



Morbilidade respiratória e exposição a partículas inaláveis na cidade de Lisboa

Sandra Moreira¹, Carlos Silva Santos¹, Hugo Tente², Luísa Nogueira³, Francisco Ferreira², Arlete Neto⁴

1 - Centro Regional de Saúde Pública de Lisboa e Vale do Tejo

2 - Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa

3 - Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional de Lisboa e Vale do Tejo

4 - Hospital Dona Estefânia

Resumo

Introdução: Os efeitos adversos das partículas em suspensão na saúde humana expressam-se sob efeitos agudos e crónicos, não existindo nenhum limiar abaixo do qual se considere que a exposição a partículas não origine efeitos na saúde da população. À semelhança de outras capitais europeias, a cidade de Lisboa apresenta elevados níveis de partículas, principalmente nas áreas de maior tráfego.

Objectivo: Neste estudo procurou-se analisar os efeitos na saúde humana decorrentes da exposição ambiental a partículas em suspensão na atmosfera (PM₁₀ e PM_{2,5}).

Metodologia: O estudo centrou-se nos efeitos das partículas inaláveis na saúde respiratória da população infanto-juvenil residente em Lisboa. Para o efeito, foram caracterizados os níveis de partículas (PM₁₀ e PM_{2,5}) em Lisboa e procedeu-se a uma avaliação da morbilidade respiratória, utilizando métodos indirectos relacionados com a procura e utilização dos serviços de saúde em situação de urgência, tendo como base os atendimentos da Urgência Pediátrica de um Hospital de Lisboa.

Resultados: Verificou-se que um terço das urgências pediátricas hospitalares é de natureza respiratória, destacando-se quatro principais patologias: infecção aguda das vias aéreas superiores, infecção aguda das vias aéreas inferiores, asma e pneumonia. Os modelos estatísticos explicativos foram desenvolvidos com vista a aferir as variáveis ambientais mais relevantes para avaliar os impactes da poluição atmosférica por PM na saúde respiratória infantil, identificando-se um desfazamento temporal, de poucos dias, entre as ocorrências de elevadas concentrações de partículas e os efeitos respiratórios.

Conclusão: Nestes modelos a temperatura mínima surge como importante variável explicativa, assim como as concentrações de partículas medidas em estações de fundo (mais representativas dos níveis de concentrações de PM de zonas

residenciais) em detrimento das estações de tráfego. Foi evidente uma relação entre a zona de residência das crianças com problemas respiratórios atendidas na urgência e as áreas da cidade com maiores níveis de partículas.

Palavras-chave: poluição atmosférica, partículas, avaliação da exposição ambiental, morbilidade respiratória

Acta Pediatr Port 2008;39(6):223-32

Respiratory morbidity and exposure to inhalable particles in the city of Lisbon

Abstract

Introduction: The adverse effects of the atmospheric particulate matter (PM) on human health are expressed in acute and chronic effects and there is no threshold below which we consider that the exposure to these particles does not originate any effect on the health of the population. Like other European capitals, the city of Lisbon has high particulate matter (PM) levels, especially within areas of high density road traffic.

Objective: This study aimed to analyse the effects of the environmental exposure to atmospheric PM (PM₁₀ and PM_{2,5} fractions) on human health.

Methodology: The study focused on the effects of inhalable particles on respiratory health in the younger Lisbon inhabitants. To this end both Lisbon's PM (PM₁₀ and PM_{2,5}) levels were characterized and a respiratory morbidity evaluation was performed. The latter process used indirect methods related to the search and use of the health services in emergency situations, giving special focus to the occurrences on the Paediatric Emergency in a specific Lisbon Hospital.

Results: According to the results, one third of the emergencies in hospital paediatrics derive from breathing problems,

Recebido: 08.05.2007

Aceite: 29.10.2008

Correspondência:

Sandra Sofia dos Anjos Sousa Moreira
Administração Regional de Saúde de Lisboa e Vale do Tejo, I.P.
Departamento de Saúde Pública
Av. Estados Unidos da América, n.º 77
1749-096 Lisboa, Portugal
sandrasofiamoreira@hotmail.com

presenting four main pathologies: acute upper respiratory infections, acute lower respiratory infections, asthma and pneumonia. Several explanatory statistical models were built in order to assess what environmental variables were decisive for evaluating the impact of atmospheric PM pollution on the respiratory-related child hospital admissions. The models selected variables with a time gap between PM levels and its' effects, since a time lag of a few days was identified between the occurrences of high PM concentrations and peaks on hospital admissions.

Conclusion: According to the models built, the minimum temperature is an important variable affecting these hospital admissions, as well as the PM levels measured in background stations in detriment of traffic stations (since they are more representative of concentration levels at residential areas). It was also observed an important connection between the children's place of residence and the city most polluted areas since the frequency of cases was higher for children living on higher PM concentration neighbourhoods.

Key Words: *air pollution; particles; environmental exposure assessment; respiratory morbidity*

Acta Pediatr Port 2008;39(6):223-32

Introdução

A protecção do ambiente e da saúde humana constitui um dos principais desafios do século XXI, sendo um requisito indispensável para o bem-estar e para a prosperidade da sociedade. Encara-se hoje o ambiente como um factor crucial no contexto saúde/doença.

A poluição atmosférica tem sido considerada um dos graves problemas ambientais das sociedades modernas, como resultado de um crescente desenvolvimento industrial e urbano que, inevitavelmente, tem conduzido a um aumento da emissão de poluentes atmosféricos com consequências no ambiente e na saúde humana.

É crescente a evidência científica relativa à associação entre a concentração dos poluentes atmosféricos e a mortalidade^{1,2} e a morbilidade³⁻¹¹ humana, onde se procura estimar o risco para a saúde da população quando exposta aos diferentes poluentes atmosféricos e estabelecer indicadores de impacto na saúde.

As partículas em suspensão são um dos principais poluentes atmosféricos, às quais se encontram potencialmente atribuídos efeitos negativos na saúde e no ambiente. Em termos de magnitude do impacto, os efeitos adversos das partículas em suspensão sobre a saúde humana expressam-se quer sob efeitos agudos (exposição a curto prazo), quer através de efeitos crónicos (exposição a longo prazo). No que se refere à intensidade do efeito, esta é inversamente proporcional à população afectada: de acordo com a pirâmide de efeitos da poluição atmosférica na saúde humana¹² na base encontram-se os efeitos sub-clínicos e no seu topo a mortalidade.

Apesar de se considerar que na exposição a partículas inaláveis “não existe nenhum limiar abaixo do qual a exposição não origina efeitos na saúde humana”¹³ (a complexidade e a

diversidade das características físicas e químicas das partículas - PM₁₀ e PM_{2.5} - podem justificar, em parte, este facto), existem valores limite estabelecidos na legislação europeia e nacional para PM₁₀ associados à protecção da saúde humana (o valor limite diário é de 50µg/m³, valor que não se pode exceder mais de 35 vezes em cada ano civil, e o valor limite anual é de 40µg/m³), o que traduz um compromisso de risco tido como aceitável para a exposição da população, de acordo com as actuais condições de desenvolvimento técnico-científico. De salientar, que atendendo à crescente importância das fracções granulométricas mais pequenas, foi recentemente publicada regulamentação europeia para PM_{2.5}.

Em Portugal, como na generalidade dos países com clima mediterrâneo, as concentrações de partículas, em especial de PM₁₀, registam valores superiores aos observados na Europa Central, sendo frequentemente mais elevados do que os valores limite legislados. A cidade de Lisboa apresenta níveis de partículas inaláveis muito elevados à escala europeia, principalmente nas zonas de maior tráfego¹⁴.

Objectivo

O conhecimento sobre a qualidade do ar na cidade de Lisboa, sendo relevante não tem sido utilizado para caracterizar os efeitos dos poluentes atmosféricos sobre a saúde da população desta cidade. Neste sentido, o estudo teve como principal objectivo determinar o impacto na saúde humana resultante da exposição ambiental total a partículas inaláveis em suspensão na atmosfera (PM₁₀ e PM_{2.5}) em residentes da cidade de Lisboa.

Metodologia

Procedeu-se à realização de um estudo descritivo longitudinal e prospectivo para determinar os efeitos agudos respiratórios na população por exposição ambiental a partículas em suspensão (PM₁₀ e de PM_{2.5}).

A avaliação dos níveis de partículas efectuada no âmbito do estudo teve por base a análise dos dados de PM₁₀ e de PM_{2.5} medidos em contínuo pelos analisadores de absorção de radiação β (Environnement S.A.,MP101M) presentes nas estações de monitorização da rede oficial de qualidade do ar da região de Lisboa e Vale do Tejo, instaladas na cidade de Lisboa. No sentido de complementar a informação recolhida nas estações de monitorização e tendo em vista efectuar a caracterização química das partículas PM₁₀, procedeu-se à realização de campanhas de amostragem deste poluente em três locais distintos da cidade de Lisboa utilizando amostradores gravimétricos de referência, Partisol® Plus 2025. Com a finalidade de caracterizar a distribuição espacial dos níveis de PM₁₀ foram ainda realizadas três campanhas de amostragem com a duração de uma semana (campanha de avaliação da distribuição das concentrações de fundo, campanha de comparação das concentrações interior vs. exterior e campanha de avaliação de concentrações máximas) pelo recurso a 11 amostradores de baixo volume (LVS) Derenda LVS 3.1. De forma a garantir a inter-comparação entre os diversos métodos de medição, aos resultados dos analisadores de radiação β foi aplicado um factor de

correção definido a nível nacional pelo Instituto do Ambiente (actualmente Agência Portuguesa do Ambiente): 1.11 para estações urbanas de fundo e 1.18 para estações de tráfego.

No que concerne à componente saúde humana (vertente morbilidade), o estudo centrou-se na análise da saúde respiratória da população infanto-juvenil residente em Lisboa, utilizando uma amostra sistemática de conveniência: os utentes que recorreram aos serviços da urgência pediátrica de uma unidade hospitalar da cidade de Lisboa durante o ano 2004, unidade que engloba na sua área de abrangência 40 das 53 freguesias do concelho de Lisboa e 10 das 18 freguesias do concelho de Loures.

Procedeu-se à recolha de dados sobre as variáveis sexo, idade e local de residência para o número diário de atendimentos da urgência pediátrica por todas as causas, por todas as doenças e especificamente por doenças respiratórias. Os dados relativos aos atendimentos da urgência pediátrica por todas as causas e por todas as doenças foram fornecidos pelos serviços do Hospital de Lisboa alvo do estudo e os atendimentos diários por doença respiratória foram recolhidos através da “codificação” das fichas de urgência pediátrica dos utentes, tendo como suporte o questionário-tipo (*vide* Anexo). Todos os dados recolhidos foram introduzidos em programa Microsoft Excel®, versão Office 2003 (Microsoft Corporation, Redmond – WA, EUA), com aplicação estatística em SPSS®15 (Statistical Package for Social Sciences, versão 15, SPSS Inc., Chicago – IL, EUA).

Foram seleccionados para análise os primeiros sete dias de cada mês daquele ano, num total de 84 dias de amostragem.

As patologias respiratórias, discriminadas de acordo com a CID-10, foram agrupadas do seguinte modo: infecção aguda (J00 a J06); infecção crónica (J31 a J33 e J35 a J37); rinite alérgica e vasomotora (J30); infecção aguda (J20 a J22); gripe (J10 a J11); pneumonia (J12 a J18); bronquite crónica (J41 a J42); enfisema (J43); outra doença pulmonar obstrutiva crónica (J44); asma (J45 a J46); bronquectasia (J47); e outra doença respiratória não incluída anteriormente.

Foi realizada uma análise descritiva tanto das variáveis ambientais como de saúde, que incluiu o cálculo dos rácios das doenças respiratórias no total de doenças por freguesia.

A relação entre as admissões nas urgências pediátricas por doença respiratória e os níveis de partículas observados nas estações de monitorização de qualidade do ar foi avaliada através de modelos de regressão linear múltipla, baseados num vasto conjunto de variáveis, tais como: dia da semana; precipitação diária acumulada; temperatura máxima; temperatura mínima; média diária da humidade relativa; velocidade média do vento à superfície; média diária das concentrações de PM₁₀ na estação de monitorização de qualidade do ar dos Olivais; média diária das concentrações de PM₁₀ na estação de monitorização de qualidade do ar de Entrecampos; média do dia anterior (lag_{-1}) das concentrações anteriores; média diária 2 dias antes (lag_{-2}) das concentrações anteriores e assim sucessivamente até aos 5 dias; igual abordagem para as concentrações de PM_{2.5} em ambas as estações e *lags*; médias móveis das concentrações citadas para 2 e 3 dias nos diferentes *lags* considerados e duração do dia solar.

De salientar, que se constatou a necessidade de introduzir na análise o desfase temporal das concentrações (*lag*), à semelhança de outros estudos que optam por períodos até três dias¹⁵⁻¹⁸ ou períodos mais longos¹⁹, tal como os cinco dias testados ao longo do presente estudo. Foram igualmente testadas concentrações médias integradas de dois e três dias, à semelhança de outros autores^{20,21}.

Resultados

Da análise efectuada aos dados das estações de monitorização, verificou-se que os perfis das duas granulometrias de partículas em suspensão na atmosfera (PM₁₀ e PM_{2.5}) apresentam, em geral, grande concordância: quando aumenta uma fracção eleva-se geralmente também a outra. A excepção a este quadro verifica-se nos dias em que se regista a intrusão de massas de ar de desertos norte-africanos aumentando maioritariamente a fracção PM₁₀ relativamente a PM_{2.5}¹⁴.

Não obstante a caracterização da distribuição espacial das partículas na cidade de Lisboa ter sido efectuada recorrendo a amostragens maioritariamente em localizações urbanas de fundo, as concentrações de PM₁₀ medidas foram, comparativamente com os valores legislados, bastante elevadas, tendo-se encontrado concentrações máximas no eixo central da cidade, no sentido Norte-Sul (Figura 1).

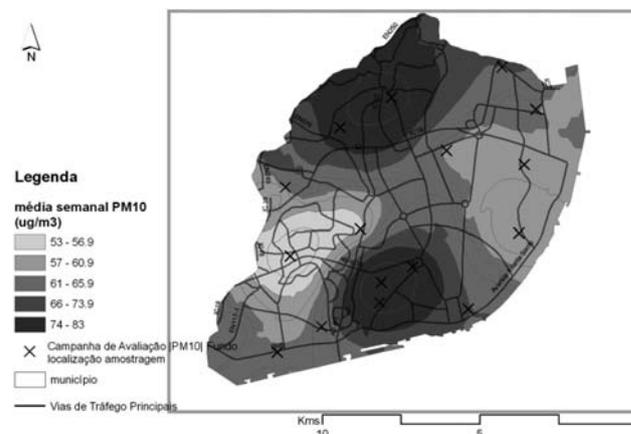


Figura 1 – Distribuição espacial das concentrações médias semanais de PM₁₀

Relativamente à população amostrada constatou-se que foram atendidos na urgência pediátrica do Hospital de Lisboa 17242 utentes (atendimentos por todas as causas), 83.2% por doença e o restante (16.8%) por acidente, intoxicação, queda, mordedura, queimadura ou outra causa externa.

Em média, cerca de 61 crianças (desvio padrão de 28.2) são atendidas diariamente por doença respiratória na urgência pediátrica do hospital, correspondendo a 35.5% do total de urgências pediátricas por doença.

Os atendimentos hospitalares por doença respiratória, no período de amostragem, perfizeram um total de 5100, com um mínimo diário de 16 utentes (que ocorreu num sábado durante o mês de Setembro) e um máximo de 138 utentes (sexta-feira e domingo, mês de Janeiro).

A evolução diária, ao longo dos 84 dias de amostragem, do número de atendimentos hospitalares por doença respiratória é apresentada na Figura 2, na qual se pode constatar que relativamente à média registada (60.7), 34 dias ultrapassaram este valor.

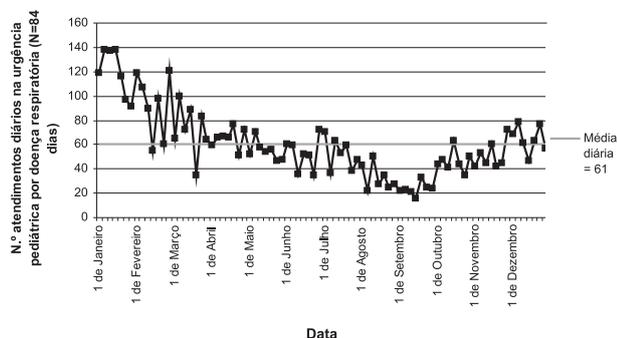


Figura 2 – Variação diária (84 dias) dos atendimentos hospitalares por doença respiratória nas Urgências Pediátricas do Hospital da cidade de Lisboa

Numa perspectiva semanal/mensal (tendo em conta que apenas foi recolhida informação relativa a uma semana em cada mês), os atendimentos hospitalares por todas as causas, por todas as doenças e por doença respiratória alcançaram valores mínimos no mês de Setembro (respectivamente 1001, 823 e 164) e máximos no mês de Fevereiro para os atendimentos hospitalares por todas as causas e por todas as doenças, com excepção dos atendimentos por doença respiratória os quais registaram um valor máximo mensal no mês de Janeiro (836 atendimentos). A média mensal (relativamente aos 7 dias por semana) dos atendimentos por doença respiratória foi de 425 (desvio padrão de 180.3) existindo uma variação percentual entre o valor máximo e mínimo de 13.2%.

Quanto à evolução mensal dos atendimentos hospitalares por doença respiratória verifica-se que cinco meses têm valores superiores à média: Dezembro, Janeiro, Fevereiro, Março, Abril e Maio, destacando-se destes os meses de Janeiro e Fevereiro pelo elevado número de atendimentos.

A população com menos de 5 anos de idade é responsável por 69.3% dos atendimentos hospitalares por doença respiratória, sendo as crianças com um ano de idade as que procuram mais os serviços, seguidas das crianças de dois anos de idade (Figura 3). É notória a diminuição gradual da procura com o aumento da idade.

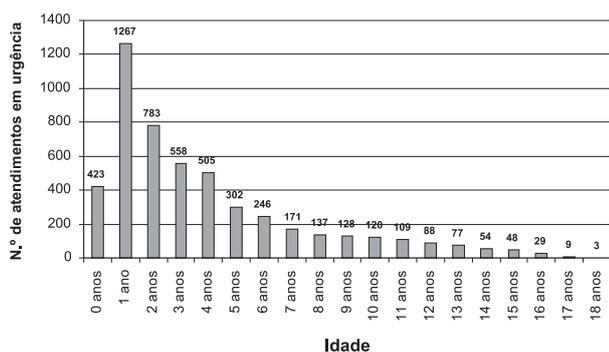


Figura 3 – Variação dos atendimentos hospitalares por doença respiratória nas Urgências Pediátricas do Hospital da cidade de Lisboa de acordo com a idade

A população da área de influência do Hospital da cidade de Lisboa reside em 50 freguesias diferentes, pertencentes aos concelhos de Lisboa (40 freguesias) e de Loures (10 freguesias). No entanto, verifica-se que cerca de 35% dos utentes da urgência pediátrica por doença respiratória residem em outros concelhos ou em freguesias dos concelhos de Lisboa e Loures que não pertencem à área de intervenção do hospital.

Como se pode constatar na Figura 4, quando se calcula a taxa de incidência de procura da urgência pediátrica por doença respiratória para o grupo etário 0 a 14 anos e por freguesia, destacam-se em cada concelho (Lisboa e Loures) as cinco freguesias da área de influência do hospital em estudo com maior valor registado na sua taxa: freguesias de Madalena, Socorro e Sacramento, Santo Estevão e Anjos para o concelho de Lisboa; freguesias de Camarate, Apelação, Sacavém, Santa Iria de Azóia e Moscavide para o concelho de Loures.

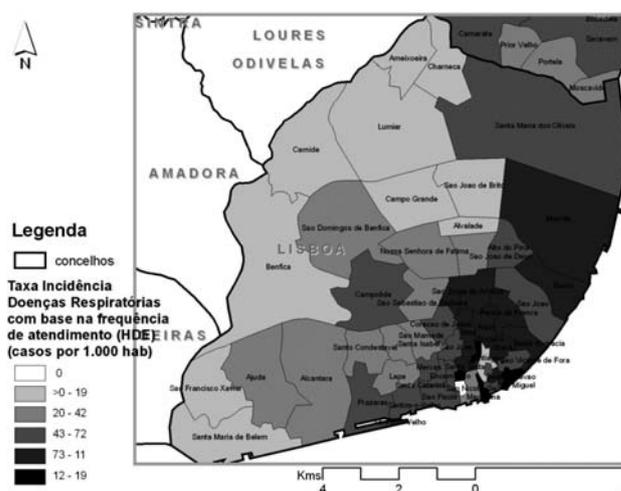


Figura 4 – Procura da urgência pediátrica por doença respiratória no Hospital da cidade de Lisboa por 1000 habitantes (0-14 anos), por freguesia, incluindo as externas à área de influência (freguesias com taxa de incidência inferior a 19 por 1000 habitantes)

O conjunto das 40 freguesias de Lisboa da área de intervenção do hospital apresenta uma taxa de incidência da procura de 64.6 por 1000 habitantes, enquanto nas restantes 13 freguesias, a procura é “apenas” de 12.3 por 1000 habitantes. Nas 10 freguesias do concelho de Loures, pertencentes à área de influência do Hospital, a procura é de 38.8 por 1000 e nas restantes 18 freguesias é de 7.1 por 1000 habitantes.

Em toda a área de influência do hospital (freguesias de Lisboa e de Loures) regista-se uma taxa média de incidência da procura de 55.7 por 1000, sendo que das 50 freguesias abrangidas 26 (52%) ultrapassam esse valor médio.

Ao agruparmos as freguesias da área de influência do hospital de acordo com o centro de saúde respectivo constatamos que os centros de saúde de Sacavém (concelho de Loures) e de Marvila (concelho de Lisboa) apresentam o maior número de utentes que recorrem à urgência pediátrica por doença respiratória.

Na distribuição da taxa de incidência da procura, seis centros de saúde registam valores superiores à taxa média (Figura 5), destacando-se os centros de saúde de Penha de França (101.9), Marvila (98.3), Graça (86.4) e S. João (78.6), Luz Soriano (66.3) e Alameda (59.0), todos do concelho de Lisboa.

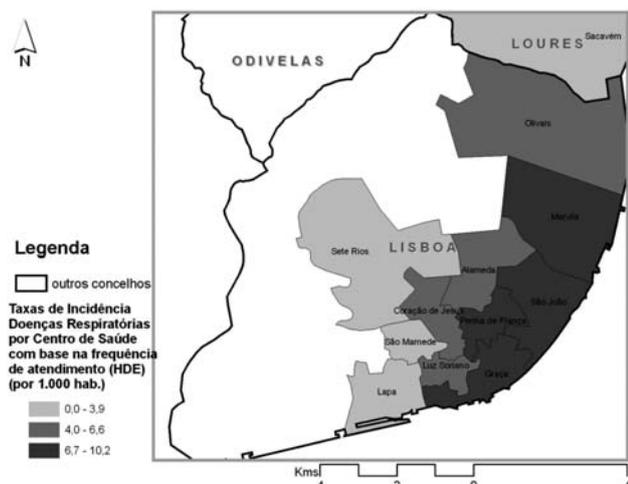


Figura 5 – Procura por doença respiratória no Hospital da cidade de Lisboa por 1000 habitantes (0-14 anos), de acordo com o centro de saúde (área de influência do Hospital da cidade de Lisboa)

Em 4846 do total de doentes atendidos por doença respiratória (5100 doentes) foi diagnosticada uma patologia do aparelho respiratório e em 167 mais do que uma patologia (somente em 2 utentes foram diagnosticadas simultaneamente 3 patologias respiratórias).

Do total de diagnósticos realizados destacam-se quatro patologias respiratórias: infecções agudas nas vias aéreas superiores, infecções agudas nas vias aéreas inferiores, asma e pneumonia. Cerca de 67% destas patologias devem-se às infecções agudas do trato respiratório superior.

Deve-se salientar ainda que, apesar de em termos absolutos o grupo etário 1 a 4 anos reunir o maior número de diagnósticos para as quatro patologias respiratórias mais comuns (2089 infecções agudas das vias respiratórias; 829 infecções agudas das vias aéreas inferiores; 113 pneumonias e 135 asmas), quando se analisa para cada uma destas patologias o valor relativo percentual de diagnósticos (Quadro I), verifica-se que os valores mais elevados registam-se para a infecção aguda das vias respiratórias superiores no grupo etário 5 a 9 anos (71.4% dos diagnósticos); para a infecção aguda das vias respiratórias inferiores no grupo etário menor de 1 ano de idade (35.4%); para a pneumonia no grupo etário 10 a 14 anos (7.3%) e para a asma no grupo etário que engloba os indivíduos com mais de 15 anos (20.5%).

A evolução diária (84 dias) do número de patologias respiratórias (Figura 6), apresenta uma variabilidade significativa ao longo do ano entre as quatro principais doenças respiratórias registadas na urgência pediátrica.

Verifica-se um desfasamento temporal curto entre os dias de maiores concentrações de PM_{10} e de $PM_{2.5}$ relativamente aos dias que registaram maior número de admissões por doença respiratória nas urgências do Hospital (Figuras 7 e 8), facto igualmente constatado por outros autores¹⁵⁻¹⁹, o que se encontra relacionado com o *lag* existente entre concentrações e efeitos. Este *lag* pode ser explicado, na medida em que o desenvolvimento da sintomatologia segue o modelo etiopatogénico da reacção gradual e progressiva com a consequente procura diferida dos cuidados.

Quadro I - Distribuição percentual da patologia respiratória dos utentes da Urgência Pediátrica do Hospital da cidade de Lisboa de acordo com o grupo etário

Diagnóstico (CID 10)	Grupo Etário										Todas as idades	
	< 1 ano		1-4 anos		5-9 anos		10-14 anos		>15 anos		Nº	%
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%		
Infecção aguda das vias aéreas superiores (J00 - J06)	257	61.5	2089	65.4	713	71.4	313	68.8	61	69.3	3433	66.6
Infecção crónica (J31 - J33, J35 - J37)	1	0.2	10	0.3	5	0.5	3	0.7	1	1.1	20	0.4
Rinite alérgica e vasomotora (J30)	0	0.0	3	0.1	1	0.1	3	0.7	0	0.0	7	0.1
Infecção aguda das vias aéreas inferiores (J20 - J22)	148	35.4	829	26.0	82	8.2	26	5.7	3	3.4	1088	21.1
Gripe (J10 - J11)	0	0.0	7	0.2	4	0.4	1	0.2	1	1.1	13	0.3
Pneumonia (J12 - J18)	10	2.4	113	3.5	64	6.4	33	7.3	4	4.5	224	4.3
Bronquite crónica (J41 - J42)	0	0.0	0	0.0	0	0.0	1	0.2	0	0.0	1	0.0
Enfisema (J43)	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Outra doença pulmonar obstrutiva crónica (J44)	0	0.0	1	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	1	0.0
Asma (J45 - J46)	0	0.0	135	4.2	128	12.8	74	16.3	18	20.5	355	6.9
Bronquectasia (J47)	0	0.0	2	0.1	0	0.0	0	0.0	0	0.0	2	0.0
Outra doença respiratória não incluída anteriormente	2	0.5	5	0.2	1	0.1	1	0.2	0	0.0	9	0.2
Total	418	100.0	3194	100.0	998	100.0	455	100.0	88	100.0	5153	100.0

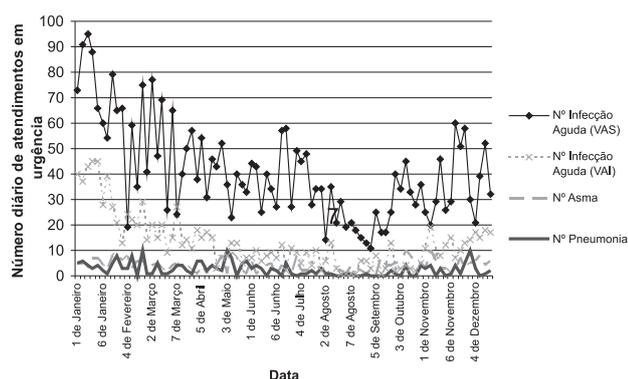


Figura 6 – Variação diária (84 dias) das quatro principais doenças respiratórias nas Urgências Pediátricas do Hospital da cidade de Lisboa

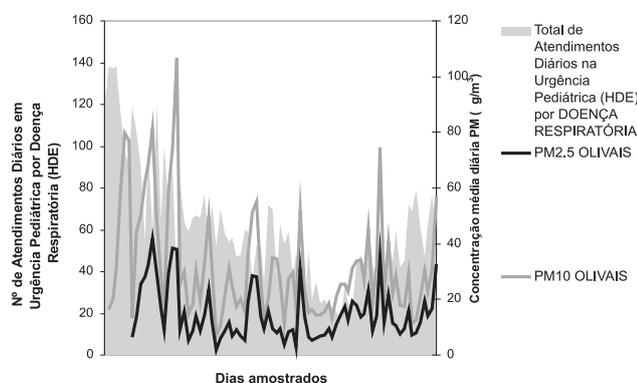


Figura 7 – Perfis do total de atendimentos diários em urgência pediátrica (HDE) por doença respiratória, PM₁₀ e PM_{2,5} para o período de recolha de dados de morbilidade

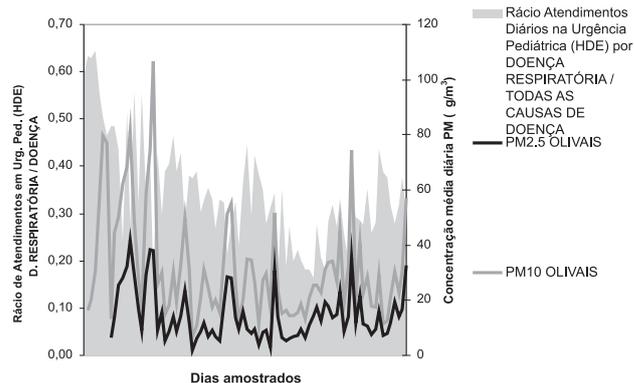


Figura 8 – Perfis da proporção de atendimentos em urgência pediátrica (HDE) por doença respiratória (rácio admissões por doença respiratória / admissões por doença), PM₁₀ e PM_{2,5} para o período de recolha de dados de morbilidade

Para explicar as inter-relações entre as doenças respiratórias diagnosticadas e as partículas em suspensão, foram desenvolvidos dois modelos de regressão linear múltipla, utilizando o método stepwise (Quadro II).

Os modelos apresentam diferentes variáveis dependentes: no modelo 1 a variável dependente é o “total de admissões por doença respiratória” e no modelo 2 é o “rácio de admissões por doença respiratória/total de admissões por qualquer doença”. Os modelos são estatisticamente válidos considerando que explicam cerca de metade do total da variância encontrada para os dias amostrados. A temperatura mínima surge nos dois modelos como variável de relevo (Quadros II e III).

Discussão

A avaliação da exposição humana aos poluentes atmosféricos na cidade de Lisboa e em particular às partículas em suspen-

Quadro II - Estatística descritiva dos modelos de regressão linear

Variável Dependente	Variáveis Independentes	r	r ²	Desvio Padrão
Total de admissões por doença respiratória (modelo 1)	Temperatura mínima, constante, PM ₁₀ Olivais (lag 5), PM ₁₀ Olivais média móvel de 3 dias	.766(a)	0.59	14.269
Rácio de admissões por doença respiratória/total de admissões por qualquer doença (modelo 2)	Temperatura mínima, constante, PM ₁₀ Olivais (lag 3), PM ₁₀ Olivais (lag 5), PM ₁₀ Olivais média móvel de 3 dias (lag 4), PM _{2,5} Olivais (lag 3)	.694(a)	0.48	0.06684

Quadro III - Coeficientes dos modelos de regressão linear múltipla

Modelo	Variável	Coeficientes	t	Significância
1	Constante	77.269	10.07	0
	Temperatura mínima	-3.352	-8.338	0
	PM ₁₀ Olivais (lag 5)	0.0224	2.287	0.025
	PM ₁₀ Olivais média móvel 3 dias	0.497	4.013	0
2	Constante	0.445	13.8	0
	Temperatura mínima	-0.012	-6.182	0
	PM ₁₀ Olivais (lag 3)	0.006	3.848	0
	PM ₁₀ Olivais (lag 5)	0.004	3.212	0.002
	PM _{2,5} Olivais (lag 3)	-0.009	-3.15	0.002
	PM ₁₀ Olivais média móvel 3 dias (lag 4)	-0.004	-2.764	0.007

são foi desenvolvida tendo por base um modelo de relação dose-efeito, já ensaiado noutras cidades europeias e americanas, que valoriza as alterações de saúde agudas, ao nível do aparelho respiratório e as crónicas ao nível dos aparelhos circulatório e respiratório.

Na extensa caracterização ambiental efectuada, que permitiu obter uma imagem da distribuição espacial dos níveis de partículas na cidade de Lisboa, observaram-se concentrações elevadas deste poluente, sobretudo em zonas de maior tráfego como o eixo central da cidade no sentido Norte-Sul, reveladoras da importância do tráfego rodoviário em Lisboa como fonte predominante de emissão de partículas. Constatou-se ainda uma concordância da variação das duas fracções de partículas -PM_{2,5} e PM₁₀- medidas nas estações de monitorização. O facto do acréscimo das concentrações ocorrer em paralelo em ambas as fracções é consistente com uma origem antropogénica, dado que a este tipo de fonte estão normalmente associadas partículas de pequenas dimensões.

No estudo, optou-se por seleccionar a população mais jovem da nossa sociedade, tendo em conta que muitos efeitos na saúde decorrentes da exposição a partículas se manifestam com especial incidência em crianças, pelo aumento de sintomas e doenças respiratórias, dada a sua grande susceptibilidade^{22,23}. Esta selecção vai também ao encontro do preconizado pela iniciativa SCALE da Estratégia Europeia de Ambiente e Saúde, a qual dá enfoque a este grupo populacional mais vulnerável e à necessidade de o proteger.

A análise dos primeiros sete dias de cada mês do ano 2004, num total de 84 dias de amostragem, permitiu englobar todos os dias da semana e desta forma identificar variações hebdomadárias.

Da similaridade na variação dos atendimentos hospitalares por todas as causas e por todas as doenças, facto que já não se verifica com tanta evidência entre estes atendimentos e os por doença respiratória, constata-se uma forte correlação entre os atendimentos hospitalares por todas as causas e os por todas as doenças (0.969 para um nível de significância de 0.01), sendo esta correlação mais fraca entre os atendimentos hospitalares por todas as causas e os atendimentos hospitalares por doença respiratória (0.700 para um nível de significância de 0.01), assim como entre estes últimos e os atendimentos hospitalares por todas as doenças (0.768 para um nível de significância de 0.01).

Constatou-se que a proporção da doença respiratória no conjunto de todas as doenças, apresenta uma evolução relativamente regular com ligeiras variações positivas referentes aos meses de Inverno, conquanto neste período a procura em número absoluto de utentes da urgência seja significativamente mais elevada.

Os valores da taxa de incidência da procura da urgência pediátrica são bastante mais elevados no conjunto das freguesias da área de intervenção do hospital tanto em Lisboa como em Loures, quando comparados com as outras freguesias desses concelhos exteriores à área de influência.

A constatação de que a temperatura mínima surge nos dois modelos como variável de relevo leva a crer que este facto se

deve à importância de surtos gripais que estão usualmente relacionados com esta variável. Outro aspecto importante é o facto de os modelos seleccionarem a série de concentrações medidas na estação de Olivais (estação de fundo) e não na de Entrecampos (estação de tráfego), o que vai ao encontro de premissas teóricas que apontam as estações de fundo como representativas de uma área urbana e mais adequadas para a avaliação do impacto na saúde humana²⁴⁻²⁸.

De salientar a selecção por parte dos modelos das PM₁₀ ao invés das PM_{2,5} e de *lags* de 3 e 5 dias antes da admissão no hospital, como variáveis importantes para a explicação dos dados de morbilidade das urgências hospitalares por motivos respiratórios.

Conclusão

A frequência da sintomatologia e da patologia aguda respiratória associada à exposição a poluentes ambientais, na impossibilidade de ser medida directamente, foi estimada através da frequência das consultas quer de urgência quer de atendimento clínico em geral.

Confirmando os resultados de outros estudos parcelares anteriores e, de acordo com o esperado pelos profissionais médicos da Urgência do Hospital da cidade de Lisboa, verificou-se que as doenças do aparelho respiratório representam mais de um terço (35.5%) dos motivos da procura dos serviços de saúde por razões de doença, entre a população infantil da cidade de Lisboa.

De todas as doenças do aparelho respiratório (J00-J99, de acordo com a CID-10) constantes da ficha modelo de recolha de dados, quatro patologias foram diagnosticadas com maior frequência nas urgências pediátricas do Hospital da cidade de Lisboa: infecção aguda das vias aéreas superiores, infecção aguda das vias aéreas inferiores, asma e pneumonia. Todas estas patologias apresentam uma maior frequência absoluta para o grupo etário 1 a 4 anos.

O modelo de avaliação da procura da Urgência Pediátrica nos primeiros sete dias do mês mostrou-se adequado à elaboração de um perfil de aproximação da realidade, nomeadamente no que respeita ao conhecimento do número diário de atendimentos da urgência pediátrica por doença respiratória, sua distribuição por faixa etária, sexo e local de residência, correspondendo aos objectivos definidos. Apesar dos dados não corresponderem a uma série completa do ano de 2004, traduzem um padrão de distribuição por sexo e por grupo etário da procura da urgência por doença respiratória que passam a constituir um ponto de referência neste âmbito.

Nos diversos modelos de regressão linear múltipla testados e avaliados, considerando como variável dependente quer o total de admissões por doença respiratória, quer a proporção de atendimentos na urgência pediátrica por doença respiratória (rácio entre as admissões por doença respiratória e o total de admissões por qualquer doença), surgiram resultados comuns a todos os modelos seleccionados. Destes um dos mais relevantes foi a inclusão em todos os casos de concentrações medidas na estação de monitorização dos Olivais, ao

contrário do que aconteceu com a estação de monitorização de Entrecampos. Este resultado está em concordância com diversas referências consultadas²⁵⁻²⁸, que apontam as estações de monitorização de fundo urbano, tal como a estação dos Olivais, como sendo representativas de uma área urbana e de uma população exposta muito mais significativa. Esta é a razão para a utilização de estações de fundo como fonte de dados de entrada para estudos epidemiológicos.

Outro resultado importante diz respeito à selecção das concentrações médias diárias de partículas (PM₁₀) medidas 3 ou 5 dias antes, isto é com um *lag* de 3 ou 5 dias, variável patente em todos os modelos. São precisamente estes períodos que são frequentemente encontrados em bibliografia nesta área de investigação¹⁵⁻¹⁸. A inclusão no modelo de concentrações integradas de 3 dias (média de 3 dias, incorporando o próprio dia do atendimento e os dois dias anteriores) foi igualmente considerada em um dos modelos, tendo sido esta uma variável já referida por outros autores¹⁹⁻²¹. Estas variáveis vêm confirmar a existência de um desfasamento temporal de poucos dias entre causas (níveis elevados de partículas) e efeitos (admissões à urgência hospitalar pediátrica, neste caso). Outro resultado merecedor de destaque é a importância da variável “temperatura mínima”, a qual consta sempre dos modelos seleccionados como variável explicativa mais relevante das variáveis dependentes consideradas.

É importante destacar que os modelos desenvolvidos devem ser entendidos não como traduzindo uma relação directa e inequívoca, mesmo que estatisticamente válidos, mas sim como suporte à explicação das observações feitas em termos de atendimentos e do rácio de atendimento entre as doenças respiratórias e o total de doenças, dado o número de dias em causa ser muito reduzido e as variáveis ambientais consideradas serem em número limitado.

Agradecimentos

- À Fundação Calouste de Gulbenkian pelo financiamento deste estudo;
- Ao Prof. Doutor Carlos Vasconcelos pela supervisão do trabalho realizado pelos internos do Internato Complementar de Pediatria Médica e por facilitar a recolha de dados de saúde dos utentes da Urgência Pediátrica;
- Aos internos do Internato Complementar de Pediatria Médica, Dr.^a Cláudia Constantino, Dr.^a Dora Gomes, Dr.^a Mafalda Paiva, Dr.^a Rita Machado e Dr.^a Rute Neves, pela sua colaboração na colheita de dados de saúde dos utentes da Urgência Pediátrica.

Referências

1. Cohen AJ *et al*. Mortality impacts of urban air pollution. In: Ezzati M, Lopez AD, Rodgers A, Murray CJL, editors. *Comparative quantification of health risks: global and regional burden of disease attributable to selected major risk factors*. Geneva: World Health Organization; 2003.
2. Dockery DW, Pope CA. Epidemiology of acute health effects: summary of time-series studies. In: Wilson R, Spengler JD, editors.

Particles in our air: concentration and health effects. Cambridge: MA Harvard University Press; 1996; 123-47.

3. Schwartz J. Particulate air pollution and chronic respiratory disease. *Environ Res* 1993; 62:7-13.
4. Lippmann M. *Human health: effects of ambient air particulate matter*. Washington DC: Center for Environmental Information, 2001.
5. Englert N, Englert N, Babisch W, Hoek G. Air pollution and respiratory health of children: the PEACE panel study in Berlin, Germany. *Europ Resp Review* 1998;8:53-60.
6. Rudnai P *et al*. Air pollution and the respiratory health of children: The PEACE study in Hungary. *Europ Resp Review* 1998;8:101-7.
7. Haluszka J, Pisiewics K, Miczynski J, Roemer W, Tomalak W. Air pollution and respiratory health in children: the PEACE panel study in Krakow, Poland. *Europ Resp Review* 1998;8:94-100.
8. Van der Zee S, Hoek G, Boezen HM, Schouten JP, Van Wijnen JH, Brunekreef B. Acute effects of urban air pollution on respiratory health of children with and without chronic respiratory symptoms. *Occup Environ Med* 1999;56:802-12.
9. Lin AC, Martins MA, Farhat SL, Pope III CA, Conceição GMS, Anastácio MV. Air pollution and respiratory illness of children in São Paulo, Brazil. *Paediatr Perinat Epidemiol* 1999;13:475-88.
10. Braga ALF, Saldiva PHN, Pereira LAA, Menezes JJC, Conceição GMS, Lin CA. Health effects of air pollution exposure on children and adolescents in São Paulo, Brazil. *Pediatr Pulmonol* 2001;31:106-13.
11. Bakonyi S, Danni-Oliveira, IM, Martins, LC, Braga, ALF. Poluição atmosférica e doenças respiratórias em crianças na cidade de Curitiba, PR. *Rev Saude Publica* 2004;38:695-700.
12. NERAM. *Strategies for clean air and health - Conference concept document*. 2nd AirNet annual conference/NERAM international colloquium: network for environmental risk assessment and management; AirNet; 2003.
13. WHO. *The conceptual basis for measuring and reporting on health - Global programme on evidence for health policy discussion paper*. Geneva: World Health Organization; 2002;45.
14. Ferreira F *et al*. *Diagnóstico e metodologia para o estudo dos efeitos das partículas finas na cidade de Lisboa*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian; 2006.
15. Medina S *et al*. Air pollution and doctors' house calls: results from the ERPURS system for monitoring the effects of air pollution on public health in greater Paris, France, 1991-1995. *Environ Res* 1997;75:73-84.
16. Schwartz J. Is the Association of airborne particles with daily deaths confounded by gaseous air pollutants? An approach to control by matching. *Environ Health Perspect* 2004a;112:557-61.
17. Zanobetti A, Schwartz J. The effect of particulate air pollution on emergency admissions for myocardial infarction: a multicity case-crossover analysis. *Environ Health Perspect* 2005;113:978-82.
18. Conceição GMS, Miraglia SGEK, Kishi HS, Saldiva PHN, Singer JM. Air pollution and child mortality: a time-series study in São Paulo, Brazil. *Environ Health Perspect* 2001;109:347-50.
19. HEI. *Particulate air pollution and nonfatal cardiac events - health effects institute research report*. Boston: Health Effects Institute; 2005;124.
20. Schwartz J. The effects of particulate air pollution on daily deaths: a multi-city case crossover analysis. *Occup Environ Med* 2004b;61:956-61.
21. Samoli E *et al*. Investigating regional differences in short-term effects of air pollution on daily mortality in the APHEA project: a sensitivity analysis for controlling long-term trends and seasonality. *Environ Health Perspect* 2001;109:349-53.

22. WHO. *Health aspects of air pollution with particulate matter, ozone and nitrogen dioxide*. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe; 2003.
23. Freitas, C. Internações e óbitos e sua relação com a poluição atmosférica em São Paulo de 1993 a 1997. *Rev Saude Publica* 2004;38: 751-7.
24. Medina S, Plasencia A, Ballester F, Mücke HG, Schwartz J. *Public health impact of PM₁₀ in 19 european cities*. Air pollution and health: a european information system (APHEIS); 2004.
25. APHEIS. *Health impact assessment of air pollution and communication strategy - 3rd Year Report (2002-2003)*. Air pollution and health: a european information system (APHEIS); 2004.
26. HEI. *Reanalysis of the Harvard six cities study and the american cancer society study of particulate air pollution and mortality*. Boston – MA: Health Effects Institute; 2000.
27. Monjardino J, Ferreira F, Mesquita S. 8^a Conferência nacional da qualidade do ambiente: metodologia para a validação à posteriori da classificação de estações de monitorização da qualidade do ar. Lisboa; 2004 Outubro 27-29.
28. Larssen S, Sluyter R, Helms C. *Criteria for EUROAIRNET: The EEA air quality monitoring and information network*. Copenhagen: European Environment Agency; 1999.

ANEXO

Diagnóstico e Metodologia para o estudo dos efeitos das partículas finas na cidade de Lisboa		
QUESTIONÁRIO <i>Hospital da cidade de Lisboa</i>		1. Data de atendimento: ____/____/2004
2. Sexo: <input type="checkbox"/> Masculino <input type="checkbox"/> Feminino	3. Data de Nascimento: ____/____/____ Dia Mês Ano	
4. Rua (onde mora o utente):	5. Localidade (onde mora o utente):	
6. Diagnóstico (segundo a classificação CID-10):		
Vias aéreas superiores		
<input type="checkbox"/> Infecção aguda (J00 - J06) (inclui nasofaringite – constipação, esfriado comum - sinusite, faringite, amigdalite, laringite e traqueíte agudas, laringite obstrutiva aguda, epiglote e infecções agudas das vias superiores de localizações múltiplas e não especificadas)		
<input type="checkbox"/> Infecção crónica (J31 – J33, J35 - J37) (inclui rinite, nasofaringite, faringite, sinusite, laringite e laringotraqueíte crónicas, pólipos nasais, doenças crónicas das amígdalas e dos adenóides e abscesso periamigdalino)		
<input type="checkbox"/> Rinite alérgica e vasomotora (J30)		
Vias aéreas inferiores		
<input type="checkbox"/> Infecção aguda (J20 – J 22) (inclui bronquite aguda e infecções agudas não especificadas)		
<input type="checkbox"/> Gripe (J10 - J11) (inclui gripe devida a vírus da gripe identificado e devida a vírus não identificado)		
<input type="checkbox"/> Pneumonia (J12 - J18) (inclui pneumonia viral e bacteriana, pneumonia devida a <i>Streptococcus pneumoniae</i> , a <i>Haemophilus influenzae</i> , a outros agentes infecciosos especificados e por microrganismo não especificado)		
<input type="checkbox"/> Bronquite crónica (J41 – J42) (inclui bronquite crónica não especificada, simples e mucopurulenta)		
<input type="checkbox"/> Enfisema (J43)		
<input type="checkbox"/> Outra doença pulmonar obstrutiva crónica (J44)		
<input type="checkbox"/> Asma (J45 – J46) (inclui asma e estado de mal asmático)		
<input type="checkbox"/> Bronquectasia (J 47)		
<input type="checkbox"/> Outra doença respiratória não incluída anteriormente		
7. Queixas respiratórias inespecíficas		8. O utente tomou broncodilatadores nos últimos 12 meses?
<input type="checkbox"/> Pieira <input type="checkbox"/> Farfalheira <input type="checkbox"/> Crises esternutatórias		<input type="checkbox"/> Pelo menos uma vez por mês
<input type="checkbox"/> Tosse <input type="checkbox"/> Otorrea <input type="checkbox"/> Corrimento nasal		<input type="checkbox"/> Pelo menos uma vez no ano
<input type="checkbox"/> Expectoração <input type="checkbox"/> Febre <input type="checkbox"/> Obstrução nasal		<input type="checkbox"/> Nunca
<input type="checkbox"/> Prurido nasal <input type="checkbox"/> Rouquidão Outras _____		<input type="checkbox"/> Não é possível obter esta informação
<input type="checkbox"/> Odinofagia <input type="checkbox"/> Vômitos _____		
<input type="checkbox"/> Conjuntivite <input type="checkbox"/> Otagia _____		
9. Internamento		<i>O Responsável Médico</i> _____
<input type="checkbox"/> UCIP		
<input type="checkbox"/> Enfermaria		
<input type="checkbox"/> UICD		
<input type="checkbox"/> Não houve internamento		
<input type="checkbox"/> Não é possível obter esta informação		