados	√		
Variáveis climáticas			
Temperatura média diária	S(3) Lag 3	Lag 6	S(3) Lag 4
Temperatura mínima diária			
Temperatura máxima diária			
Diferença térmica diária			
Actividade gripal			
Taxa de incidência diária do síndrome gripal	√		S(3)
Indicatriz de períodos epidémicos do síndrome gripal			
Apreciação global do modelo			
DE = Deviance Explained	Resíduos auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=16,3%	Resíduos auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=12,9%	Resíduos auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=9,4%

√ - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo tal como especificada

S(#) - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo após suavização com # graus de liberdade

Lag n - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo com um desfasamento de n dias relativamente à mortalidade (ou ao internamento)

S(#) Lag n - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo com um desfasamento de n dias relativamente à mortalidade (ou ao internamento), após suavização com # graus de liberdade

Quadro II. 16 – Descrição das variáveis explicativas que integram os modelos identificados para quantificar o efeito do **SO₂** sobre o internamento hospitalar por **Todas as causas, excepto causas externas** de residentes no concelho da **Maia**

	Internamentos hospitalares		
	Total de indivíduos	Indivíduos com ≤ 14 anos	Indivíduos com ≥ 65 anos
Poluente e respectivo desfasamento temporal			
SO ₂	-	Lag 5	Lag 4
Variáveis temporais			
Dia do período		S(7)	S(8)
Ano			
Semestre (húmido ou seco)			
Indicatriz do Inverno		√	√
Indicatriz da Primavera			
Indicatriz do Verão		√	
Indicatriz do Outono			
Semana do ano			
Dia da semana			
Mês			
Dia do mês			
Indicatriz de fins-de-semana e feriados		√	√
Variáveis climáticas			
Temperatura média diária		Lag 6	S(5) Lag 1
Temperatura mínima diária			
Temperatura máxima diária			
Diferença térmica diária			
Actividade gripal			
Taxa de incidência diária do síndrome gripal			√
Indicatriz de períodos epidémicos do síndrome gripal			
Apreciação global do modelo			
DE = Deviance Explained		Resíduos auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=5,97%	Resíduos auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=7,95%

- Não se detectou um efeito significativo (a 5%) do poluente sobre o internamento

√ - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo tal como especificada

S(#) - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo após suavização com # graus de liberdade

Lag n - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo com um desfasamento de n dias relativamente à mortalidade (ou ao internamento)

S(#) Lag n - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo com um desfasamento de n dias relativamente à mortalidade (ou ao internamento), após suavização com # graus de liberdade

Quadro II. 17 – Descrição das variáveis explicativas que integram os modelos identificados para quantificar o efeito do **SO₂** sobre o internamento hospitalar por **Doenças do Aparelho Respiratório** de residentes no concelho da **Maia**

	Internamentos hospitalares		
	Total de indivíduos	Indivíduos com ≤ 14 anos	Indivíduos com ≥ 65 anos
Poluente e respectivo desfasamento temporal			
SO ₂	Lag 1	Lag 5	Lag 1
Variáveis temporais			
Dia do período	S(8)		S(7)
Ano			
Semestre (húmido ou seco)			√
Indicatriz do Inverno	√	√	
Indicatriz da Primavera			
Indicatriz do Verão	√	√	
Indicatriz do Outono			
Semana do ano			
Dia da semana			
Mês			√
Dia do mês			
Indicatriz de fins-de-semana e feriados	√		
Variáveis climáticas			
Temperatura média diária	S(5) Lag 4		S(3) Lag 4
Temperatura mínima diária			
Temperatura máxima diária		S(4)	
Diferença térmica diária			
Actividade gripal			
Taxa de incidência diária do síndrome gripal	√		√
Indicatriz de períodos epidémicos do síndrome gripal			
Apreciação global do modelo			
DE = Deviance Explained	Resíduos auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=16,5%	Resíduos auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=12,9%	Resíduos auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=9,1%

√ - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo tal como especificada

S(#) - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo após suavização com # graus de liberdade

Lag n - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo com um desfasamento de n dias relativamente à mortalidade (ou ao internamento)

S(#) Lag n - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo com um desfasamento de n dias relativamente à mortalidade (ou ao internamento), após suavização com # graus de liberdade

Quadro II. 18 – Descrição das variáveis explicativas que integram os modelos identificados para quantificar o efeito do O_3 sobre o internamento hospitalar por **Todas as causas, excepto causas externas** de residentes no concelho da **Maia**

	Internamentos hospitalares		
	Total de indivíduos	Indivíduos com ≤ 14 anos	Indivíduos com ≥ 65 anos
Poluente e respectivo desfasamento temporal			
$O_3 / O_3 8h$	O_3 Lag 7	O_3 Lag 8	-
Variáveis temporais			
Dia do período		√	
Ano			
Semestre (húmido ou seco)			
Indicatriz do Inverno			
Indicatriz da Primavera			
Indicatriz do Verão		√	
Indicatriz do Outono			
Semana do ano			
Dia da semana	√		
Mês			
Dia do mês		√	
Indicatriz de fins-de-semana e feriados	√	√	
Variáveis climáticas			
Temperatura média diária	S(2) Lag 1		
Temperatura mínima diária			
Temperatura máxima diária			
Diferença térmica diária		S(3) Lag 2	
Actividade gripal			
Taxa de incidência diária do síndrome gripal			
Indicatriz de períodos epidémicos do síndrome gripal			
Apreciação global do modelo			
DE = Deviance Explained	Resíduos auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=10,0%	Resíduos auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=4,1%	

- Não se detectou um efeito significativo (a 5%) do poluente sobre o internamento

√ - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo tal como especificada

S(#) - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo após suavização com # graus de liberdade

Lag n - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo com um desfasamento de n dias relativamente à mortalidade (ou ao internamento)

S(#) Lag n - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo com um desfasamento de n dias relativamente à mortalidade (ou ao internamento), após suavização com # graus de liberdade

Quadro II. 19 – Descrição das variáveis explicativas que integram os modelos identificados para quantificar o efeito do **CO** sobre a mortalidade e o internamento hospitalar por **Todas as causas, excepto causas externas** de residentes no concelho da **Maia**

	Mortalidade			Internamentos hospitalares		
	Total de indivíduos	Indivíduos com ≤ 14 anos	Indivíduos com ≥ 65 anos	Total de indivíduos	Indivíduos com ≤ 14 anos	Indivíduos com ≥ 65 anos
Poluente e respectivo desfasamento temporal						
CO / CO8h	CO8h Lag 3	*	CO8h Lag 3	CO Lag 5	-	CO8h Lag 5
Variáveis temporais						
Dia do período				S(6)		√
Ano						
Semestre (húmido ou seco)						
Indicatriz do Inverno				√		√
Indicatriz da Primavera						
Indicatriz do Verão				√		√
Indicatriz do Outono						
Semana do ano	√					
Dia da semana				√		√
Mês						
Dia do mês						
Indicatriz de fins-de-semana e feriados				√		√
Variáveis climáticas						
Temperatura média diária	S(4) Lag 1		S(5) Lag 2	S(3) Lag 1		
Temperatura mínima diária						
Temperatura máxima diária						
Diferença térmica diária						
Actividade gripal						
Taxa de incidência diária do síndrome gripal	√		√	√		√
Indicatriz de períodos epidémicos do síndrome gripal						
Apreciação global do modelo						
DE = Deviance Explained	Resíduos auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=3,8%		Resíduos auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=3,8%	Resíduos auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=11,7%		Resíduos auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=6,8%

