

Clima-Qualidade do Ar-Saúde: um nexa de causalidade (in)desejável para o Homem?¹

Ana Monteiro

Resumo:

Existem inúmeras evidências de degradação da qualidade de vida e de agravamento de algumas patologias do foro respiratório e alergológico provocadas pela *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.

Resume

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*.

¹ Este contributo insere-se no trabalho de investigação efectuado no âmbito do Projecto CLIAS, um projecto PRAXIS XXI (PRAXIS/PCSH/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 área.

"...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 convencer os cidadãos sobre a existência de nexos de causalidade entre o tipo e diversidade de impactes gerados pelos *modus vivendi* actuais e a Capacidade-Resistêcia-Adaptativa-Resiliência-Resistência-Resistência-Homen-s-.

Tanto as evidências emergentes ao nível do clima urbano como os inúmeros exemplos de ocorrência de dias com manifesta degradação da qualidade do ar (SO₂, fumos negros, NO_x, CO, CH, 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 qualificadamente;
 - vi) Reconhecer que a água, o ar, as plantas ou os animais não são exclusivamente 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 bio-geofísico) 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 impactes 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 impactes negativos, podem prosseguir e outro, que tem necessariamente de ser travado.

Ao planear 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 uso² 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

² 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), resultam de uma apreciação partilhada por actores de perfil diverso e com motivações variadas.

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 incontroável 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 ALER-GOLÓGICO E RESPIRATÓRIO³

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 SO₂ acima de 100/xg/m³, de 150/jLg/m³ e de 200/jbg/m³, 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 detectámos um aumento nos picos de poluição dos postos localizados no inte-

³ 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 Póster que apresentámos e discutimos na 5^a Conferência da Qualidade do Ambiente. Aveiro. 1996.

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.

Concluimos, nesse momento, que existiam inúmeras evidências de impactes 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.

<p>Relações de causalidade Homem-Clima</p> <ul style="list-style-type: none">i) <i>Modus vivendi</i> urbano - Ilha de calor urbano nocturnaii) 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 detectadas nos espaços urbanos é pacífico e consensual utilizar a compacidade do quarteirão, os materiais de construção, a ausência de espaços verdes ou a maior

área impermeabilizada como elementos explicativos das *nuanças* 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 substantivamente.

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.

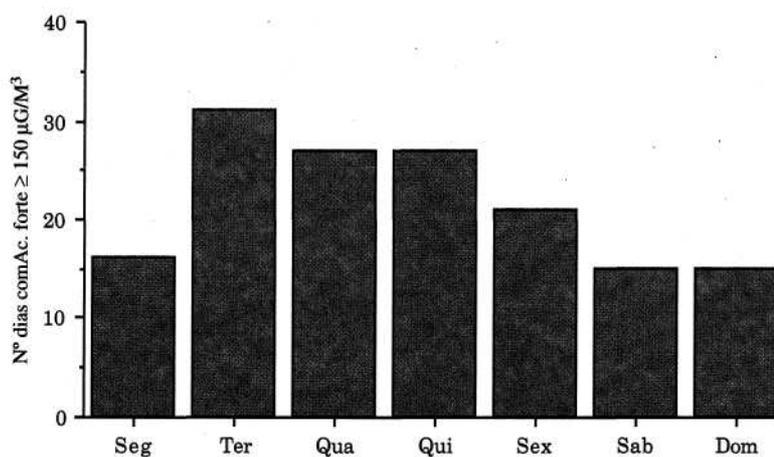


Fig. 4 - Número de dias com acidez forte > 150 µg/m³ em, pelo menos, um posto da rede de medição da qualidade do ar da DGQA-Porto, segundo o dia da semana, entre 1/4/87 a 31/3/91 (Monteiro, A., 1993)

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.

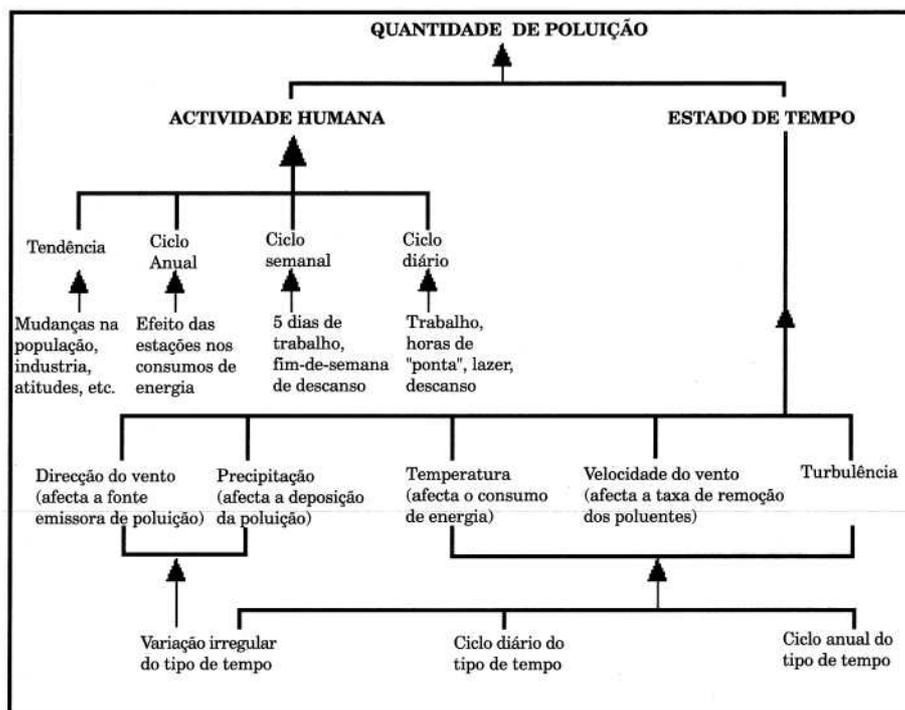


Fig. 5 - Algumas causas da variação da poluição atmosférica (adaptado de THOMPSON, 1978)

Esta estratégia espaçotemporal 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-poluição 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).

Gostaríamos 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 (LM.) 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 dias⁴ (de um total de 2465 dias), convém 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 errados⁵.

2.2.2. - Qualidade do Ar

Relativamente à qualidade do ar utilizámos os registos disponíveis de acidez forte, fumos negros, CO, NO, NO₂ 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)⁶.

* