

# Clima-Qualidade do Ar-Saúde: um nexso de causalidade (in)desejável para o Homem?<sup>1</sup>

Ana Monteiro

## Resumo:

Existem inúmeras evidências de degradação da qualidade de vida e de agravamento de algumas patologias do foro respiratório e alergológico provocadas pelc *modus vivendi* urbano.

Neste trabalho procura-se demonstrar que existe uma estreita ligação entre o número de crises asmáticas, em crianças com menos de 10 anos e os períodos em que, no Porto, a “ilha de calor urbano” foi mais intensa e a composição química da atmosfera urbana mais alterada.

## Resumé

Il est évident que la dégradation de la qualité de la vie aggrave certaines situations pathologiques d'ordre respiratoire et allergique provoquées par notre *modus vivendi* dans les villes.

Dans cet article, nous cherchons à montrer que le nombre de crises d'asthme diagnostiquées chez les enfants de moins de 10 ans est étroitement lié aux périodes où la chaleur est la plus intense à Porto et où la composition chimique de l'atmosphère urbaine s'éloigne le plus de la normale.

## Abstract

There are several evidences of a close relationship between a quality of life degradation, like an increase of respiratory and allergic pathologies and the urban *modus vivendi*.

---

<sup>1</sup> Este contributo insere-se no trabalho de investigação efectuado no âmbito do Projecto CLIAS, um projecto PRAXIS XXI (PRAXIS/FCSH/GEO/198/96), financiado pela Fundação de Ciência e Tecnologia.

in this paper we will seek to demonstrate that some acute asthma cases in children under 10 occur during the periods of more intense urban heat island and when the air quality degradation is greater in Porto area.

“...Civismo, como arte, não é imaginar um lugar impossível onde tudo está bem, mas fazer o melhor e o mais possível por cada um dos lugares onde se vive...”

Patrick Geddes in *The worlds of Patrick Geddes*, Routledge, London, 1978.

## 1. INTRODUÇÃO

Os espaços urbanos têm vindo a evidenciar, cada vez com maior clareza, uma enorme capacidade de se reorganizarem e de se moldarem, através de uma diversidade de “respostas”, às inúmeras acções de origem antrópica de que têm sido alvo.

A observação da versatilidade de um destes espaços em particular, a cidade do Porto, tem-nos conduzido, enquanto climatólogos, a insistir nesta escala espacial (regional e local) como a mais adequada para compreender, explicar e vencer os cidadãos sobre a existência de nexos de causalidade entre o tipo e diversidade de impactos gerados pelos *modus vivendi* actuais e a Capacidade de Resistência e Adaptabilidade dos Homens.

Tanto as evidências emergentes ao nível do clima urbano como os inúmeros exemplos de ocorrência de dias com manifesta degradação da qualidade do ar (SO<sub>2</sub>, fumos negros, NO<sub>x</sub>, CO, CH<sub>4</sub>, Pb, etc.) concorrem para sublinhar a pertinência da inclusão da Climatologia e do conhecimento das modificações da composição química da atmosfera na lista de critérios de planeamento.

A necessidade de criar conexões profundas entre todos os elementos, essencial no planeamento, apela especialmente à adopção de uma perspectiva sistémica (ecossistémica) do território alvo de intervenção.

É fácil corroborar teoricamente a pertinência de inclusão dos princípios de “sustentabilidade” no planeamento e na modelização de mosaicos espaciais eficazes e atractivos (Fig.1).

A inclusão do princípio de sustentabilidade no Planeamento implica:

- i) Reconhecer a escassez de recursos;
- ii) Reconhecer os limites do (ecos)istema;
- iii) Reconhecer a necessidade de alterar os *modus vivendi* actuais;
- iv) Reconhecer a necessidade de investir na natureza;
- v) Reconhecer que os lugares são também espaços para viver qualifi-  
cadamente;
- vi) Reconhecer que a água, o ar, as plantas ou os animais não são exclu-  
sivamente objectos decorativos mas podem ser também reguladores  
climáticos, hóspedes do ecossistema, fonte de diversidade, geradores  
de paisagens multifuncionais, etc.

### Fig. 1 - Introdução do princípio de sustentabilidades nos critérios de planeamento

Todavia, apesar da “sustentabilidade”, enquanto princípio de orientação política, ser globalmente aceite e existir, até um consenso generalizado sobre a “insustentabilidade” de um vasto leque de relações estabelecidas entre as sociedades actuais e o seu suporte biogeofísico, persistem, na prática, várias “rotas de colisão” entre as condições necessárias para garantir o equilíbrio de alguns elementos do suporte biogeofísico e para, simultaneamente, alimentar as expectativas de bem-estar e qualidade de vida dos cidadãos.

Desde logo, porque a “qualidade” do ambiente ou de vida é um atributo relativo e relacional. Depende das referências disponíveis e da semelhança entre a situação existente e a esperada/desejada.

A avaliação da “qualidade” do ambiente (urbano ou outro) obriga, portanto, à definição prévia de uma grelha hierarquizada de atributos. Classificação, cuja elaboração não é fácil, consensual, nem tão pouco imediata (Fig.2).

Avaliação da “qualidade” de um espaço urbano

- i) Funções urbanas: residência, indústria, comércio, cultura, recreio, lazer, justiça, imagem, mobilidade, etc.
- ii) Componentes estruturais do ambiente urbano: sítio (ar, água, solo), espaço edificado, povoamento, áreas verdes, espaços públicos, redes, etc.
- iii) Desempenho/*Performances*: congruência qualitativa e quantitativa entre funções, variedade de oferta, participação (equidade, acessibilidade, liberdade de manipulação e uso das oportunidades)

### Fig. 2 - Alguns critérios de avaliação da “qualidade” do ambiente urbano

A definição do “estado/grau” de qualidade (de vida e do suporte biogeofísico) que se pretende atingir, em qualquer processo de reorganização territorial, tem de resultar de uma reflexão sobre as restrições de uso, de um ou mais recursos naturais, que são efectivamente inevitáveis e, o tipo de sacrifícios, que interferem com a liberdade individual (leia-se bem-estar) de cada cidadão, que a sociedade está disposta a fazer.

A reorganização espacial numa perspectiva de “sustentabilidade” pressupõe, portanto, pensar num modelo que, caso a caso, equacione em simultâneo: i) os recursos naturais; ii) as expectativas dos cidadãos; iii) o valor que o grupo de cidadãos atribuiu a cada um dos recursos naturais.

Quanto à protecção relativamente aos recursos naturais dos factores de risco que lhes aumentam a vulnerabilidade, é necessário saber optar entre os impactos admissíveis e os que são absolutamente impossíveis de aceitar. É fundamental definir um intervalo de risco aceitável. Só assim será possível escolher entre um conjunto de atitudes e acções antrópicas que, apesar de gerarem impactos negativos, podem prosseguir e outro, que tem necessariamente de ser travado.

Ao planejar a reorganização do espaço, os cidadãos só estarão motivados a fazer alguns “sacrifícios” se: i) acreditarem que existe uma forte probabilidade de virem a obter alguns benefícios; ii) perceberem os objectivos da intervenção que lhes altera os hábitos; iii) a restrição/modificação de uso de um recurso natural estiver percebida e memorizada como uma prioridade; iv) os actores e personalidades com protagonismo social, cultural e /ou económico aderirem à mudança, etc.

A valorização de cada um dos recursos naturais não foi, ao longo da história, sempre idêntica. Alterou-se, consoante o valor de troca e o valor de uso<sup>2</sup> que cada *modus vivendi* lhes foi atribuindo, em diferentes contextos culturais, sociais, políticos e económicos.

Assim, operacionalizar e rentabilizar qualquer intervenção no território, cuja finalidade seja criar/minimizar os desequilíbrios/rupturas no ambiente, implica, antes de mais, que os actores estejam informados e sensibilizados para a sua pertinência. Doutra modo, ser-lhes-á difícil identificar qualquer benefício individual ou de grupo.

A inclusão do princípio de “sustentabilidade” no processo de planeamento implica um conhecimento da vulnerabilidade do suporte biogeofísico, das condições de progressão dessa vulnerabilidade, dos factores de risco que o podem transformar numa catástrofe mas também uma informação precisa sobre os códigos de percepção, memorização e hierarquização de cada um destes fenómenos na mente dos cidadãos.

De pouco ou nada valerá privilegiar, ao nível do planeamento, acções e projectos que visem manter o equilíbrio do ecossistema se significarem para os

<sup>2</sup> O valor de uso traduz a utilidade do objecto ou o grau de satisfação que propicia. O valor de troca representa a relação oferta-procura + o trabalho. Qualquer das duas valorizações (uso e troca),

cidadãos-utilizadores desse espaço, restrições de uso inibidoras de práticas e hábitos associados a um grau superior de qualidade de vida e bem-estar.

Não será, também, recomendável alimentar a oferta, ao nível do planeamento, de equipamentos e de infraestruturas excessivamente consumidoras de recursos naturais, ainda que seja considerada essencial para responder às expectativas de qualidade de vida e bem-estar dos cidadãos. A sua oferta e manutenção, para além de limitada no tempo, rapidamente se converterá num conjunto incontável de prejuízos, até económicos, frequentemente difícil de mitigar.

O exercício do planeamento ancorado no princípio de sustentabilidade implica a criação de modelos de organização do território versáteis, aptos a permitir constantes rearranjos consoante os resultados emergentes da gestão contínua de conflitualidades entre a manutenção de um suporte biogeofísico equilibrado e o incremento dos padrões de qualidade de vida e bem-estar dos utilizadores.

## 2. O AGRAVAMENTO DE ALGUMAS PATOLOGIAS DO FORO ALERGOLÓGICO E RESPIRATÓRIO<sup>3</sup>

### 2.1. A pertinência da análise Clima-Poluição-Saúde como indicador de sustentabilidade em espaços urbanizados

Experiências anteriormente conduzidas no âmbito do conhecimento das possíveis relações de causa-efeito emergentes na análise do triângulo **Clima-Poluição-Saúde** (Monteiro, A., 1993), motivaram-nos a aprofundar e actualizar a sua compreensão porque parecem poder ser excelentes indicadores de (in)sustentabilidade em espaços urbanizados.

Em anteriores trabalhos de investigação (A. Monteiro, 1993), havíamos constatado que o *extraordinário* aumento, à escala da série secular (1880-1989), verificado nas temperaturas máximas e mínimas no final da década de 80 e no início dos anos 90, na região do Porto, as fortes anomalias térmicas positivas que existem na região, o incremento no número de dias com SO<sub>2</sub> acima de 100µg/m<sup>3</sup>, de 150µg/m<sup>3</sup> e de 200µg/m<sup>3</sup>, nos postos localizados no interior da cidade, o maior número de veículos e os frequentes congestionamentos nos fluxos de circulação, ajudavam a explicar algumas das crises asmáticas e brônquicas ocorridas em crianças residentes na área do Porto.

Constatámos, na altura, que havia uma coincidência entre o período em que se verificava o maior número de crises asmáticas e a época do ano em que detectáramos um aumento nos picos de poluição dos postos localizados no inte-

---

<sup>3</sup> Este capítulo, beneficiou da preciosa colaboração dos Licenciados em Geografia: Albertina Magalhães e Flávio Nunes que, sob a nossa coordenação efectuaram, no âmbito da disciplina de Climatologia, a recolha, o tratamento estatístico e a análise crítica da informação disponível tanto de morbilidade como de qualidade do ar.

Desse trabalho de investigação resultou já aliás, um Poster que apresentámos e discutimos na

rior da cidade. Curiosamente, a mesma época do ano em que a "Ilha de Calor" se intensificava.

Da leitura da informação climatológica disponível, na região portuense, tanto para os últimos 90 anos, como para as décadas 1970-90, ou para os registos diários 1987-91, ou ainda para algumas medições itinerantes efectuadas dentro da cidade do Porto, ficou claro, por exemplo, que é possível identificar uma tipologia variada de "respostas" do *Sistema Climático*, associáveis ao tipo de organização e funcionamento dos espaços urbanizados (Fig.3). Espaços, onde a artificialização introduzida pelo Homem no suporte biogeofísico é, de facto, paradigmática.

Concluímos, nesse momento, que existiam inúmeras evidências de impactos gerados, no *Sistema Climático*, pelas acções antrópicas, nomeadamente nos espaços urbanizados. Impactes, porém, de índole diversa: uns positivos e outros negativos, uns directos e outros indirectos, alguns temporários e outros permanentes.

Em alguns casos, no entanto, é mais fácil identificar as relações de causalidade entre acção antrópica-alteração de comportamento do elemento climático, do que em outros.

#### Relações de causalidade Homem-Clima

- i) *Modus vivendi* urbano - Ilha de calor urbano nocturna
- ii) Acção antrópica - Alterações no ritmo inter e intranual da temperatura;
- iii) Acção antrópica - Alterações no ritmo inter e intranual da precipitação;
- iv) Acção antrópica - "Respostas" impulsivas do Sistema Climático (paroxismos climáticos)- Manifestações de mudança climática zonais e globais (aquecimento global, reposicionamento dos campos de pressão, etc.);
- v) Acção antrópica - Modificações no padrão térmico regional e local - Alteração nos tempos de residência e transporte na atmosfera de alguns compostos químicos;
- vi) Acção antrópica - Degradação da qualidade do ar - agravamento de algumas patologias do foro alergológico e respiratório;
- vii) Acção antrópica - Modificações no padrão térmico regional e local- agravamento de algumas patologias do foro alergológico e respiratório;

**Fig. 3 - Algumas relações de causalidade evidentes na análise da informação climatológica disponível para a região portuense (Monteiro, A., 1993)**

Enquanto, por exemplo, no que se refere às anomalias térmicas detetadas nos espaços urbanos é pacífico e consensual utilizar a compactidade do quarteirão, os materiais de construção, a ausência de espaços verdes ou a maior

área impermeabilizada como elementos explicativos das *nuances* térmicas registadas, já na justificação da variabilidade climática, do aumento de frequência de ocorrência de paroxismos ou do agravamento de algumas patologias, os nexos de causalidade são mais ténues, controversos e polémicos.

Quando o objectivo é demonstrar a existência de algumas evidências de manifestações de mudança climática/variabilidade climática, a consistência dos argumentos dilui-se num emaranhado de teias relacionais entre uma multiplicidade de variáveis interdependentes, cujos nós dificilmente se conseguem desfazer.

A definição das margens de flutuação (in)admissíveis em variáveis que são intrinsecamente caracterizadas por uma grande e constante variabilidade, como é o caso da temperatura, da precipitação, do vento ou da humidade, é uma tarefa difícil, discutível e sempre inacabada.

Se, esta tentativa de distinguir a variação intrínseca ao próprio elemento climático, dá que lhe foi imposta por causas exteriores, for efectuada a uma escala espaço-temporal planetária ou zonal e secular, então a explicação das evidências detectadas complica-se e a construção do argumento em favor dos impactes gerados pelo Homem no **Sistema Climático** fragiliza-se substancialmente.

Todavia, se optarmos por uma escala regional ou local - um espaço urbanizado - é relativamente simples demonstrar com clareza alguns nexos de causalidade entre o Homem e o **Sistema Climático**.

Se, por exemplo, seleccionarmos um espaço confinado, como é a área urbana portuense, e procurarmos identificar as relações de dependência entre o comportamento de alguns elementos climáticos, as concentrações de alguns poluentes na atmosfera, os ciclos anuais, semanais e diários da actividade humana e o agravamento de uma determinada patologia (Fig.4 e 5), o nosso objecto de trabalho simplifica-se e as relações de causa-efeito emergem com outra visibilidade.

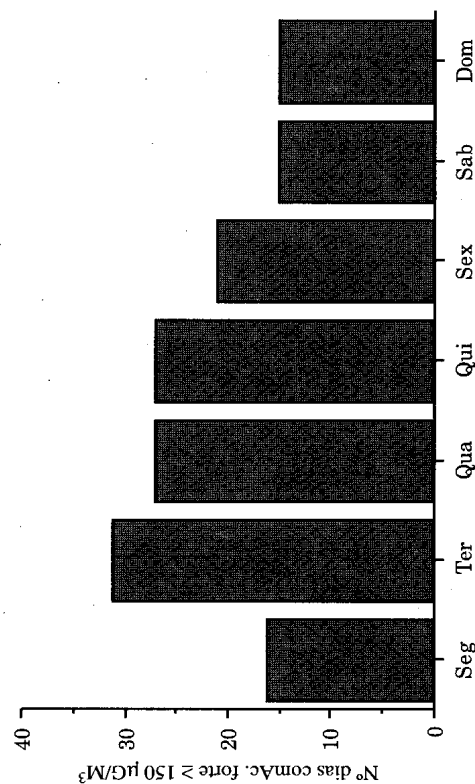
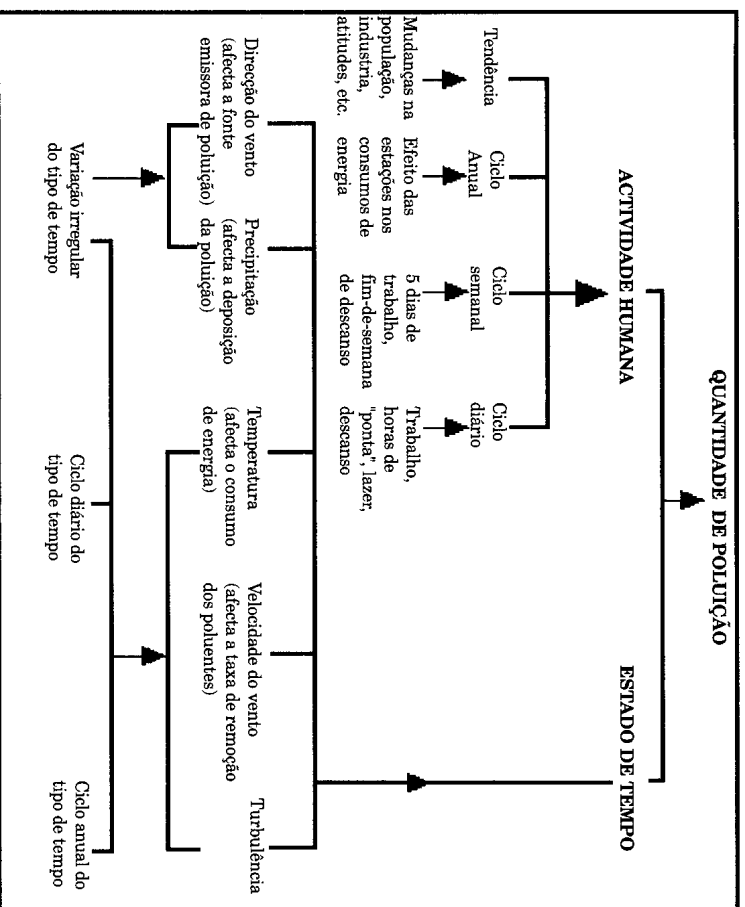


Fig. 4 - Número de dias com acidez forte > 150 µg/m³ em, pelo menos, um posto da rede de medição da qualidade do ar da DGQA-Porto, segundo o dia da semana, entre 1/4/87 a 31/3/91 (Monteiro, A., 1993)

Os resultados, como se constatou no caso do Porto (Monteiro, A., 1993), tornam-se mais convincentes quer para o investigador, quer para o cidadão comum ou para o decisor.

Definidas, por exemplo, as relações de causalidade entre o tipo de tempo, a degradação da qualidade do ar e a importância da modificação da composição química da atmosfera para justificar novos balanços energéticos regionais e locais, passam a ser óbvios e, até esperados, os efeitos sobre a saúde humana.



**Fig. 5 - Algumas causas da variação da poluição atmosférica (adaptado de THOMPSON, 1978)**

Esta estratégia espaço-temporal de abordagem dos impactes emergentes no Sistema Climático permite ao investigador sublinhar a pertinência da inclusão da climatologia, enquanto um dos critérios de (in)sustentabilidade no planeamento.

Por tudo isto, pareceu-nos útil prosseguir este tipo de análise, alargando agora a série estatística até Dezembro de 1995 e mantendo, no essencial, a metodologia de trabalho anteriormente adoptada (A. Monteiro, 1993).



## 2.2. Caracterização da Amostra e Procedimentos Metodológicos (1989-1995)

### 2.2.1.- Clima

A informação climatológica que considerámos útil coligir para alimentar o nosso argumento sobre as relações clima-poliuição atmosférica-saúde (crises de asma) constou de: temperatura média diária, precipitação total diária, pressão atmosférica, velocidade do vento, rumo predominante do vento e situação sinóptica (situações anticiclónicas e depressionárias).

Gostáramos de ter utilizado os registos de todas as estações climatológicas existentes na região portuense. No entanto, tal não foi possível pelo que, para a análise diária durante o período 1989-1995, tivemos de nos circunscrever aos registos efectuados na estação do Instituto de Meteorologia (I.M.) localizada em Porto-Pedras Rubras e, em que os dados estão publicados no Boletim Meteorológico Diário.

Das lacunas e erros, no que respeita à qualidade e quantidade da informação climatológica disponível no Boletim Meteorológico Diário (Anexos I e II), e que determinaram a eliminação de um total de 238 dias<sup>4</sup> (de um total de 2465 dias), convem salientar que, em alguns casos, eliminámos informação porque não existiam registos de pelo menos um dos elementos climáticos mas, noutros vimo-nos forçados a não considerar alguns dos valores publicados, uma vez que estavam claramente errados<sup>5</sup>.

### 2.2.2. - Qualidade do Ar

Relativamente à qualidade do ar utilizámos os registos disponíveis de acidez forte, fumos negros, CO, NO, NO<sub>2</sub> e Pb das estações da rede de qualidade do ar da Comissão de Gestão do Ar (CGA-Porto) e da Direcção Regional de Ambiente e Recursos Naturais (DRARN)<sup>6</sup>.

---

<sup>4</sup> Destes 238 dias, 216 foram eliminados devido a lacunas de informação climatológica, em alguns casos porque o I.M. não publicou, os números do Boletim Meteorológico Diário, por avaria na máquina de reprodução e, noutros casos, verificámos que existia pelo menos um elemento climático em falta. Nos restantes 22 dias a sua eliminação deveu-se a manifestos erros de registo.

<sup>5</sup> Repare-se que esta constatação só foi possível porque o valor reproduzido era, de facto, estranhíssimo (Anexo II). Um registo diário de precipitação, no Porto (Pedras Rubras) de 310 mm, 320 mm ou 500 mm é absolutamente impossível. Colocamos a hipótese de se tratar de um erro na casa decimal mas, procurámos verificar os registos de precipitação noutras estações climatológicas existentes na região e os valores foram, de facto, muito diferentes.

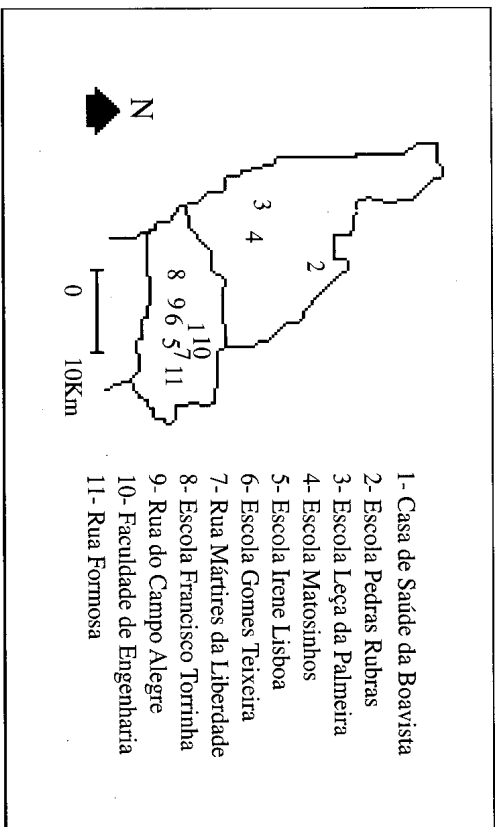
<sup>6</sup> Esta rede de monitorização da qualidade do ar na região portuense foi inicialmente criada pela Refinaria da Petrogal, posteriormente acolhida e ampliada pela Comissão de Gestão do Ar (CGA-Porto) e, a partir de 1993 integrada na rede de monitorização da qualidade do ar da DRARN.

A rede de registo (Fig.6) foi sofrendo, durante o período 1989-95, constantes alterações.

Algumas estações encerraram definitivamente<sup>7</sup> e outras iniciaram a monitorização da qualidade do ar neste intervalo de tempo<sup>8</sup>.

As avarias sucessivas e/ou desgaste no equipamento, as modificações nos procedimentos de monitorização e na fiabilidade dos instrumentos de registo, para além de mudanças na localização de alguns postos de registo, dificultam a selecção de uma amostra significativa de dias com blocos temporais de informação comuns para todos os postos.

Relativamente à qualidade do ar para a saúde humana, a Organização Mundial de Saúde (O.M.S.) definiu um conjunto de valores-guia e valores-limite que a União Europeia tem vindo a adoptar em sucessivas Directivas (Quadro D).



**Fig.6 - Rede de registo da qualidade do ar na região portuguesa (DGA e DRARN).**

7 Casa de Saúde da Boavista (AcCSB; FNCSB), Escola de Leça da Palmeira (AcELP; FNELP), Escola Francisco Torrinha (AcTORR; FntORR), Escola de Matosinhos (AcMAT; FmMAT), Escola de Pedras Rubras (AcPR; FnpR), Escola Irene Lisboa (AcILisb; FnlLisb), Escola Gomes Teixeira (AcGTe; FnGT), Rua Mártires da Liberdade (AcMLib; FNMlib) e Campo Alegre (AcCALEG; FnCALEG).

8 F. T. 1009 - Estatísticas Ambientamentais e Qualidade do Ar - Demografia (DEOD)

Poluente	Intervalo de tempo	Valor-guia (ug/m3)	Valor-limite (ug/m3)
SO <sub>2</sub>	Média aritmética das valores horários	40-60	
	Média diária	100-150	
	Mediana das médias diárias durante um ano		100
CO	P98 das médias diárias durante um ano		250
	Média horária		40000
	Média de 8h consecutivas		10000
	Média de 24 horas	1000	
NO <sub>2</sub>	P50 das médias diárias durante um ano	50	
	P98 das médias diárias durante um ano	135	200
O <sub>3</sub>	Média horária	180	
	Média de 8 h consecutivas	110	
	Média de 24h	65	
Pb	Média aritmética das médias diárias durante um ano		2

**Quadro I - Valores-guia e valores-limite para a concentração de alguns poluentes na atmosfera, estabelecidos pela O.M.S.**

### 2.2.3. - Agravamento de crises de asma em crianças com menos de 10 anos

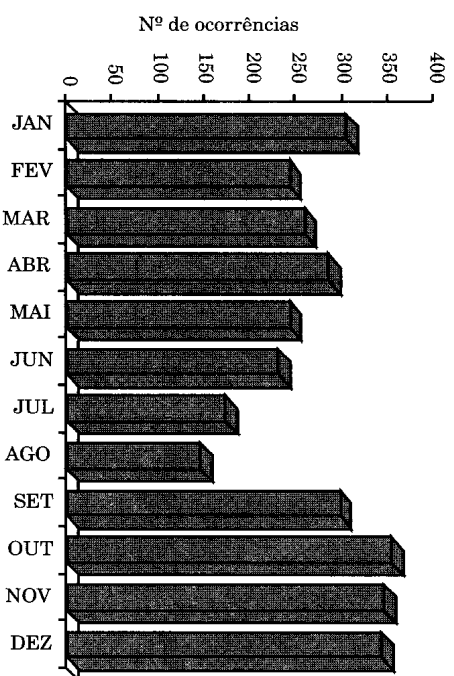
Seleccionámos o agravamento de crises de asma<sup>9</sup> como exemplo de uma patologia do foro respiratório e alergológico passível de nos permitir encontrar alguns nexos de causalidade entre a conjuntura climatológica, a qualidade do ar e os efeitos na saúde.

9º. ...Um tipo de inflamação das vias respiratórias. Um ser humano inspira em média 15 milhões de ml de ar por dia no qual vão misturados um número incalculável de bactérias e poeiras. A maior parte destes microorganismos não são patogénicos, constituindo a flora normal da cavidade bucofaringea. A hipersensibilidade e/ou a grande irritabilidade de alguns destes microorganismos (como é o caso da maioria dos efluentes industriais e dos fumos emitidos pelos escapes dos automóveis) pode abrir caminho para invasões microbianas posteriores mais graves. Como a secreção mucosa - um mecanismo de defesa normal - é produzida conforme a dose de microorganismos irritantes presentes, uma elaboração excessiva não consegue facilmente ser eliminada pelos mecanismos normais. A tosse persistente, por exemplo, traumatiza a mucosa de revestimento e contribui para criar um círculo vicioso preparando o terreno para a invasão bacteriana.[...] A asma brônquica é na maioria dos casos provocada por inalação de pó, pólenes ou mais raramente, certos alimentos. O desencadear e o potenciar das crises podem ser provocados por tensão emocional, fadiga excessiva e/ou pela exposição a fumos ou vapores irritantes. » ROBBINS, S. *Patologia*. WB Saunders. Philadelphia 1967. p 632.

Do vasto conjunto de patologias do foro respiratório e alergológico, as insuficiências respiratórias agudas, responsáveis por um grande número de internamentos (Monteiro, A, 1993), traduzem uma vastíssima gama de causas, que podem nada ter a ver com as características do meio ambiente, pelo que não faz sentido utilizá-las.

A descaracterização e inespecificidade inerente aos diagnosticados com doenças pulmonares crónicas obstructivas (DPCO) levou-nos, também, a não incluir este tipo de patologia na nossa análise.

Restaram-nos, portanto, a asma e a bronquite. Estas, sobretudo, nos adultos, dependem, para além da qualidade do ar e do estado de tempo, do tipo de vida e dos hábitos de cada indivíduo<sup>10</sup>. Decidimos, então, utilizar, na nossa análise, apenas os indivíduos com menos de 10 anos que recorreram à urgência do Hospital de S. João (Porto)<sup>11</sup>, cujo diagnóstico registado foi o de: crise asmática (Fig. 7).



**Fig. 7 - Número de internamentos de crianças, com menos de 10 anos, no Hospital de S. João (Porto), diagnosticadas com crise asmática, entre 1 Abril de 1989 e 31 de Dezembro de 1995<sup>12</sup>.**

<sup>10</sup> O tabagismo, por exemplo, condiciona, determinantemente, as crises brônquicas e asmáticas. As condições do local de trabalho e o tipo de função desempenhada influenciam, também, o aparecimento de crises asmáticas ou brônquicas. Para os adultos é, de facto, pouco verosímil que se consiga distinguir, com clareza, indícios das relações de causalidade, teoricamente esperadas, entre a qualidade do ar, a temperatura, a humidade relativa ou o vento e o momento em que ocorre o agravamento destas patologias.

<sup>11</sup> O Hospital de S. João é o único, tanto quanto nos informaram todos os outros hospitais que servem a população residente na área do Porto, que possui um registo informatizado dos internamentos organizado numa base de dados que inclui o nome, a idade e o local de residência do doente, a data de entrada no hospital, o diagnóstico e o percurso do doente, dentro do hospital, até ao momento da sua saída. Todavia, esta base de dados só disponibiliza este tipo de informação desde 1 de Abril de 1989.

<sup>12</sup> Entre 1 de Abril de 1989 e 31 de Dezembro de 1995 foram internadas no Hospital de S.

As vantagens da utilização deste escalão etário são múltiplas. Primeiro, estão eliminadas todas as causas de agravamento da doença devidas aos hábitos tabágicos e ao tipo de emprego. Depois, está, também, menos presente o efeito do *stress*, importante factor desencadeador deste tipo de crises, gerado pelo ritmo de vida a que está sujeita a população activa, em qualquer meio urbano. E, por último, mas não menos importante, porque o cuidado e a atenção dos pais, evita a auto-medicação, muito frequente nos adultos. Para este escalão etário, há, em princípio, uma maior proximidade temporal entre a altura em que é desencadeada a crise e o recurso ao hospital. No caso dos adultos, e face ao carácter crónico deste tipo de patologias, os indivíduos vão adquirindo, pela experiência, hábitos de resolução das crises menos graves, sem o recurso ao hospital.

#### 2.2.3.1. - Especificidades da distribuição de frequência da série de registos dos internamentos com crises de asma

A variação estacional da ocorrência de crises asmáticas percebe-se desde logo pela distribuição dos totais de crianças internadas durante os 7 anos em análise (1989-95). O Outono e o Inverno (especialmente entre Outubro e Janeiro), são as épocas do ano mais críticas para a morbidade com este tipo de patologias (Fig.7).

Todavia, a distribuição dos 3224 casos de agravamento das crises asmáticas contabilizadas durante os 2227 dias analisados, é constituída por mais de 50% de dias com ausência de casos de internamento e mais de 20% dos dias com apenas 1 caso. Os dias com 3 ou mais ocorrências são relativamente pouco frequentes.

A enorme irregularidade da distribuição de frequência (Anexo III), levou-nos a optar por procurar definir o que poderia ser uma "sequência crítica".

Começamos por tentativa e erro, a seleccionar a distribuição das sequências de 2, 3, 4, 5, 6 ou mais dias com 0 a 2, 3 a 4, ou com 5 ou mais internamentos com asma por dia (Anexo III).

Verificámos que não emergia desta leitura nenhuma "ordem" na, pelo menos aparentemente, caótica distribuição de frequência (Quadro II).

Ao analisarmos a dimensão sequencial e o nº de casos/dia mais apropriada para definir uma provável sequência crítica (leia-se extraordinária), verificámos que os dias com 0, 1 ou 2 casos/dia eram muito frequentes e que era, inclusivé, vulgar encontrar grupos de 6 ou mais dias seguidos, com registos entre 0 e 2 (Quadro II).

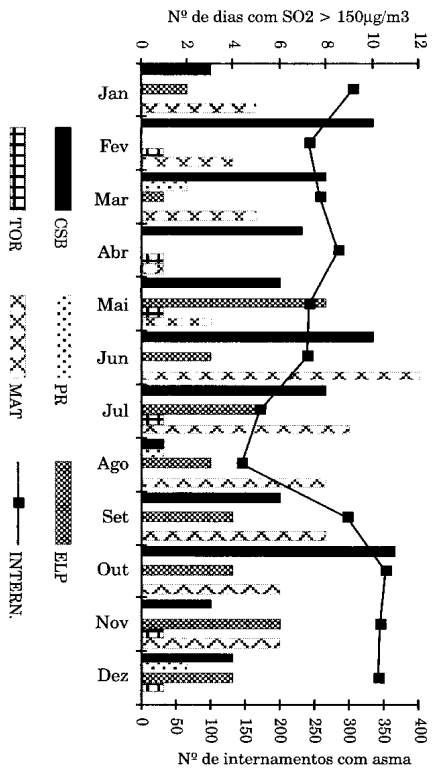


Fig. 8 - Nº de internamentos de crianças com crises asmáticas e nº de dias em que a concentração de SO2 foi superior a 150 µg/m3 em algumas estações da rede de monitorização da qualidade do ar portuense

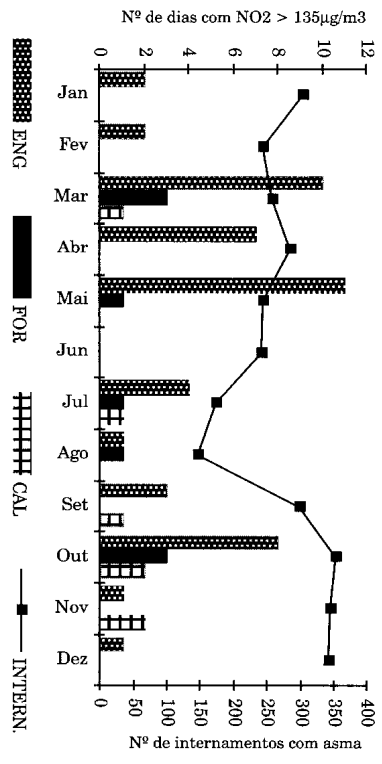


Fig. 9 - Nº de internamentos de crianças com crises asmáticas e nº de dias em que a concentração de NO2 foi superior a 135 µg/m3 em algumas estações da rede de monitorização da qualidade do ar portuense

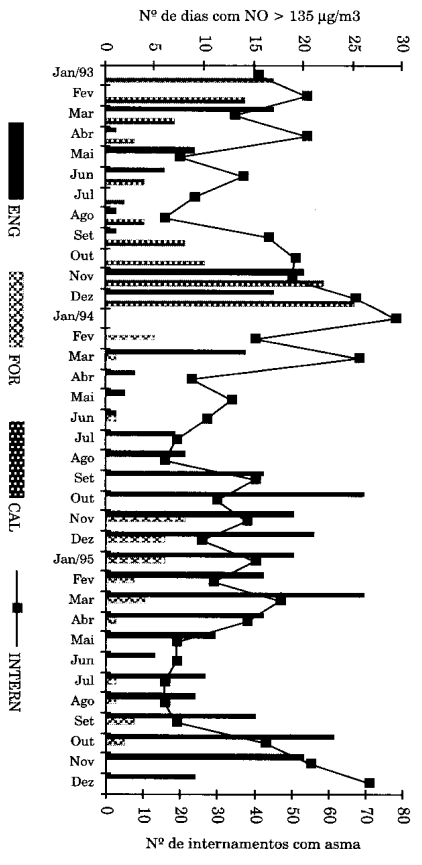


Fig. 10 - Nº de internamentos de crianças com crises asmáticas e nº de dias em que a concentração de NO foi superior a 150 µg/m3 em algumas estações da rede de monitorização da qualidade do ar portuense

#### 2.4. Comportamento de alguns elementos climatológicos nos períodos de agravamento das crises asmáticas

À semelhança do que fizemos para a qualidade do ar, se compararmos o comportamento de alguns elementos climáticos nos dias em que o número de crises asmáticas foi mais elevado, verificamos que, em média, coincidiram com valores de temperatura média diária mais baixos, baixa velocidade do vento, pressão atmosférica mais elevada e situação sinóptica à superfície anticiclônica (Anexo V e VI).

Todavia, a análise do comportamento de alguns elementos climáticos, nos meses em que ocorreram os internamentos com crise asmática revelou uma relação bastante complexa entre a temperatura, a precipitação, a pressão atmosférica e o vento (velocidade e rumo predominante) e o número de crises de asma desencadeadas nas crianças com menos de 10 anos (Fig.11).

Apesar de não ser possível definir o perfil climatológico do dia mais propício ao agravamento desta patologia, a análise da distribuição das seqüências críticas<sup>16</sup>, ao longo do período 1989-95, permitiu-nos concluir que:

- i) as seqüências críticas/extraordinárias ocorreram em Outubro (1989, 1990, 1991 e 1992), Janeiro (1991, 1992 e 1994), Dezembro (1991 e 1995), Setembro (1990 e 1992), Fevereiro (1990 e 1993) e Junho (1989);
- ii) no ano de 1991 aconteceram o maior número de meses com seqüências críticas (Janeiro, Outubro e Dezembro);
- iii) no ano de 1991 registaram-se totais mensais de internamentos com asma muito elevados em Dezembro (100), Novembro (63), Outubro (60), Janeiro (53) e Fevereiro (45);
- iv) no ano de 1994 não ocorreram seqüências críticas em nenhum mês do ano;
- v) o mês de Junho de 1989, foi o único mês de Verão em que se verificaram seqüências críticas<sup>17</sup>.

Desta análise identificámos como momentos mais críticos no que respeita ao agravamento das crises asmáticas em crianças com menos de 10 anos, durante os 7 anos analisados: Junho, Outubro e Novembro de 1989, Setembro e Outubro de 1990, Outubro e Dezembro de 1991, Setembro de 1992, de 1993 e de 1994, Janeiro de 1994 e Dezembro de 1995 (Fig. 11 e Anexo VI).

Ficou claro que a definição do que poderão ter sido seqüências críticas e verdadeiramente extraordinárias e agravadas pelas condições climatológicas e

---

<sup>16</sup> Utilizando a combinação dos dois critérios considerados na figura 12: 2 a 5 dias consecutivos perfazendo pelo menos 8 internamentos e pelo menos 2 dias com 3 casos de asma.

<sup>17</sup> O Junho de 1989 foi o que registou, comparativamente com os restantes anos analisados, a temperatura média mensal mais elevada, maior número de situações de instabilidade e

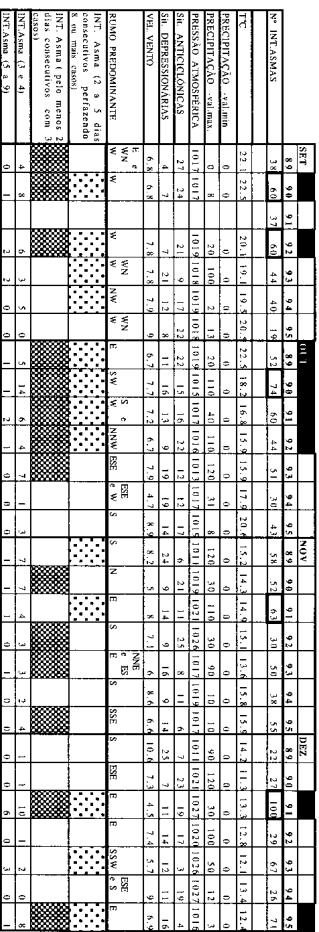
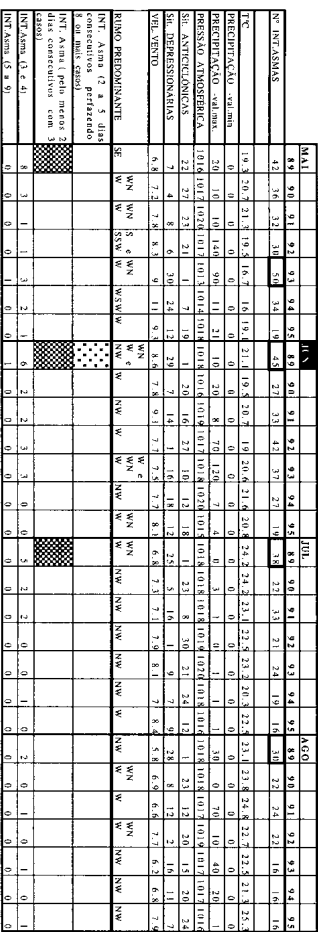
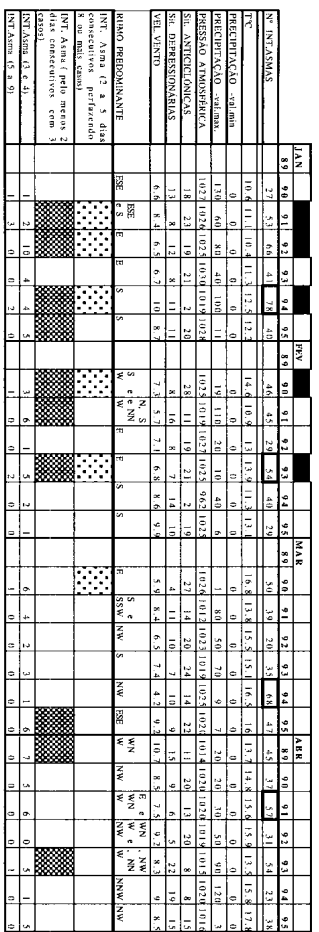


Fig. 11 - Número mensal de ocorrências de internamentos de crianças com menos de 10 anos com crises de asma no HSJ, valores médios (entre 1 de Abril de 1989 e 31 de Dezembro de 1995)

**Fig. 11 - Número mensal de ocorrências de internamentos de crianças com menos de 10 anos com crises de asma no HSJ, valores médios (entre 1 de Abril de 1989 e 31 de Dezembro de 1995)**

Legend for Fig. 11:  
● Sequências críticas com 2 a 5 dias consecutivos preferindo 8 ou mais casos  
■ Sequências críticas com pelo menos 2 dias consecutivos com 2 casos  
□ Menos de 2 dias consecutivos de seqüências críticas contínuas  
□ 250h interval de internamentos com crise asmática mais elevada



de degradação da qualidade do ar implica uma leitura *zoom* no seio destes meses e, sobretudo, dentro da série de 75 dias em que se verificaram 2 a 5 dias consecutivos com internamentos cujo total perfaz pelo menos 8 casos (Fig. 11 e Anexo VI).

### 2.5. Relações de dependência Clima-Qualidade do Ar-Seqüências críticas de agravamento de crises asmáticas

Dentre os 75 dias em que havíamos detectado um comportamento “anormal” da distribuição do número de internamentos com asma encontramos um conjunto de dias (16 seqüências), em que a ocorrência ao Hospital de S. João foi deveras estranha para se tratar de um mero acaso (Fig. 12).

Tratam-se de seqüências de 3, 4 ou 5 dias em que o número total de internamentos foi bastante elevado (Fig.12).

A maioria dos casos de asma ocorreram nos meses de Outono e Inverno (Fig.12) . Nestes meses, as crises de asma agravaram-se nos dias em que a temperatura média e a pressão atmosférica foram mais elevadas do que a média do mês em que ocorreram.

Estas dezasseis (16) seqüências críticas coincidiram, quase sempre, com dias em que não ocorreu precipitação pelo menos nos seis (6) dias anteriores ao início da seqüência de internamentos<sup>18</sup>.

Relativamente ao quadrante predominante do vento nos dias em que houve um aumento do número de crises asmáticas, nota-se uma ligeira diferença relativamente ao rumo mais frequente no respectivo mês (Fig.12).

Sabendo que a estação de Porto-Pedras Rubras (entre 1970-1997), registou, durante os meses de Outono e de Inverno ventos mais frequentes dos quadrantes de S., SE. e E. e, dos quadrantes de NW e W nos meses de Primavera e Verão, constata-se que, o número de crises asmáticas ocorreram em dias cujo rumo do vento coincidiu, grosso modo, com o mais frequente na região, nessa época do ano.

Se compararmos a frequência de ocorrência das situações sinópticas em altitude e à superfície durante todo o período (1989-1995) e nos dias das dezasseis (16) seqüências críticas, verifica-se que as crises asmáticas coincidiram preferencialmente com dias em que a circulação em altitude foi meridiana (de bloqueio) e a situação à superfície foi do tipo anticiclónico<sup>19</sup> (Fig. 13 a 16).

---

<sup>18</sup> Recorde-se que a precipitação é um excelente mecanismo de Limpeza da Atmosfera.

<sup>19</sup> Especialmente nos dias em presença de situações do tipo: anticiclone atlântico misto (30), anticiclone atlântico (31), anticiclone atlântico (32), anticiclone atlântico (33), anticiclone atlântico (34), anticiclone atlântico (35), anticiclone atlântico (36), anticiclone atlântico (37), anticiclone atlântico (38), anticiclone atlântico (39), anticiclone atlântico (40), anticiclone atlântico (41), anticiclone atlântico (42), anticiclone atlântico (43), anticiclone atlântico (44), anticiclone atlântico (45), anticiclone atlântico (46), anticiclone atlântico (47), anticiclone atlântico (48), anticiclone atlântico (49), anticiclone atlântico (50), anticiclone atlântico (51), anticiclone atlântico (52), anticiclone atlântico (53), anticiclone atlântico (54), anticiclone atlântico (55), anticiclone atlântico (56), anticiclone atlântico (57), anticiclone atlântico (58), anticiclone atlântico (59), anticiclone atlântico (60), anticiclone atlântico (61), anticiclone atlântico (62), anticiclone atlântico (63), anticiclone atlântico (64), anticiclone atlântico (65), anticiclone atlântico (66), anticiclone atlântico (67), anticiclone atlântico (68), anticiclone atlântico (69), anticiclone atlântico (70), anticiclone atlântico (71), anticiclone atlântico (72), anticiclone atlântico (73), anticiclone atlântico (74), anticiclone atlântico (75), anticiclone atlântico (76), anticiclone atlântico (77), anticiclone atlântico (78), anticiclone atlântico (79), anticiclone atlântico (80), anticiclone atlântico (81), anticiclone atlântico (82), anticiclone atlântico (83), anticiclone atlântico (84), anticiclone atlântico (85), anticiclone atlântico (86), anticiclone atlântico (87), anticiclone atlântico (88), anticiclone atlântico (89), anticiclone atlântico (90), anticiclone atlântico (91), anticiclone atlântico (92), anticiclone atlântico (93), anticiclone atlântico (94), anticiclone atlântico (95), anticiclone atlântico (96), anticiclone atlântico (97), anticiclone atlântico (98), anticiclone atlântico (99), anticiclone atlântico (100).



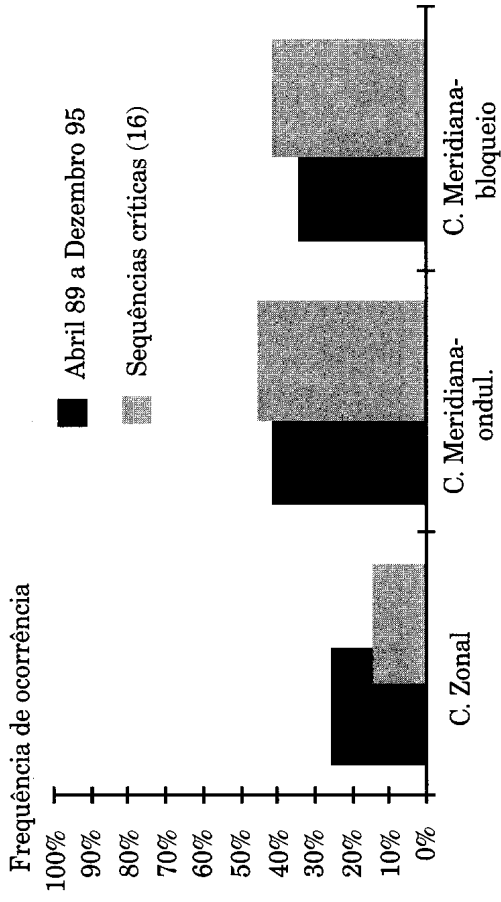


Fig. 13 - Frequência de ocorrência de cada um dos tipos de situações sinópticas em altitude durante todo o período (1989-1995) e nos dias das dezasseis (16) sequências críticas.

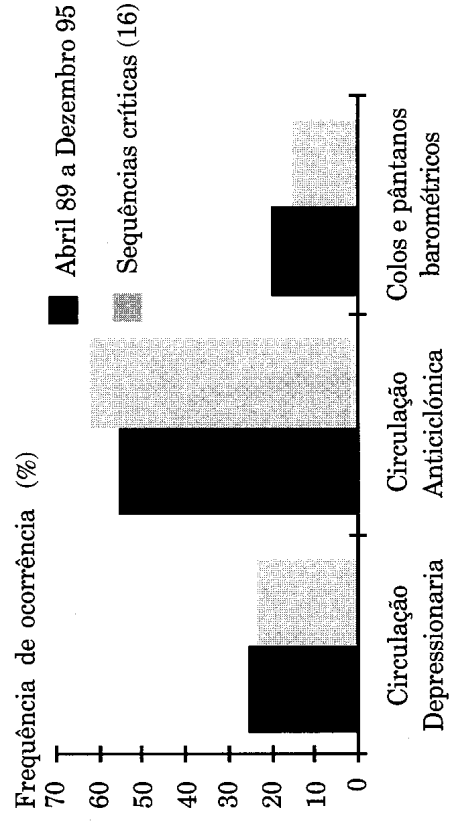
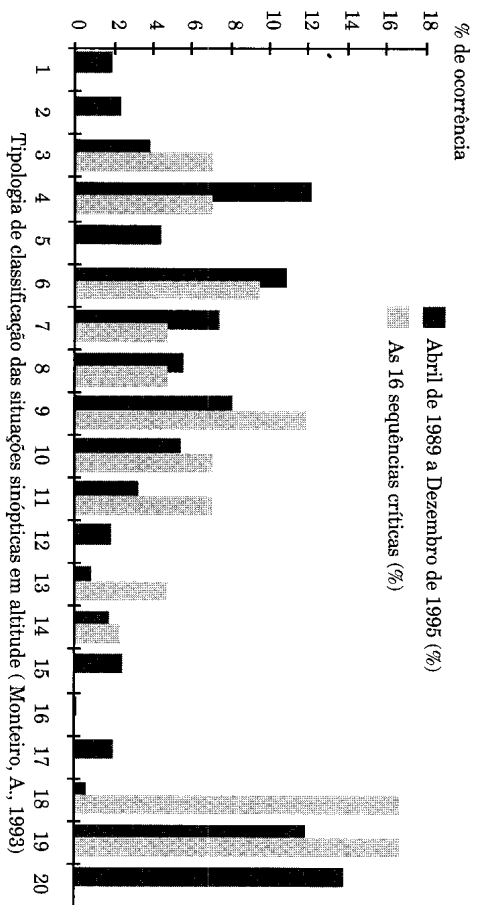
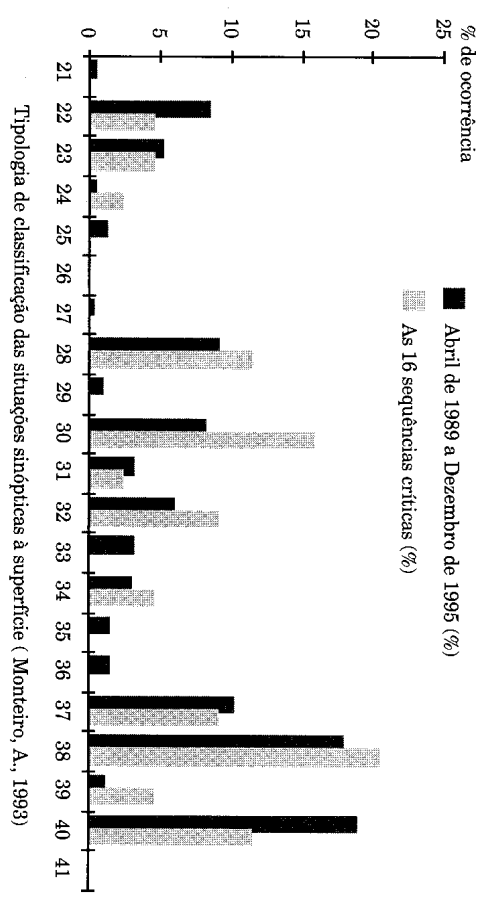


Fig. 14 - Frequência de ocorrência de cada um dos tipos de situações sinópticas em altitude durante todo o período (1989-1995) e nos dias das dezasseis (16) sequências críticas.



**Fig. 15 - Freqüência de ocorrência de cada um dos tipos de situações sinópticas em altitude durante todo o período (1989-1995) e nos dias das dezasseis (16) sequências críticas.**

Nota: Circulação zonal - 1 a 5; Circulação meridiana (ondulatória) - 6 a 11; Circulação Meridiana (bloqueio) - 12 a 20.



**Fig. 16 - Freqüência de ocorrência de cada um dos tipos de situações sinópticas à superfície durante todo o período (1989-1995) e nos dias das dezasseis (16) sequências críticas.**

Nota: Circulação zonal - 21 a 28; Situação Anticiclónica - 29 a 38; Colos e pântanos barométricos - 39 a 40.

Apesar do enorme número de lacunas nos registos da rede de monitorização da qualidade do ar (Fig.12), emergem algumas coincidências entre a concentração de poluentes acima dos valores-guia e a ocorrência de crises asmáticas.

O maior número de internamentos ocorreu entre Outubro e Abril, precisamente a época do ano em que os postos da rede de registo da área central da cidade (Casa de Saúde da Boavista, Engenharia e R. Formosa) registam o maior número de dias com elevadas concentrações de SO<sub>2</sub>, de NO e de NO<sub>2</sub> (Fig. 8, 9 e 10).

Sabendo que nesta época do ano, a circulação predominante do ar é de E, ENE, ESE e S, é legítimo supor que os núcleos fornecedores de poluentes localizar-se-ão algures na metade oriental da cidade (Fig. 17).

Existem, nos meses de Outono-Inverno, sobre a região portuense, condições atmosféricas que favorecem a acumulação de poluentes. A frequência de situações de estabilidade atmosférica associadas, muitas vezes, à ocorrência de inversões térmicas a baixa altitude contribuem para manter sobre a cidade os efluentes excretados pelo próprio metabolismo urbano.

A morfologia onde assenta o espaço urbano portuense favorece também, nos dias em que a circulação do ar se faz de ENE ou E, a compressão dinâmica do ar sobre o núcleo central da cidade, a menor altitude e a jusante destes corredores de vento (Fig. 17).

Todos os efluentes excretados pelas indústrias, pelos automóveis em circulação e/ou pelos sistemas de aquecimento doméstico, na metade oriental da cidade, são transportados e mantidos no ar atmosférico, no sentido E-W ou NE-SW.

Como no Outono e Inverno são frequentes, nesta região, as situações de estabilidade atmosférica<sup>20</sup>, todos os poluentes incorporados no ar, manter-se-ão, em doma, sobre a "baixa" e sobre a metade ocidental do Porto (Fig. 17).

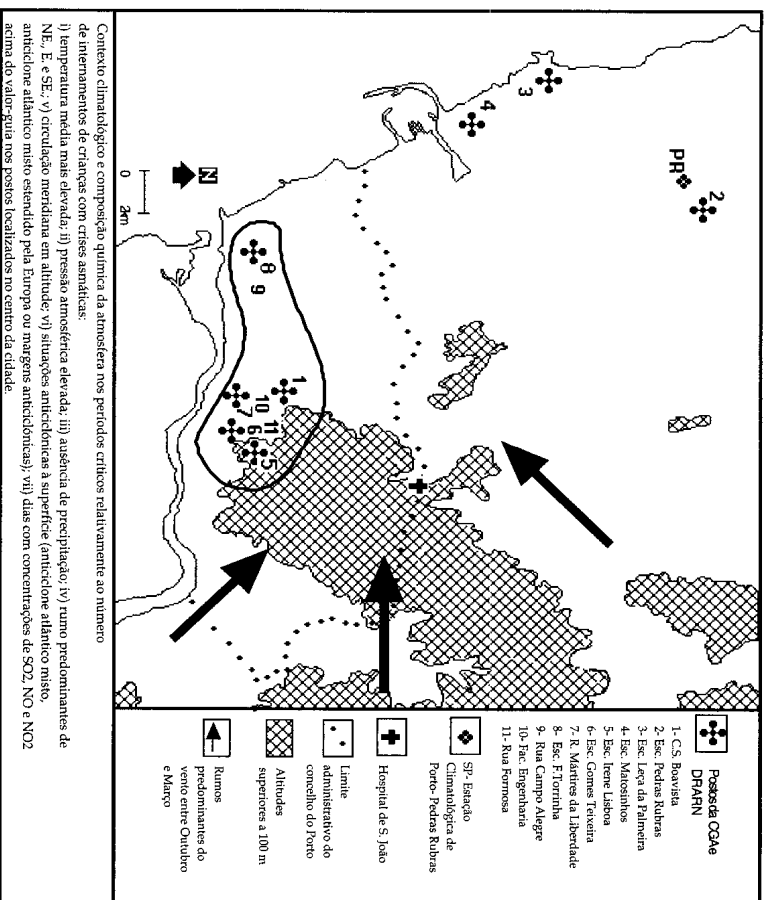
É aliás esta modificação da composição química da baixa atmosfera que nos ajuda a explicar a recorrente presença de "ilhas de calor" dentro da cidade. Anomalias térmicas positivas que podem atingir mais de 10°C (Monteiro, A. 1993).

Sabendo que os indivíduos com propensão para desencadear crises asmáticas são extremamente sensíveis ao odor, à temperatura e humidade e à composição química do ar inspirado<sup>21</sup>, parece óbvio que estamos perante um importante nexo de causalidade entre Clima-Qualidade do ar-Saúde.

---

20 Circulação meridiana em altitude e situações sinópticas à superfície onde predomina a presença do anticiclone atlântico misto (30), do anticiclone atlântico misto estendido pela Europa (32) ou de margens anticiclónicas (38).

21 As crianças asmáticas são extremamente sensíveis à qualidade do ar que respiram. Um perfume mais activo, um detergente ou um sabonete podem ser suficientes para aumentar a irritabilidade da cavidade bucofaringea, preparar o caminho para a invasão de microorganismos e desencadear uma crise asmática.



**Fig. 17 - Contexto climatológico e qualidade do ar na cidade do Porto nos dias em que se agravaram algumas patologias do foro respiratório e alergológico (1989-95).**

### 3. Alguns motivos de reflexão sobre a(s) vulnerabilidade(s) do Ecossistema que urge conhecer

A distribuição dos picos de agravamento desta patologia do foro respiratório e alergológico, parece evidenciar uma relação de causalidade entre as modificações na conjuntura climatológica regional e local, as modificações na composição química do ar e o aumento de sequências críticas de internamentos com crises asmáticas.

A maioria dos 3224 casos de asma internados no Hospital de S. João entre 1 Abril de 1989 e 31 de Dezembro de 1995, desencadearam-se nos meses que correspondem à época mais fria do ano: entre Setembro e Março.

Todavia, como se constatou na análise efectuada, estas sequências críticas de ocorrência de crises de asma, desenvolveram-se e agravaram-se nas crianças com menos de 10 anos, nos dias com temperatura média e pressão atmosfé-

férica mais elevadas do que a média da totalidade do período e, nos dias subseqüentes a um período de 5-6 dias sem precipitação.

Curiosamente, este período crítico, no que respeita ao agravamento desta patologia, coincidiu com a estação do ano em que a "ilha de calor" é, no Porto, mais intensa e em que a degradação da qualidade do ar é maior nos pontos localizados no centro da cidade.

Acreditando na relevância deste exemplo, e tendo em conta o papel determinante atribuído no futuro às cidades, novamente como motor de desenvolvimento regional, mas agora, sobretudo, à custa da sua imagem e da qualidade de vida e bem-estar que forem capazes de propiciar, compreende-se que a definição do "modelo de organização espacial" deste território - o Porto - deverá obrigatoriamente incluir uma estratégia eficaz de requalificação da qualidade do ar.

No entanto, a eficácia de qualquer estratégia para melhorar a qualidade do ar na cidade do Porto, implica um conhecimento exaustivo dos diversos mosaicos climáticos, de origem antrópica, existentes na cidade.

As interferências ao nível da estabilidade do ar, da espessura da camada de mistura, da velocidade e direcção do vento, provocadas pela intensificação de ocupação do espaço, como se viu na região do Porto, contribui decisivamente para modificar as condições de dispersão dos poluentes.

De tudo isto, podemos afirmar que o clima urbano portuense evidencia ser, simultaneamente, causa de degradação da qualidade do ar e da qualidade de vida dos cidadãos.

Em jeito de conclusão poderemos então afirmar que a magnitude e a intensidade dos impactes provocados pelo Homem no Ecosistema Urbano são cada vez maiores e, que este, por seu lado, cada vez lhe é mais hostil.

Urge, portanto, clarificar e comprovar experimentalmente alguns destes exemplos de adopção de atitudes demasiado optimistas e imodestas, quanto ao nosso papel no Ecosistema.

O estado caótico e necrosado de algumas áreas da cidade do Porto, para além de nos permitir esclarecer a magnitude e intensidade dos riscos resultantes do progressivo distanciamento efectivo do Homem relativamente ao seu suporte ambiental, implícitos no actual *modus vivendi* urbano, revela-se um excelente exemplo da escala espaço-temporal mais eficaz para reforçar a credibilidade dos argumentos em torno da importância e da pertinência da introdução do princípio de sustentabilidade nos critérios de planeamento e gestão de espaços urbanizados.

#### 4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ATWATER, MARSHALL, "Thermal changes induced by urbanization and pollutants", *Journal of applied meteorology*, vol.14, 1975, p.1061.
- ATWATER, MARSHALL, "Urbanization and pollutants effects on the thermal structure in four climatic regions", *Journal of applied meteorology*, vol.16, 1977, p.888-895.
- BARDESCHI, A., et al., "Analysis of the impact on air quality of motor vehicle traffic in the Milan urban area", *Atmospheric Environment*, vol.25-B, n°3, 1991, p.415-428.
- BATTERMAN, S.A., "Optimal estimators for ambient air quality levels", *Atmospheric Environment*, Part A, vol. 26- A, N°1, 1992, p.113-123.
- BENNETT, M., SAAB, A.E., "Modelling of the urban heat island and of its interaction with pollutant dispersal", *Atmospheric Environment*, vol. 17, n°9, 1983, p.1855-1856.
- BITAN, ARIEH, "The high climatic quality city of the future", *Atmospheric Environment*, Part B, vol. 26- B, Sept.92, p.313-329.
- BONNER, FRANK W., BRIDGES, JAMES W., "Toxicological properties of trace elements", *Trace Elements in health*, Butterworth & Co, London, 1983, p. 1-16.
- C.C.F., *Livro Verde sobre o Ambiente Urbano*, Direcção-Geral do Ambiente, Segurança Nuclear e Protecção Civil, Bruxelas, 1991.
- C.G.A. da área do Porto- gab. técnico, *A qualidade do ar na área do Porto em 1986/87- sua evolução desde 1968*, CCRN, Porto, 1988.
- C.G.A. da área do Porto- gab. técnico, *A qualidade do ar na área do Porto em 1987/88- sua evolução desde 1968*, CCRN, Porto, 1989.
- C.G.A. da área do Porto- gab. técnico, *A qualidade do ar na área do Porto em 1988/89- a sua evolução desde 1968*, CCRN, Porto, 1989.
- CHANGNON, S.A., "Inadvertent weather modification in urban areas: lessons for global climate change", *Bulletin of the American Meteorological Society*, vol.73, May 92, p.619-627.
- DOUGLAS, I., *The urban environment*, Edward Arnold, London, 1983.
- ELSON, DEREK, *Atmospheric Pollution*, Basil Blackwell Ltd, Oxford, 1989.
- FARHAR-PILGRIM, BARBARA, "Social Analysis", *Climate Impact Assessment*, KATES, R.W., AUSUBEL, J.H., BERBERIAN, M., (ed.), John Wiley & Sons Ltd, Chichester, 1986.
- HODGE, D.C., "Urban congestion: reshaping urban life", *Urban Geography*, vol. 13, n° 6, Nov/Dec 92, p. 577-588.
- HOLDGATE, M.W., *A perspective of environmental pollution*, Cambridge University Press, Cambridge, 1980.
- HOUGH, MICHAEL, *City form and natural process*, Routledge, London, 1989.
- KATES, R.W., "The interaction of climate and society", *Climate Impact Assessment*, KATES, R.W., AUSUBEL, J.H., BERBERIAN, M. (ed.), John Wiley & Sons, Series Scope, Chichester, 1986, p.3-37.



- Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid, 1991.
- McBURNIEY, STUART, *Ecology into economics won't go or life is not a concept*, Green Books, Cornwall, 1990.
- McLAFFERTY, S., "Health and the urban environment", *Urban Geography*, vol. 13, nº 6, Nov/Dec 92, p. 567-576.
- MONTEIRO, A., "A importância dos estudos de climatologia regional para a compreensão dos processos de degradação da qualidade do ar - o exemplo da cidade do Porto entre 1 Abril 1987 a 31 de Março de 1989", *Actas do V Colóquio Ibero de Geografia*, Leon, Novembro de 1989.
- MONTEIRO, A., "Contribuição para o estudo da degradação da qualidade do ar na cidade do Porto", *Revista da Faculdade de Letras*, Geografia, I Série, vol.V, Porto, 1989, p.5-32.
- MONTEIRO, A., "A composição química da atmosfera: contributo da climatologia para a implementação de uma política de desenvolvimento sustentado", *Revista da Faculdade de Letras*, Geografia, I Série, vol.V, Porto, 1989, p.257-294.
- MONTEIRO, A., "O Porto e os portuenses no final do séc.XX ou as relações entre os homens e um ecossistema urbano em entropia acelerada", *Revista da Faculdade de Letras*, Geografia, I Série, vol.VI, Universidade do Porto, 1990, p.5-64.
- MONTEIRO, A., "Les calendriers de probabilités appliqués à la variabilité des températures minimales et maximales de Porto", *Climat urbain et qualité de l'air*, *Actes du Colloque de Climatologie*, Fribourg, Suíça, 1991, p.63-70.
- MONTEIRO, A., *O clima urbano do Porto. Contribuição para a definição das estratégias de planeamento e ordenamento do território*, Dissertação de Doutoramento em Geografia Física, FLUP, Porto, Outubro de 1993, 436 p., polic.
- MONTEIRO, A., "Est-ce qu'il y a des raisons suffisantes pour parler d'un îlot d'humidité urbain dans la ville de Porto?", *Actes du Colloque de Climatologie*, AIC, Thessaloniki, 1993, p.585 - 593.
- MONTEIRO, A., "Manifestações de mudança climática em espaços urbanizados: o Porto -um estudo de caso", *Actas do IV Conferência Nacional sobre a Qualidade do Ambiente*, CCB, Lisboa, 6 a 8 de Abril de 1994, p.A44-A56.
- MONTEIRO, A., "Potenciais impactos do fenómeno de urbanização portuguesa no ritmo intra e interanual da precipitação (1970-89)", *Actas do II Congresso da Água*, vol. II, APRH, FIL, Lisboa, 12 a 14 de Abril de 1994, p.191 a 201.
- MONTEIRO, A., "A Climatologia como componente essencial no diagnóstico e na avaliação dos impactos ambientais em espaços urbanizados - o caso da cidade do Porto", *Territorium*, nº1, Coimbra, 1994, p.17-22.
- MONTEIRO, A., "Perceptibilidade, risco e vulnerabilidade em climatologia - um estudo de caso no Porto", *Actas do II Congresso da Geografia Portuguesa*, Coimbra, Outubro, 1994

- O'RIORDAN, T., Pion Limited, London, 1983. *Environmentalism*, 2ªed..
- OLGYAY, VICTOR, *Design with climate : bioclimatic approach to architectural regionalism*, Van Nostrand Reinhold, New York, 1992.
- RAMOS, C., *Tipos de anteciclones e ritmo climático de Portugal*, CEG, rel nº25, Lisboa, 1986.
- ROBBINS, S., *Pathology*, W.B.Saunders, Philadelphia, 1967.
- ROSE, G.A. "Epidemiological evidence for the effects of urban environment", *Man in urban environments*, HARRISON, G.A., GIBSON, J.B. (ed), Oxford University Press, Oxford, 1976, p.204-216.
- ROWLAND, ANTHONY J., COOPER, PAUL, *Environment and health*, Edward Arnold, London, 1983.
- SAARINEN, "Environmental perception", *Perspectives on environment*, Association of American Geographers, public.nº13, Washington, 1974.
- SALDIVA, PH.N., KING, M., DELMONTE, VL.C., "Respiratory alterations due to urban air pollution: an experimental study in rats", *Environmental Research*, vol. 57, Feb.92, p.19-33.
- SCORER, RICHARD, *Air pollution*, Pergamon Press Ltd, Oxford, 1968.
- VICTOR, A., QUEIROS, M., "Influência do dióxido de enxofre atmosférico e variáveis meteorológicas na asma de crianças da região do Porto", *Cadernos de Imuno-Alergologia Pediátrica*, nº1, Porto, s/ed., 1992, p.5-11.
- WHYTE, A.VT., "Perception", *Climate Impact Assessment*, KATES, R.W., AUSUBEL, J.H., BERBERIAN, M. (ed.), John Wiley & Sons, Series Scope, Chichester, 1986, p.403-437.

Anexo I - Lacunas na informação disponível (I.M. ou DRARN)

Nº de ordem	5
DATA	05/04/89
Nº de ordem	117
DATA	26/07/89
Nº de ordem	119
DATA	28/07/89
Nº de ordem	120
DATA	29/07/89
Nº de ordem	125
DATA	03/08/89
Nº de ordem	126
DATA	04/08/89
Nº de ordem	333
DATA	27/02/90
Nº de ordem	366
DATA	01/04/90
Nº de ordem	439
DATA	13/06/90
Nº de ordem	443
DATA	17/06/90
Nº de ordem	465
DATA	09/07/90
Nº de ordem	467
DATA	11/07/90
Nº de ordem	622
DATA	13/12/90
Nº de ordem	699
DATA	28/02/91
Nº de ordem	700
DATA	01/03/91
Nº de ordem	701
DATA	02/03/91
Nº de ordem	702
DATA	03/03/91
Nº de ordem	703
DATA	04/03/91
Nº de ordem	726
DATA	27/03/91
Nº de ordem	845
DATA	24/07/91
Nº de ordem	847
DATA	26/07/91
Nº de ordem	848
DATA	27/07/91
Nº de ordem	849
DATA	28/07/91
Nº de ordem	850
DATA	29/07/91
Nº de ordem	851
DATA	30/07/91
Nº de ordem	852
DATA	31/07/91
Nº de ordem	853
DATA	01/08/91
Nº de ordem	854
DATA	02/08/91
Nº de ordem	855
DATA	03/08/91
Nº de ordem	856
DATA	04/08/91
Nº de ordem	857
DATA	05/08/91
Nº de ordem	858
DATA	06/08/91

Nº de ordem	858
DATA	06/08/91
Nº de ordem	859
DATA	07/08/91
Nº de ordem	884
DATA	01/09/91
Nº de ordem	886
DATA	03/09/91
Nº de ordem	887
DATA	04/09/91
Nº de ordem	888
DATA	05/09/91
Nº de ordem	889
DATA	06/09/91
Nº de ordem	890
DATA	07/09/91
Nº de ordem	891
DATA	08/09/91
Nº de ordem	892
DATA	09/09/91
Nº de ordem	893
DATA	10/09/91
Nº de ordem	894
DATA	11/09/91
Nº de ordem	895
DATA	12/09/91
Nº de ordem	896
DATA	13/09/91
Nº de ordem	897
DATA	14/09/91
Nº de ordem	898
DATA	15/09/91
Nº de ordem	899
DATA	16/09/91
Nº de ordem	900
DATA	17/09/91
Nº de ordem	901
DATA	18/09/91
Nº de ordem	902
DATA	19/09/91
Nº de ordem	903
DATA	20/09/91
Nº de ordem	904
DATA	21/09/91
Nº de ordem	905
DATA	22/09/91
Nº de ordem	906
DATA	23/09/91
Nº de ordem	907
DATA	24/09/91
Nº de ordem	908
DATA	25/09/91
Nº de ordem	909
DATA	26/09/91
Nº de ordem	910
DATA	27/09/91
Nº de ordem	911
DATA	28/09/91
Nº de ordem	913
DATA	30/09/91
Nº de ordem	914
DATA	01/10/91
Nº de ordem	915
DATA	02/10/91
Nº de ordem	955
DATA	11/11/91
Nº de ordem	965
DATA	21/11/91
Nº de ordem	966
DATA	22/11/91
Nº de ordem	969
DATA	25/11/91

Nº de ordem	972
DATA	28/11/91
Nº de ordem	979
DATA	05/12/91
Nº de ordem	1007
DATA	02/01/92
Nº de ordem	1054
DATA	18/02/92
Nº de ordem	1099
DATA	04/04/92
Nº de ordem	1105
DATA	10/04/92
Nº de ordem	1123
DATA	28/04/92
Nº de ordem	1124
DATA	29/04/92
Nº de ordem	1126
DATA	01/05/92
Nº de ordem	1134
DATA	09/05/92
Nº de ordem	1169
DATA	13/06/92
Nº de ordem	1147
DATA	22/05/92
Nº de ordem	1148
DATA	10/05/92
Nº de ordem	1155
DATA	10/05/92
Nº de ordem	1155
DATA	10/05/92
Nº de ordem	1134
DATA	21/08/92
Nº de ordem	1239
DATA	22/08/92
Nº de ordem	1242
DATA	25/08/92
Nº de ordem	1243
DATA	26/08/92
Nº de ordem	1244
DATA	27/08/92
Nº de ordem	1245
DATA	28/08/92
Nº de ordem	1246
DATA	29/08/92
Nº de ordem	1247
DATA	30/08/92
Nº de ordem	1248
DATA	31/08/92
Nº de ordem	1249
DATA	01/09/92
Nº de ordem	1250
DATA	02/09/92
Nº de ordem	1251
DATA	03/09/92
Nº de ordem	1316
DATA	07/11/92
Nº de ordem	1322
DATA	13/11/92
Nº de ordem	1337
DATA	28/11/92
Nº de ordem	1338
DATA	29/11/92
Nº de ordem	1382
DATA	12/01/93
Nº de ordem	1385
DATA	25/01/93
Nº de ordem	1577
DATA	26/07/93
Nº de ordem	1578
DATA	27/07/93
Nº de ordem	1579
DATA	28/07/93
Nº de ordem	1580
DATA	29/07/93
Nº de ordem	1581
DATA	30/07/93

Nº de ordem	1582
DATA	31/07/93
Nº de ordem	1678
DATA	04/11/93
Nº de ordem	1679
DATA	05/11/93
Nº de ordem	1687
DATA	13/11/93
Nº de ordem	1697
DATA	23/11/93
Nº de ordem	1700
DATA	26/11/93
Nº de ordem	1704
DATA	30/11/93
Nº de ordem	1707
DATA	03/12/93
Nº de ordem	1711
DATA	07/12/93
Nº de ordem	1721
DATA	17/12/93
Nº de ordem	1722
DATA	18/12/93
Nº de ordem	1723
DATA	19/12/93
Nº de ordem	1724
DATA	20/12/93
Nº de ordem	1725
DATA	21/12/93
Nº de ordem	1726
DATA	22/12/93
Nº de ordem	1727
DATA	23/12/93
Nº de ordem	1728
DATA	24/12/93
Nº de ordem	1729
DATA	25/12/93
Nº de ordem	1730
DATA	26/12/93
Nº de ordem	1731
DATA	27/12/93
Nº de ordem	1732
DATA	28/12/93
Nº de ordem	1742
DATA	07/01/94
Nº de ordem	1743
DATA	08/01/94
Nº de ordem	1749
DATA	14/01/94
Nº de ordem	1750
DATA	15/01/94
Nº de ordem	1752
DATA	17/01/94
Nº de ordem	1753
DATA	18/01/94
Nº de ordem	1754
DATA	19/01/94
Nº de ordem	1755
DATA	20/01/94
Nº de ordem	1756
DATA	21/01/94
Nº de ordem	1757
DATA	22/01/94
Nº de ordem	1758
DATA	23/01/94
Nº de ordem	1759
DATA	24/01/94
Nº de ordem	1760
DATA	25/01/94

Nº de ordem	1761
DATA	26/1/94
Nº de ordem	1762
DATA	27/1/94
Nº de ordem	1763
DATA	28/1/94
Nº de ordem	1764
DATA	29/1/94
Nº de ordem	1770
DATA	4/2/94
Nº de ordem	1771
DATA	5/2/94
Nº de ordem	1776
DATA	10/2/94
Nº de ordem	1777
DATA	11/2/94
Nº de ordem	1778
DATA	12/2/94
Nº de ordem	1780
DATA	14/2/94
Nº de ordem	1784
DATA	18/2/94
Nº de ordem	1785
DATA	19/2/94
Nº de ordem	1791
DATA	25/2/94
Nº de ordem	1792
DATA	26/2/94
Nº de ordem	1793
DATA	27/2/94
Nº de ordem	1794
DATA	28/2/94
Nº de ordem	1795
DATA	1/3/94
Nº de ordem	1798
DATA	4/3/94
Nº de ordem	1805
DATA	11/3/94
Nº de ordem	1806
DATA	12/3/94
Nº de ordem	2424
DATA	20/11/95
Nº de ordem	2455
DATA	21/12/95
Nº de ordem	2456
DATA	22/12/95
Nº de ordem	2457
DATA	23/12/95
Nº de ordem	2458
DATA	24/12/95
Nº de ordem	2459
DATA	25/12/95
Nº de ordem	2460
DATA	26/12/95
Nº de ordem	2461
DATA	27/12/95
Nº de ordem	2462
DATA	28/12/95
Nº de ordem	2463
DATA	29/12/95
Nº de ordem	2464
DATA	30/12/95
Nº de ordem	2465
DATA	31/12/95

**Anexo II - Erros detectados nos registros dos elementos climatológicos disponíveis nos Boletins do I.M.**

Nº de ordem	DATA	Sem rumo do vento
496	9/8/90	
497	10/8/90	
498	11/8/90	
499	12/8/90	
500	13/8/90	
501	14/8/90	
502	15/8/90	
503	16/8/90	
1157	1/6/92	
1549	28/6/93	

Nº de ordem	DATA	F(mm)
205	22/10/89	310
206	23/10/89	260
235	21/11/89	320
260	16/12/89	160
269	25/12/89	260
371	6/4/90	210
571	23/10/90	320
1048	12/2/92	160
1156	31/5/92	260
1343	4/12/92	190
1620	7/9/93	500
1650	7/10/93	210

Com registros de precipitação > 150mm/dia

**Anexo III - Sequências de 2, 3, 4, 5 ou mais de 6 dias com ocorrências de crises de asma em crianças com menos**

**10 anos**

**(Hospital de S. João entre 1 de Abril de 1989 a 31 de Dezembro de 1995)**

NT ASMA (2)	NT ASMA (3)	NT ASMA (4)	NT ASMA (5)	NT ASMA (6)																																					
JAN	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
FEB	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
MAR	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
ABR	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
MAY	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
JUN	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
JUL	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
AUG	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
SEP	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
OCT	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
NOV	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
DEC	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31

Ocorrências entre 3 e 4																	
Acidez	CSB	39	22	6	26	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Acidez	ELP	8	8	1	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Acidez	TORR	2	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Acidez	MAT																
Acidez	ENG#																
Acidez	FORM																
Acidez	CALEG																
Acidez	CSB																
Fum	Negros						0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fum	ELP						0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fum	Negros						0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CO-	ENG#																
CO-	FORM																
CO-	CALEG																
NO2-	ENG#																
NO2-	FORM																
NO2-	CALEG																
PB-	ENG#																
PB-	FORM																
SO2	> 100 ug/m3	89	22	6	26	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SO2	> 150 ug/m3	8	8	1	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SO2	> 200 ug/m3	2	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FN	> 100 ug/m3																
FN	> 150 ug/m3																
FN	> 200 ug/m3																
NO2	50 ug/m3																
NO2	135 ug/m3																
CO	1000 ug/m3																
CO	4000 ug/m3																
Pb	2 ug/m3																

Ocorrências entre 5 e 9																	
Acidez	CSB	4	4	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Acidez	ELP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Acidez	TORR	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Acidez	MAT																
Acidez	ENG#																
Acidez	FORM																
Acidez	CALEG																
Acidez	CSB																
Fum	Negros						0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fum	ELP						0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fum	Negros						0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CO-	ENG#																
CO-	FORM																
CO-	CALEG																
NO2-	ENG#																
NO2-	FORM																
NO2-	CALEG																
PB-	ENG#																
PB-	FORM																
SO2	> 100 ug/m3	4	4	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SO2	> 150 ug/m3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SO2	> 200 ug/m3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FN	> 100 ug/m3																
FN	> 150 ug/m3																
FN	> 200 ug/m3																
NO2	50 ug/m3																
NO2	135 ug/m3																
CO	1000 ug/m3																
CO	4000 ug/m3																
Pb	2 ug/m3																

Anexo IV - Degradação da qualidade do ar nos dias em que houve entre 3 e 4 e entre 5 e 9 ocorrências com crise de asma

Nº Ocorrências	SM, SM, A	295	N (11%)	28,3	11,6
	SM, SM, A Sup	39	N (21%)	60,5	38,4
	A (> D)				
	< D				

Máximo		Máximo											Mínimo																		
Nº Ocorrências	T.C.	Precepção	Amn.	Vel.Vento	CSB	ELP	Adiez TORR	Adiez MAT	Adiez ENQ	Adiez FORM	Adiez CALB	Adiez CSB	Rum Negros ELP	Rum Negros MAT	CO-ENG	CO-FORM	CO-FORM CALB	NO-ENG	NO-ENG CALB	NO-FORM	NO-FORM CALB	NO-ENG	NO-ENG CALB	NO-FORM	NO-FORM CALB	NO-ENG	NO-ENG CALB	NO-FORM	NO-FORM CALB		
39	0	1002,7	0	11	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1679	8435	112	12	24	47	5	4	14	22	22	28	17	0,54	0,3	
265	0	994,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,15	0,086
237	4	2327	880	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,03	0,03

Máximo		Máximo											Mínimo																	
Nº Ocorrências	T.C.	Precep	Amn.	Vel.Vento	CSB	ELP	Adiez TORR	Adiez MAT	Adiez ENQ	Adiez FORM	Adiez CALB	Adiez CSB	Rum Negros ELP	Rum Negros MAT	CO-ENG	CO-FORM	CO-FORM CALB	NO-ENG	NO-ENG CALB	NO-FORM	NO-FORM CALB	NO-ENG	NO-ENG CALB	NO-FORM	NO-FORM CALB	NO-ENG	NO-ENG CALB	NO-FORM	NO-FORM CALB	
39	50	1038,4	19	194	137	137	97	115	98,7	8,5	44,8	43	47	77	13989	3560	6372	188	188	190	338	110	64	64	66	66	66	0,56	0,3	
265	32	1047,9	33	282	209	180	270,8	234,4	19,1	74,6	62	91	81	47624	15114	6158	677	290	516	184	94	110	0,96	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58
237	34	140	1063	29	300	300,3	215	341,2	357,7	124,8	138,8	66	91	95	43624	17633	8842	6024	519	888	221	344	344	344	344	344	344	1,31	0,91	

Máximo		Máximo											Mínimo																	
Nº Ocorrências	T.C.	Precepção	Amn.	Vel.Vento	CSB	ELP	Adiez TORR	Adiez MAT	Adiez ENQ	Adiez FORM	Adiez CALB	Adiez CSB	Rum Negros ELP	Rum Negros MAT	CO-ENG	CO-FORM	CO-FORM CALB	NO-ENG	NO-ENG CALB	NO-FORM	NO-FORM CALB	NO-ENG	NO-ENG CALB	NO-FORM	NO-FORM CALB	NO-ENG	NO-ENG CALB	NO-FORM	NO-FORM CALB	
39	16,3	1021,9	7	75,9	70	99,3	97,7	23,7	3,6	15,7	19,6	21,6	26,5	6005,7	3492,5	952,6	73,8	103,6	140	35	45	36,3	0,55	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	
265	16,4	1019,3	7	82,7	65,5	54	79,7	31	7,3	19,5	15,8	18,6	21,4	6126,4	3148,8	889,6	144	80,1	107,7	80,1	107,7	80,1	44,7	0,517	0,248	0,248	0,248	0,248	0,248	0,248
237	17,5	1019,1	8	78,7	82,7	48,2	74,4	26,8	10,1	20,3	15,4	18,2	19,9	4992,6	2595	967,9	142,5	56,9	123,9	78,3	44,8	55,4	44,8	44,8	44,8	44,8	44,8	44,8	44,8	44,8

mais de 5 ocorrências com asma

Anexo V - Valores médios, máximos e mínimos dos registos de concentrações de poluentes: (i) durante todo o período em análise (1 de Abril de 1989 a 31m de Dezembro de 1995); (ii) nos dias em que houve

Anexo VI - Valores médios de alguns elementos climatológicos e de concentração de poluentes para todo o período e para os 75 dias mais críticos:

Nº Ocorrências	Acidez CSB	Acidez ELP TOHR	Acidez MAT	Acidez ENG	Acidez FORM	Acidez CALEG	Fun Negros CSB	Fun Negros ELP	Fun Negros MAT	CO ENG	CO FORM	CO CALEG	NO ENG	NO FORM	NO CALEG	NO ENG	NO FORM	NO CALEG	NO ENG	NO FORM	do período	
																					75 dias	todo o período
75	794	62,9	48	74,4	26,8	101	203	14	15	16	4692,6	2595	967,9	142,5	56,9	123,9	79,3	44,9	55,4	0,477	0,227	
75		71,1	48		65	21,4	6,3	16,2	30	22	3646,2	1025,1	1074,6	103,9	87,1	173,2	64,7	37	35,1	0,607	0,247	

Nº Ocorrências	T <sup>c</sup>	Precip. Amm	Presão		Vento		
			Val D	Vel A	Sr. Sm	Sr. Sm	Sr. Sm
75	2227	175	3,9	1019,1	8	39%	81%

75 dias com um número de ocorrências superior a 8

75 dias com um número de ocorrências superior a 8

0 27

27

27