- Não se detectou um efeito significativo (a 5%) do poluente sobre a mortalidade (ou sobre o internamento)

* O número de dias em que ocorreram óbitos ou internamentos foi considerado insuficiente para modelação

√ - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo tal como especificada

S(#) - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo após suavização com # graus de liberdade

Lag n - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo com um desfasamento de n dias relativamente à mortalidade (ou ao internamento)

S(#) Lag n - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo com um desfasamento de n dias relativamente à mortalidade (ou ao internamento), após suavização com # graus de liberdade

Quadro II. 20 – Descrição das variáveis explicativas que integram os modelos identificados para quantificar o efeito do **CO** sobre a mortalidade e o internamento hospitalar por **Doenças do Aparelho Circulatório** de residentes no concelho da **Maia**

	Mortalidade			Internamentos hospitalares		
	Total de indivíduos	Indivíduos com ≤ 14 anos	Indivíduos com ≥ 65 anos	Total de indivíduos	Indivíduos com ≤ 14 anos	Indivíduos com ≥ 65 anos
Poluente e respectivo desfasamento temporal						
CO/ CO8h	CO8h Lag 3	*	-	CO8h Lag 3	*	CO8h Lag 3
Variáveis temporais						
Dia do período						
Ano						
Semestre (húmido ou seco)						
Indicatriz do Inverno						
Indicatriz da Primavera						
Indicatriz do Verão						
Indicatriz do Outono						
Semana do ano						
Dia da semana						
Mês						
Dia do mês						
Indicatriz de fins-de-semana e feriados				√		√
Variáveis climáticas						
Temperatura média diária				Lag 3		Lag 5
Temperatura mínima diária						
Temperatura máxima diária						
Diferença térmica diária	S(4) Lag 3					
Actividade gripal						
Taxa de incidência diária do síndrome gripal	√					
Indicatriz de períodos epidémicos do síndrome gripal						
Apreciação global do modelo						
DE = Deviance Explained	Resíduos auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=2,6%			Resíduos não auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=1,9%		Resíduos auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=1,5%

- Não se detectou um efeito significativo (a 5%) do poluente sobre a mortalidade (ou sobre o internamento)

* O número de dias em que ocorreram óbitos ou internamentos foi considerado insuficiente para modelação

√ - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo tal como especificada

S(#) - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo após suavização com # graus de liberdade

Lag n - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo com um desfasamento de n dias relativamente à mortalidade (ou ao internamento)

S(#) Lag n - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo com um desfasamento de n dias relativamente à mortalidade (ou ao internamento), após suavização com # graus de liberdade

Quadro II. 21 – Descrição das variáveis explicativas que integram os modelos identificados para quantificar o efeito do **CO** sobre o internamento hospitalar por **Doenças do Aparelho Respiratório** de residentes no concelho da **Maia**

	Internamentos hospitalares		
	Total de indivíduos	Indivíduos com ≤ 14 anos	Indivíduos com ≥ 65 anos
Poluente e respectivo desfasamento temporal			
CO / CO8h	CO8h Lag 4	CO Lag 4	-
Variáveis temporais			
Dia do período	S(8)		
Ano			
Semestre (húmido ou seco)			
Indicatriz do Inverno	√	√	
Indicatriz da Primavera			
Indicatriz do Verão	√	√	
Indicatriz do Outono			
Semana do ano			
Dia da semana			
Mês			
Dia do mês			
Indicatriz de fins-de-semana e feriados	√		
Variáveis climáticas			
Temperatura média diária	Lag 6	S(2) Lag 2	
Temperatura mínima diária			
Temperatura máxima diária			
Diferença térmica diária			
Actividade gripal			
Taxa de incidência diária do síndrome gripal	√		
Indicatriz de períodos epidémicos do síndrome gripal			
Apreciação global do modelo			
DE = Deviance Explained	Resíduos auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=16,5%	Resíduos auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=13,2%	

- Não se detectou um efeito significativo (a 5%) do poluente sobre o internamento

√ - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo tal como especificada

S(#) - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo após suavização com # graus de liberdade

Lag n - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo com um desfasamento de n dias relativamente à mortalidade (ou ao internamento)

S(#) Lag n - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo com um desfasamento de n dias relativamente à mortalidade (ou ao internamento), após suavização com # graus de liberdade

Quadro II. 22 – Descrição das variáveis explicativas que integram os modelos identificados para quantificar o efeito do **PM₁₀** sobre a mortalidade e o internamento hospitalar por **Todas as causas, excepto causas externas** de residentes no concelho de **Valongo**

	Mortalidade			Internamentos hospitalares		
	Total de indivíduos	Indivíduos com ≤ 14 anos	Indivíduos com ≥ 65 anos	Total de indivíduos	Indivíduos com ≤ 14 anos	Indivíduos com ≥ 65 anos
Poluente e respectivo desfasamento temporal						
PM ₁₀	Lag 3	*	Lag 4	Lag 5	Lag 5	Lag 6
Variáveis temporais						
Dia do período				S(8)	S(5)	S(7)
Ano						
Semestre (húmido ou seco)						
Indicatriz do Inverno					√	
Indicatriz da Primavera						
Indicatriz do Verão						
Indicatriz do Outono						
Semana do ano						√
Dia da semana						
Mês						
Dia do mês						
Indicatriz de fins-de-semana e feriados				√	√	√
Variáveis climáticas						
Temperatura média diária	S(3) Lag 2		S(4) Lag 3		S(5)	
Temperatura mínima diária						
Temperatura máxima diária						S(2) Lag 5
Diferença térmica diária						
Actividade gripal						
Taxa de incidência diária do síndrome gripal	√		√	S(3)		√
Indicatriz de períodos epidémicos do síndrome gripal						
Apreciação global do modelo						
DE = Deviance Explained	Resíduos auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=2,7%		Resíduos auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=3,15%	Resíduos auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=9,4%	Resíduos auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=3,3%	Resíduos auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=6,8%

- Não se detectou um efeito significativo (a 5%) do poluente sobre a mortalidade (ou sobre o internamento)

* O número de dias em que ocorreram óbitos ou internamentos foi considerado insuficiente para modelação

√ - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo tal como especificada

S(#) - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo após suavização com # graus de liberdade

Lag n - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo com um desfasamento de n dias relativamente à mortalidade (ou ao internamento)

S(#) Lag n - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo com um desfasamento de n dias relativamente à mortalidade (ou ao internamento), após suavização com # graus de liberdade

Quadro II. 23 – Descrição das variáveis explicativas que integram os modelos identificados para quantificar o efeito do **PM₁₀** sobre a mortalidade por **Doenças do Aparelho Circulatório** de residentes no concelho de **Valongo**

	Mortalidade		
	Total de indivíduos	Indivíduos com ≤ 14 anos	Indivíduos com ≥ 65 anos
Poluente e respectivo desfasamento temporal			
PM ₁₀	-	*	Lag 4
Variáveis temporais			
Dia do período			
Ano			
Semestre (húmido ou seco)			
Indicatriz do Inverno			
Indicatriz da Primavera			
Indicatriz do Verão			
Indicatriz do Outono			
Semana do ano			
Dia da semana			
Mês			
Dia do mês			
Indicatriz de fins-de-semana e feriados			
Variáveis climáticas			
Temperatura média diária			
Temperatura mínima diária			
Temperatura máxima diária			S(2) Lag 3
Diferença térmica diária			
Actividade gripal			
Taxa de incidência diária do síndrome gripal			
Indicatriz de períodos epidémicos do síndrome gripal			
Apreciação global do modelo			
DE = Deviance Explained			Resíduos auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=1,5%

- Não se detectou um efeito significativo (a 5%) do poluente sobre a mortalidade

* O número de dias em que ocorreram óbitos foi considerado insuficiente para modelação

√ - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo tal como especificada

S(#) - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo após suavização com # graus de liberdade

Lag n - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo com um desfasamento de n dias relativamente à mortalidade (ou ao internamento)

S(#) Lag n - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo com um desfasamento de n dias relativamente à mortalidade (ou ao internamento), após suavização com # graus de liberdade

Quadro II. 24 – Descrição das variáveis explicativas que integram os modelos identificados para quantificar o efeito do **PM₁₀** sobre o internamento hospitalar por **Doenças do Aparelho Respiratório** de residentes no concelho de **Valongo**

	Internamentos hospitalares		
	Total de indivíduos	Indivíduos com ≤ 14 anos	Indivíduos com ≥ 65 anos
Poluente e respectivo desfasamento temporal			
PM ₁₀	Lag 0	Lag 8	Lag 6
Variáveis temporais			
Dia do período	S(2)		S(5)
Ano			
Semestre (húmido ou seco)			
Indicatriz do Inverno		√	
Indicatriz da Primavera			
Indicatriz do Verão		√	
Indicatriz do Outono			
Semana do ano			
Dia da semana			
Mês	√		
Dia do mês			
Indicatriz de fins-de-semana e feriados	√	√	√
Variáveis climáticas			
Temperatura média diária	Lag 5	S(4)	Lag 5
Temperatura mínima diária			
Temperatura máxima diária			
Diferença térmica diária			
Actividade gripal			
Taxa de incidência diária do síndrome gripal	S(5)		S(3)
Indicatriz de períodos epidémicos do síndrome gripal			
Apreciação global do modelo			
DE = Deviance Explained	Resíduos auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=12,0%	Resíduos auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=10,3%	Resíduos auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=6,9%

√ - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo tal como especificada

S(#) - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo após suavização com # graus de liberdade

Lag n - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo com um desfasamento de n dias relativamente à mortalidade (ou ao internamento)

S(#) Lag n - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo com um desfasamento de n dias relativamente à mortalidade (ou ao internamento), após suavização com # graus de liberdade

Quadro II. 25 – Descrição das variáveis explicativas que integram os modelos identificados para quantificar o efeito do **NO₂** sobre o internamento hospitalar por **Todas as causas, excepto causas externas** de residentes no concelho de **Valongo**

	Internamentos hospitalares		
	Total de indivíduos	Indivíduos com ≤ 14 anos	Indivíduos com ≥ 65 anos
Poluente e respectivo desfasamento temporal			
NO ₂	Lag 0	Lag 5	Lag 6
Variáveis temporais			
Dia do período	S(8)	S(6)	S(7)
Ano			
Semestre (húmido ou seco)			
Indicatriz do Inverno	√	√	
Indicatriz da Primavera			
Indicatriz do Verão			
Indicatriz do Outono			
Semana do ano			
Dia da semana			
Mês			
Dia do mês			
Indicatriz de fins-de-semana e feriados	√	√	√
Variáveis climáticas			
Temperatura média diária		S(5)	
Temperatura mínima diária			
Temperatura máxima diária			S(3) Lag 2
Diferença térmica diária	Lag 6		
Actividade gripal			
Taxa de incidência diária do síndrome gripal	S(2)		S(8)
Indicatriz de períodos epidémicos do síndrome gripal			
Apreciação global do modelo			
DE = Deviance Explained	Resíduos auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=9,6%	Resíduos não auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=3,3%	Resíduos auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=7,6%

√ - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo tal como especificada

S(#) - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo após suavização com # graus de liberdade

Lag n - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo com um desfasamento de n dias relativamente à mortalidade (ou ao internamento)

S(#) Lag n - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo com um desfasamento de n dias relativamente à mortalidade (ou ao internamento), após suavização com # graus de liberdade

Quadro II. 26 – Descrição das variáveis explicativas que integram os modelos identificados para quantificar o efeito do **NO₂** sobre o internamento hospitalar por **Doenças do Aparelho Respiratório** de residentes no concelho de **Valongo**

	Internamentos hospitalares		
	Total de indivíduos	Indivíduos com ≤ 14 anos	Indivíduos com ≥ 65 anos
Poluente e respectivo desfasamento temporal			
NO ₂	-	Lag 5	Lag 6
Variáveis temporais			
Dia do período			S(5)
Ano			
Semestre (húmido ou seco)			
Indicatriz do Inverno		√	
Indicatriz da Primavera			
Indicatriz do Verão		√	
Indicatriz do Outono			
Semana do ano			
Dia da semana			
Mês			
Dia do mês			
Indicatriz de fins-de-semana e feriados		√	√
Variáveis climáticas			
Temperatura média diária		S(4)	Lag 5
Temperatura mínima diária			
Temperatura máxima diária			
Diferença térmica diária			
Actividade gripal			
Taxa de incidência diária do síndrome gripal			S(3)
Indicatriz de períodos epidémicos do síndrome gripal		√	
Apreciação global do modelo			
DE = Deviance Explained		Resíduos auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=10,2%	Resíduos auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=6,8%

- Não se detectou um efeito significativo (a 5%) do poluente sobre o internamento

√ - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo tal como especificada

S(#) - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo após suavização com # graus de liberdade

Lag n - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo com um desfasamento de n dias relativamente à mortalidade (ou ao internamento)

S(#) Lag n - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo com um desfasamento de n dias relativamente à mortalidade (ou ao internamento), após suavização com # graus de liberdade

Quadro II. 27 – Descrição das variáveis explicativas que integram os modelos identificados para quantificar o efeito do O_3 sobre o internamento hospitalar por Todas as causas, excepto causas externas de residentes no concelho de Valongo

	Internamentos hospitalares		
	Total de indivíduos	Indivíduos com ≤ 14 anos	Indivíduos com ≥ 65 anos
Poluente e respectivo desfasamento temporal			
$O_3 / O_3 8h$	-	-	O_3 Lag 7
Variáveis temporais			
Dia do período			S(5)
Ano			
Semestre (húmido ou seco)			
Indicatriz do Inverno			
Indicatriz da Primavera			
Indicatriz do Verão			
Indicatriz do Outono			
Semana do ano			
Dia da semana			
Mês			
Dia do mês			
Indicatriz de fins-de-semana e feriados			√
Variáveis climáticas			
Temperatura média diária			
Temperatura mínima diária			
Temperatura máxima diária			S(2) Lag 2
Diferença térmica diária			
Actividade gripal			
Taxa de incidência diária do síndrome gripal			
Indicatriz de períodos epidémicos do síndrome gripal			
Apreciação global do modelo			
DE = Deviance Explained			Resíduos auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=6,0%

- Não se detectou um efeito significativo (a 5%) do poluente sobre o internamento

√ - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo tal como especificada

S(#) - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo após suavização com # graus de liberdade

Lag n - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo com um desfasamento de n dias relativamente à mortalidade (ou ao internamento)

S(#) Lag n - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo com um desfasamento de n dias relativamente à mortalidade (ou ao internamento), após suavização com # graus de liberdade

Quadro II. 28 – Descrição das variáveis explicativas que integram os modelos identificados para quantificar o efeito do O_3 sobre o internamento hospitalar por **Doenças do Aparelho Circulatório** de residentes no concelho de **Valongo**

	Internamentos hospitalares		
	Total de indivíduos	Indivíduos com ≤ 14 anos	Indivíduos com ≥ 65 anos
Poluente e respectivo desfasamento temporal			
$O_3 / O_3 8h$	O_3 Lag 7	*	-
Variáveis temporais			
Dia do período	√		
Ano			
Semestre (húmido ou seco)			
Indicatriz do Inverno			
Indicatriz da Primavera			
Indicatriz do Verão			
Indicatriz do Outono			
Semana do ano			
Dia da semana			
Mês			
Dia do mês			
Indicatriz de fins-de-semana e feriados	√		
Variáveis climáticas			
Temperatura média diária	S(7) Lag 2		
Temperatura mínima diária			
Temperatura máxima diária			
Diferença térmica diária			
Actividade gripal			
Taxa de incidência diária do síndrome gripal			
Indicatriz de períodos epidémicos do síndrome gripal			
Apreciação global do modelo			
DE = Deviance Explained	Resíduos auto-correlacionados; homocedasticidade; DE=2,98%		

- Não se detectou um efeito significativo (a 5%) do poluente sobre o internamento

* O número de dias em que ocorreram internamentos foi considerado insuficiente para modelação

√ - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo tal como especificada

S(#) - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo após suavização com # graus de liberdade

Lag n - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo com um desfasamento de n dias relativamente à mortalidade (ou ao internamento)

S(#) Lag n - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo com um desfasamento de n dias relativamente à mortalidade (ou ao internamento), após suavização com # graus de liberdade

Quadro II. 29 – Descrição das variáveis explicativas que integram os modelos identificados para quantificar o efeito do O_3 sobre o internamento hospitalar por Doenças do Aparelho Respiratório de residentes no concelho de Valongo

	Internamentos hospitalares		
	Total de indivíduos	Indivíduos com ≤ 14 anos	Indivíduos com ≥ 65 anos
Poluente e respectivo desfasamento temporal			
O_3 / O_{38h}	-	*	O_{38h} Lag 1
Variáveis temporais			
Dia do período			√
Ano			
Semestre (húmido ou seco)			
Indicatriz do Inverno			
Indicatriz da Primavera			
Indicatriz do Verão			
Indicatriz do Outono			
Semana do ano			
Dia da semana			
Mês			
Dia do mês			
Indicatriz de fins-de-semana e feriados			√
Variáveis climáticas			
Temperatura média diária			S(2)
Temperatura mínima diária			
Temperatura máxima diária			
Diferença térmica diária			
Actividade gripal			
Taxa de incidência diária do síndrome gripal			√
Indicatriz de períodos epidémicos do síndrome gripal			
Apreciação global do modelo			
DE = Deviance Explained			Resíduos auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=3,4%

- Não se detectou um efeito significativo (a 5%) do poluente sobre o internamento

* O número de dias em que ocorreram internamentos foi considerado insuficiente para modelação

√ - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo tal como especificada

S(#) - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo após suavização com # graus de liberdade

Lag n - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo com um desfasamento de n dias relativamente à mortalidade (ou ao internamento)

S(#) Lag n - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo com um desfasamento de n dias relativamente à mortalidade (ou ao internamento), após suavização com # graus de liberdade

Quadro II. 30 – Descrição das variáveis explicativas que integram os modelos identificados para quantificar o efeito do **PM₁₀** sobre a mortalidade e o internamento hospitalar por **Todas as causas, excepto causas externas** de residentes no concelho de **Lisboa**

	Mortalidade			Internamentos hospitalares		
	Total de indivíduos	Indivíduos com ≤ 14 anos	Indivíduos com ≥ 65 anos	Total de indivíduos	Indivíduos com ≤ 14 anos	Indivíduos com ≥ 65 anos
Poluente e respectivo desfasamento temporal						
PM ₁₀	Lag 3	*	Lag 3	Lag 0	Lag 1	Lag 1
Variáveis temporais						
Dia do período	S(7)		S(7)	S(9)	S(9)	S(9)
Ano						
Semestre (húmido ou seco)						
Indicatriz do Inverno	√		√		√	
Indicatriz da Primavera						
Indicatriz do Verão	√		√		√	
Indicatriz do Outono						
Semana do ano				√		√
Dia da semana					√	
Mês						
Dia do mês						
Indicatriz de fins-de-semana e feriados				√	√	√
Variáveis climáticas						
Temperatura média diária	S(4) Lag 1		S(5) Lag 1	S(7) Lag 4	S(3) Lag 6	S(8) Lag 4
Temperatura mínima diária						
Temperatura máxima diária						
Diferença térmica diária						
Actividade gripal						
Taxa de incidência diária do síndrome gripal	S(7)		S(2)	S(9)	√	S(8)
Indicatriz de períodos epidémicos do síndrome gripal						
Apreciação global do modelo						
DE = Deviance Explained	Resíduos auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=30,7%		Resíduos auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=30,4%	Resíduos auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=64,5%	Resíduos auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=30,4%	Resíduos auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=50,1%

- Não se detectou um efeito significativo (a 5%) do poluente sobre a mortalidade (ou sobre o internamento)

* O número de dias em que ocorreram óbitos ou internamentos foi considerado insuficiente para modelação

√ - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo tal como especificada

S(#) - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo após suavização com # graus de liberdade

Lag n - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo com um desfasamento de n dias relativamente à mortalidade (ou ao internamento)

S(#) Lag n - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo com um desfasamento de n dias relativamente à mortalidade (ou ao internamento), após suavização com # graus de liberdade

Quadro II. 31 – Descrição das variáveis explicativas que integram os modelos identificados para quantificar o efeito do **PM₁₀** sobre o internamento hospitalar por **Doenças do Aparelho Circulatório** de residentes no concelho de **Lisboa**

	Internamentos hospitalares		
	Total de indivíduos	Indivíduos com ≤ 14 anos	Indivíduos com ≥ 65 anos
Poluente e respectivo desfasamento temporal			
PM ₁₀	Lag 0	*	Lag 6
Variáveis temporais			
Dia do período	S(9)		S(9)
Ano			
Semestre (húmido ou seco)			
Indicatriz do Inverno			√
Indicatriz da Primavera			
Indicatriz do Verão	√		√
Indicatriz do Outono			
Semana do ano	√		
Dia da semana			
Mês			
Dia do mês			
Indicatriz de fins-de-semana e feriados	√		√
Variáveis climáticas			
Temperatura média diária	S(2) Lag 4		S(4) Lag 6
Temperatura mínima diária			
Temperatura máxima diária			
Diferença térmica diária			
Actividade gripal			
Taxa de incidência diária do síndrome gripal	S(5)		S(6)
Indicatriz de períodos epidémicos do síndrome gripal			
Apreciação global do modelo			
DE = Deviance Explained	Resíduos auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=44,5%		Resíduos auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=39,1%

* O número de dias em que ocorreram internamentos foi considerado insuficiente para modelação

√ - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo tal como especificada

S(#) - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo após suavização com # graus de liberdade

Lag n - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo com um desfasamento de n dias relativamente à mortalidade (ou ao internamento)

S(#) Lag n - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo com um desfasamento de n dias relativamente à mortalidade (ou ao internamento), após suavização com # graus de liberdade

Quadro II. 32 – Descrição das variáveis explicativas que integram os modelos identificados para quantificar o efeito do **PM₁₀** sobre o internamento hospitalar por **Doenças do Aparelho Respiratório** de residentes no concelho de **Lisboa**

	Internamentos hospitalares		
	Total de indivíduos	Indivíduos com ≤ 14 anos	Indivíduos com ≥ 65 anos
Poluente e respectivo desfasamento temporal			
PM ₁₀	Lag 1	Lag 3	Lag 1
Variáveis temporais			
Dia do período	S(9)	S(8)	S(9)
Ano			
Semestre (húmido ou seco)			
Indicatriz do Inverno	√	√	√
Indicatriz da Primavera			
Indicatriz do Verão	√	√	√
Indicatriz do Outono			
Semana do ano			
Dia da semana		√	
Mês			
Dia do mês			
Indicatriz de fins-de-semana e feriados	√	√	√
Variáveis climáticas			
Temperatura média diária	S(5) Lag 4		S(5) Lag 4
Temperatura mínima diária			
Temperatura máxima diária		S(8) Lag 6	
Diferença térmica diária			
Actividade gripal			
Taxa de incidência diária do síndrome gripal	S(6)	S(4)	S(6)
Indicatriz de períodos epidémicos do síndrome gripal			
Apreciação global do modelo			
DE = Deviance Explained	Resíduos auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=57,8%	Resíduos auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=30,7%	Resíduos auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=47,9%

√ - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo tal como especificada

S(#) - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo após suavização com # graus de liberdade

Lag n - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo com um desfasamento de n dias relativamente à mortalidade (ou ao internamento)

S(#) Lag n - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo com um desfasamento de n dias relativamente à mortalidade (ou ao internamento), após suavização com # graus de liberdade

Quadro II. 33 – Descrição das variáveis explicativas que integram os modelos identificados para quantificar o efeito do **NO₂** sobre a mortalidade e o internamento hospitalar por **Todas as causas, excepto causas externas** de residentes no concelho de **Lisboa**

	Mortalidade			Internamentos hospitalares		
	Total de indivíduos	Indivíduos com ≤ 14 anos	Indivíduos com ≥ 65 anos	Total de indivíduos	Indivíduos com ≤ 14 anos	Indivíduos com ≥ 65 anos
Poluente e respectivo desfasamento temporal						
NO ₂	Lag 6	*	Lag 6	Lag 0	Lag 5	Lag 1
Variáveis temporais						
Dia do período	S(7)		S(7)	S(9)	S(9)	S(9)
Ano						
Semestre (húmido ou seco)						
Indicatriz do Inverno	√		√		√	
Indicatriz da Primavera						
Indicatriz do Verão	√		√			
Indicatriz do Outono						
Semana do ano				√		√
Dia da semana						
Mês						
Dia do mês						
Indicatriz de fins-de-semana e feriados				√	√	√
Variáveis climáticas						
Temperatura média diária	S(4) Lag 1		S(5) Lag 1	S(8) Lag 5	Lag 6	S(8) Lag 4
Temperatura mínima diária						
Temperatura máxima diária						
Diferença térmica diária						
Actividade gripal						
Taxa de incidência diária do síndrome gripal	S(7)		S(2)	S(9)	√	S(8)
Indicatriz de períodos epidémicos do síndrome gripal						
Apreciação global do modelo						
DE = Deviance Explained	Resíduos auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=30,8%		Resíduos auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=30,4%	Resíduos auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=64,4%	Resíduos auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=29,6%	Resíduos auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=50,1%

- Não se detectou um efeito significativo (a 5%) do poluente sobre a mortalidade (ou sobre o internamento)

* O número de dias em que ocorreram óbitos ou internamentos foi considerado insuficiente para modelação

√ - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo tal como especificada

S(#) - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo após suavização com # graus de liberdade

Lag n - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo com um desfasamento de n dias relativamente à mortalidade (ou ao internamento)

S(#) Lag n - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo com um desfasamento de n dias relativamente à mortalidade (ou ao internamento), após suavização com # graus de liberdade

Quadro II. 34 – Descrição das variáveis explicativas que integram os modelos identificados para quantificar o efeito do **NO₂** sobre a mortalidade e o internamento hospitalar por **Doenças do Aparelho Circulatório** de residentes no concelho de **Lisboa**

	Mortalidade			Internamentos hospitalares		
	Total de indivíduos	Indivíduos com ≤ 14 anos	Indivíduos com ≥ 65 anos	Total de indivíduos	Indivíduos com ≤ 14 anos	Indivíduos com ≥ 65 anos
Poluente e respectivo desfasamento temporal						
NO ₂	-	*	Lag 5	Lag 5	*	Lag 5
Variáveis temporais						
Dia do período			S(7)	S(9)		S(9)
Ano						
Semestre (húmido ou seco)						
Indicatriz do Inverno			√			√
Indicatriz da Primavera						
Indicatriz do Verão			√	√		√
Indicatriz do Outono						
Semana do ano				√		
Dia da semana						
Mês						
Dia do mês						
Indicatriz de fins-de-semana e feriados				√		√
Variáveis climáticas						
Temperatura média diária			S(5) Lag 2	S(2) Lag 4		S(4) Lag 6
Temperatura mínima diária						
Temperatura máxima diária						
Diferença térmica diária						
Actividade gripal						
Taxa de incidência diária do síndrome gripal			√	S(5)		S(6)
Indicatriz de períodos epidémicos do síndrome gripal						
Apreciação global do modelo						
DE = Deviance Explained			Resíduos auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=22,9%	Resíduos auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=44,6%		Resíduos auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=39,1%

- Não se detectou um efeito significativo (a 5%) do poluente sobre a mortalidade (ou sobre o internamento)

* O número de dias em que ocorreram óbitos ou internamentos foi considerado insuficiente para modelação

√ - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo tal como especificada

S(#) - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo após suavização com # graus de liberdade

Lag n - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo com um desfasamento de n dias relativamente à mortalidade (ou ao internamento)

S(#) Lag n - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo com um desfasamento de n dias relativamente à mortalidade (ou ao internamento), após suavização com # graus de liberdade

Quadro II. 35 – Descrição das variáveis explicativas que integram os modelos identificados para quantificar o efeito do **NO₂** sobre o internamento hospitalar por **Doenças do Aparelho Respiratório** de residentes no concelho de **Lisboa**

	Internamentos hospitalares		
	Total de indivíduos	Indivíduos com ≤ 14 anos	Indivíduos com ≥ 65 anos
Poluente e respectivo desfasamento temporal			
NO ₂	Lag 2	Lag 6	Lag 2
Variáveis temporais			
Dia do período	S(9)	S(8)	S(9)
Ano			
Semestre (húmido ou seco)			
Indicatriz do Inverno	√	√	√
Indicatriz da Primavera			
Indicatriz do Verão	√	√	√
Indicatriz do Outono			
Semana do ano			
Dia da semana		√	
Mês			
Dia do mês			
Indicatriz de fins-de-semana e feriados	√	√	√
Variáveis climáticas			
Temperatura média diária	S(5) Lag 4		S(5) Lag 4
Temperatura mínima diária			
Temperatura máxima diária		S(8) Lag 6	
Diferença térmica diária			
Actividade gripal			
Taxa de incidência diária do síndrome gripal	S(6)	S(4)	S(6)
Indicatriz de períodos epidémicos do síndrome gripal			
Apreciação global do modelo			
DE = Deviance Explained	Resíduos auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=57,6%	Resíduos auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=30,6%	Resíduos auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=47,8%

√ - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo tal como especificada

S(#) - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo após suavização com # graus de liberdade

Lag n - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo com um desfasamento de n dias relativamente à mortalidade (ou ao internamento)

S(#) Lag n - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo com um desfasamento de n dias relativamente à mortalidade (ou ao internamento), após suavização com # graus de liberdade

Quadro II. 36 – Descrição das variáveis explicativas que integram os modelos identificados para quantificar o efeito do **SO₂** sobre a mortalidade e o internamento hospitalar por **Todas as causas, excepto causas externas** de residentes no concelho de **Lisboa**

	Mortalidade			Internamentos hospitalares		
	Total de indivíduos	Indivíduos com ≤ 14 anos	Indivíduos com ≥ 65 anos	Total de indivíduos	Indivíduos com ≤ 14 anos	Indivíduos com ≥ 65 anos
Poluente e respectivo desfasamento temporal						
SO ₂	Lag 1	*	Lag 3	Lag 0	-	Lag 1
Variáveis temporais						
Dia do período	S(7)		S(7)	S(9)		S(9)
Ano						
Semestre (húmido ou seco)						
Indicatriz do Inverno	√		√			
Indicatriz da Primavera						
Indicatriz do Verão	√		√			
Indicatriz do Outono						
Semana do ano				√		√
Dia da semana						
Mês						
Dia do mês						
Indicatriz de fins-de-semana e feriados				√		√
Variáveis climáticas						
Temperatura média diária	S(5) Lag 1		S(5) Lag 1	S(8) Lag 5		S(7) Lag 4
Temperatura mínima diária						
Temperatura máxima diária						
Diferença térmica diária						
Actividade gripal						
Taxa de incidência diária do síndrome gripal	S(7)		S(2)	S(9)		S(8)
Indicatriz de períodos epidémicos do síndrome gripal						
Apreciação global do modelo						
DE = Deviance Explained	Resíduos auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=30,7%		Resíduos auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=30,4%	Resíduos auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=64,3%		Resíduos auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=49,7%

- Não se detectou um efeito significativo (a 5%) do poluente sobre a mortalidade (ou sobre o internamento)

* O número de dias em que ocorreram óbitos ou internamentos foi considerado insuficiente para modelação

√ - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo tal como especificada

S(#) - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo após suavização com # graus de liberdade

Lag n - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo com um desfasamento de n dias relativamente à mortalidade (ou ao internamento)

S(#) Lag n - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo com um desfasamento de n dias relativamente à mortalidade (ou ao internamento), após suavização com # graus de liberdade

Quadro II. 37 – Descrição das variáveis explicativas que integram os modelos identificados para quantificar o efeito do **SO₂** sobre a mortalidade por **Doenças do Aparelho Circulatório** de residentes no concelho de **Lisboa**

	Mortalidade		
	Total de indivíduos	Indivíduos com ≤ 14 anos	Indivíduos com ≥ 65 anos
Poluente e respectivo desfasamento temporal			
SO ₂	Lag 1	*	Lag 2
Variáveis temporais			
Dia do período	S(7)		S(7)
Ano			
Semestre (húmido ou seco)			
Indicatriz do Inverno	√		√
Indicatriz da Primavera			
Indicatriz do Verão	√		√
Indicatriz do Outono			
Semana do ano			
Dia da semana			
Mês			
Dia do mês			
Indicatriz de fins-de-semana e feriados			
Variáveis climáticas			
Temperatura média diária	S(5) Lag 2		S(5) Lag 2
Temperatura mínima diária			
Temperatura máxima diária			
Diferença térmica diária			
Actividade gripal			
Taxa de incidência diária do síndrome gripal	√		√
Indicatriz de períodos epidémicos do síndrome gripal			
Apreciação global do modelo			
DE = Deviance Explained	Resíduos auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=23,5%		Resíduos auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=22,8%

* O número de dias em que ocorreram óbitos foi considerado insuficiente para modelação

√ - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo tal como especificada

S(#) - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo após suavização com # graus de liberdade

Lag n - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo com um desfasamento de n dias relativamente à mortalidade (ou ao internamento)

S(#) Lag n - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo com um desfasamento de n dias relativamente à mortalidade (ou ao internamento), após suavização com # graus de liberdade

Quadro II. 38 – Descrição das variáveis explicativas que integram os modelos identificados para quantificar o efeito do **SO₂** sobre o internamento hospitalar por **Doenças do Aparelho Respiratório** de residentes no concelho de **Lisboa**

	Internamentos hospitalares		
	Total de indivíduos	Indivíduos com ≤ 14 anos	Indivíduos com ≥ 65 anos
Poluente e respectivo desfasamento temporal			
SO ₂	Lag 0	Lag 6	Lag 2
Variáveis temporais			
Dia do período	S(9)	S(8)	S(9)
Ano			
Semestre (húmido ou seco)			
Indicatriz do Inverno	√	√	√
Indicatriz da Primavera			
Indicatriz do Verão	√	√	√
Indicatriz do Outono			
Semana do ano			
Dia da semana			
Mês			
Dia do mês			
Indicatriz de fins-de-semana e feriados	√	√	√
Variáveis climáticas			
Temperatura média diária	S(5) Lag 4		S(5) Lag 4
Temperatura mínima diária			
Temperatura máxima diária		S(8) Lag 6	
Diferença térmica diária			
Actividade gripal			
Taxa de incidência diária do síndrome gripal	S(6)	S(4)	S(6)
Indicatriz de períodos epidémicos do síndrome gripal			
Apreciação global do modelo			
DE = Deviance Explained	Resíduos auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=57,5%	Resíduos auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=30,0%	Resíduos auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=46,7%

√ - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo tal como especificada

S(#) - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo após suavização com # graus de liberdade

Lag n - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo com um desfasamento de n dias relativamente à mortalidade (ou ao internamento)

S(#) Lag n - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo com um desfasamento de n dias relativamente à mortalidade (ou ao internamento), após suavização com # graus de liberdade

Quadro II. 39 – Descrição das variáveis explicativas que integram os modelos identificados para quantificar o efeito do O_3 sobre a mortalidade e o internamento hospitalar por Todas as causas, excepto causas externas de residentes no concelho de Lisboa

	Mortalidade			Internamentos hospitalares		
	Total de indivíduos	Indivíduos com ≤ 14 anos	Indivíduos com ≥ 65 anos	Total de indivíduos	Indivíduos com ≤ 14 anos	Indivíduos com ≥ 65 anos
Poluente e respectivo desfasamento temporal						
$O_3 / O_3 8h$	$O_3 8h$ Lag 6	*	$O_3 8h$ Lag 8	$O_3 8h$ Lag 1	-	$O_3 8h$ Lag 2
Variáveis temporais						
Dia do período	S(4)			S(9)		S(8)
Ano						
Semestre (húmido ou seco)						
Indicatriz do Inverno						
Indicatriz da Primavera						
Indicatriz do Verão						
Indicatriz do Outono						
Semana do ano	√		√	√		√
Dia da semana						
Mês						
Dia do mês						
Indicatriz de fins-de-semana e feriados				√		√
Variáveis climáticas						
Temperatura média diária	S(3) Lag 1		S(3) Lag 1			S(3) Lag 2
Temperatura mínima diária						
Temperatura máxima diária				S(5) Lag 2		
Diferença térmica diária						
Actividade gripal						
Taxa de incidência diária do síndrome gripal			S(2)	S(5)		
Indicatriz de períodos epidémicos do síndrome gripal						
Apreciação global do modelo						
DE = Deviance Explained	Resíduos auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=18,6%		Resíduos auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=19,9%	Resíduos auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=62,6%		Resíduos auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=41,1%

- Não se detectou um efeito significativo (a 5%) do poluente sobre a mortalidade (ou sobre o internamento)

* O número de dias em que ocorreram óbitos ou internamentos foi considerado insuficiente para modelação

√ - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo tal como especificada

S(#) - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo após suavização com # graus de liberdade

Lag n - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo com um desfasamento de n dias relativamente à mortalidade (ou ao internamento)

S(#) Lag n - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo com um desfasamento de n dias relativamente à mortalidade (ou ao internamento), após suavização com # graus de liberdade

Quadro II. 40 – Descrição das variáveis explicativas que integram os modelos identificados para quantificar o efeito do **O₃** sobre a mortalidade e o internamento hospitalar por **Doenças do Aparelho Circulatório** de residentes no concelho de **Lisboa**

	Mortalidade			Internamentos hospitalares		
	Total de indivíduos	Indivíduos com ≤ 14 anos	Indivíduos com ≥ 65 anos	Total de indivíduos	Indivíduos com ≤ 14 anos	Indivíduos com ≥ 65 anos
Poluente e respectivo desfasamento temporal						
O ₃ / O ₃ 8h	O ₃ 8h Lag 8	*	O ₃ 8h Lag 8	O ₃ 8h Lag 2	*	O ₃ 8h Lag 2
Variáveis temporais						
Dia do período	S(2)		S(2)	S(8)		S(8)
Ano						
Semestre (húmido ou seco)						
Indicatriz do Inverno						
Indicatriz da Primavera				√		
Indicatriz do Verão						
Indicatriz do Outono						
Semana do ano	√		√			
Dia da semana						
Mês						√
Dia do mês						
Indicatriz de fins-de-semana e feriados				√		√
Variáveis climáticas						
Temperatura média diária	S(3) Lag 1		S(3) Lag 1	Lag 3		
Temperatura mínima diária						
Temperatura máxima diária						S(3) Lag 7
Diferença térmica diária						
Actividade gripal						
Taxa de incidência diária do síndrome gripal				S(2)		S(2)
Indicatriz de períodos epidémicos do síndrome gripal						
Apreciação global do modelo						
DE = Deviance Explained	Resíduos auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=18,1%		Resíduos auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=16,4%	Resíduos auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=36,6%		Resíduos auto-correlacionados; homocedasticidade; DE=31,5%

- Não se detectou um efeito significativo (a 5%) do poluente sobre a mortalidade (ou sobre o internamento)

* O número de dias em que ocorreram óbitos ou internamentos foi considerado insuficiente para modelação

√ - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo tal como especificada

S(#) - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo após suavização com # graus de liberdade

Lag n - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo com um desfasamento de n dias relativamente à mortalidade (ou ao internamento)

S(#) Lag n - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo com um desfasamento de n dias relativamente à mortalidade (ou ao internamento), após suavização com # graus de liberdade

Quadro II. 41 – Descrição das variáveis explicativas que integram os modelos identificados para quantificar o efeito do O_3 sobre a mortalidade e o internamento hospitalar por **Doenças do Aparelho Respiratório** de residentes no concelho de **Lisboa**

	Mortalidade			Internamentos hospitalares		
	Total de indivíduos	Indivíduos com ≤ 14 anos	Indivíduos com ≥ 65 anos	Total de indivíduos	Indivíduos com ≤ 14 anos	Indivíduos com ≥ 65 anos
Poluente e respectivo desfasamento temporal						
O_3 / O_{38h}	O_3 Lag 2	*	O_3 Lag 2	O_{38h} Lag 1	-	O_{38h} Lag 1
Variáveis temporais						
Dia do período				S(8)		S(7)
Ano						
Semestre (húmido ou seco)						
Indicatriz do Inverno						
Indicatriz da Primavera						
Indicatriz do Verão						
Indicatriz do Outono						
Semana do ano	√		√			√
Dia da semana						
Mês				√		
Dia do mês				√		
Indicatriz de fins-de-semana e feriados				√		√
Variáveis climáticas						
Temperatura média diária	S(2) Lag 2			S(5) Lag 2		
Temperatura mínima diária						
Temperatura máxima diária			Lag 2		S(7) Lag 2	
Diferença térmica diária						
Actividade gripal						
Taxa de incidência diária do síndrome gripal				S(3)		S(6)
Indicatriz de períodos epidémicos do síndrome gripal						
Apreciação global do modelo						
DE = Deviance Explained	Resíduos não auto-correlacionados; homocedasticidade; DE=4,9%		Resíduos não auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=4,9%	Resíduos não auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=31,9%		Resíduos auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=24,3%

- Não se detectou um efeito significativo (a 5%) do poluente sobre a mortalidade (ou sobre o internamento)

* O número de dias em que ocorreram óbitos ou internamentos foi considerado insuficiente para modelação

√ - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo tal como especificada

S(#) - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo após suavização com # graus de liberdade

Lag n - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo com um desfasamento de n dias relativamente à mortalidade (ou ao internamento)

S(#) Lag n - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo com um desfasamento de n dias relativamente à mortalidade (ou ao internamento), após suavização com # graus de liberdade

Quadro II. 42 – Descrição das variáveis explicativas que integram os modelos identificados para quantificar o efeito do **CO** sobre a mortalidade e o internamento hospitalar por **Todas as causas, excepto causas externas** de residentes no concelho de **Lisboa**

	Mortalidade			Internamentos hospitalares		
	Total de indivíduos	Indivíduos com ≤ 14 anos	Indivíduos com ≥ 65 anos	Total de indivíduos	Indivíduos com ≤ 14 anos	Indivíduos com ≥ 65 anos
Poluente e respectivo desfasamento temporal						
CO / CO8h	CO Lag 4	*	CO8h Lag 3	CO8h Lag 0	CO Lag 3	CO8h Lag 0
Variáveis temporais						
Dia do período	S(7)		S(7)	S(9)	S(8)	S(9)
Ano						
Semestre (húmido ou seco)						
Indicatriz do Inverno	√		√		√	
Indicatriz da Primavera						
Indicatriz do Verão	√		√		√	
Indicatriz do Outono						
Semana do ano				√		√
Dia da semana					√	
Mês						
Dia do mês						
Indicatriz de fins-de-semana e feriados				√	√	√
Variáveis climáticas						
Temperatura média diária	S(4) Lag 1		S(5) Lag 1	S(8) Lag 5	S(3) Lag 6	S(8) Lag 4
Temperatura mínima diária						
Temperatura máxima diária						
Diferença térmica diária						
Actividade gripal						
Taxa de incidência diária do síndrome gripal	S(7)		S(2)	S(9)		S(8)
Indicatriz de períodos epidémicos do síndrome gripal						
Apreciação global do modelo						
DE = Deviance Explained	Resíduos auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=30,9%		Resíduos auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=30,5%	Resíduos auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=64,2%	Resíduos auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=30,1%	Resíduos auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=49,8%

- Não se detectou um efeito significativo (a 5%) do poluente sobre a mortalidade (ou sobre o internamento)

* O número de dias em que ocorreram óbitos ou internamentos foi considerado insuficiente para modelação

√ - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo tal como especificada

S(#) - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo após suavização com # graus de liberdade

Lag n - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo com um desfasamento de n dias relativamente à mortalidade (ou ao internamento)

S(#) Lag n - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo com um desfasamento de n dias relativamente à mortalidade (ou ao internamento), após suavização com # graus de liberdade

Quadro II. 43 – Descrição das variáveis explicativas que integram os modelos identificados para quantificar o efeito do **CO** sobre a mortalidade e o internamento hospitalar por **Doenças do Aparelho Circulatório** de residentes no concelho de **Lisboa**

	Mortalidade			Internamentos hospitalares		
	Total de indivíduos	Indivíduos com ≤ 14 anos	Indivíduos com ≥ 65 anos	Total de indivíduos	Indivíduos com ≤ 14 anos	Indivíduos com ≥ 65 anos
Poluente e respectivo desfasamento temporal						
CO / CO8h	CO8h Lag 3	*	CO8h Lag 3	CO Lag 6	*	CO Lag 6
Variáveis temporais						
Dia do período	S(7)		S(7)	S(9)		S(9)
Ano						
Semestre (húmido ou seco)						√
Indicatriz do Inverno	√		√			
Indicatriz da Primavera						
Indicatriz do Verão	√		√			
Indicatriz do Outono						
Semana do ano						√
Dia da semana						
Mês						
Dia do mês						
Indicatriz de fins-de-semana e feriados				√		√
Variáveis climáticas						
Temperatura média diária	S(5) Lag 2		S(5) Lag 2	S(3) Lag 4		S(4) Lag 6
Temperatura mínima diária						
Temperatura máxima diária						
Diferença térmica diária						
Actividade gripal						
Taxa de incidência diária do síndrome gripal	S(3)		√	S(5)		
Indicatriz de períodos epidémicos do síndrome gripal						
Apreciação global do modelo						
DE = Deviance Explained	Resíduos auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=23,8%		Resíduos auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=23,1%	Resíduos auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=44,0%		Resíduos auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=38,9%

- Não se detectou um efeito significativo (a 5%) do poluente sobre a mortalidade (ou sobre o internamento)

* O número de dias em que ocorreram óbitos ou internamentos foi considerado insuficiente para modelação

√ - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo tal como especificada

S(#) - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo após suavização com # graus de liberdade

Lag n - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo com um desfasamento de n dias relativamente à mortalidade (ou ao internamento)

S(#) Lag n - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo com um desfasamento de n dias relativamente à mortalidade (ou ao internamento), após suavização com # graus de liberdade

Quadro II. 44 – Descrição das variáveis explicativas que integram os modelos identificados para quantificar o efeito do **CO** sobre o internamento hospitalar por **Doenças do Aparelho Respiratório** de residentes no concelho de **Lisboa**

	Internamentos hospitalares		
	Total de indivíduos	Indivíduos com ≤ 14 anos	Indivíduos com ≥ 65 anos
Poluente e respectivo desfasamento temporal			
CO / CO8h	CO8h Lag 3	CO Lag 7	-
Variáveis temporais			
Dia do período	S(9)	S(8)	
Ano			
Semestre (húmido ou seco)		√	
Indicatriz do Inverno	√		
Indicatriz da Primavera			
Indicatriz do Verão	√		
Indicatriz do Outono			
Semana do ano			
Dia da semana		√	
Mês			
Dia do mês			
Indicatriz de fins-de-semana e feriados	√	√	
Variáveis climáticas			
Temperatura média diária	S(5) Lag 4	S(6) Lag 6	
Temperatura mínima diária			
Temperatura máxima diária			
Diferença térmica diária			
Actividade gripal			
Taxa de incidência diária do síndrome gripal	S(6)	S(4)	
Indicatriz de períodos epidémicos do síndrome gripal			
Apreciação global do modelo			
DE = Deviance Explained	Resíduos auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=57,5%	Resíduos auto-correlacionados; heterocedasticidade; DE=30,3%	

- Não se detectou um efeito significativo (a 5%) do poluente sobre o internamento

√ - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo tal como especificada

S(#) - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo após suavização com # graus de liberdade

Lag n - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo com um desfasamento de n dias relativamente à mortalidade (ou ao internamento)

S(#) Lag n - Indica que a variável referenciada em linha foi incluída no modelo com um desfasamento de n dias relativamente à mortalidade (ou ao internamento), após suavização com # graus de liberdade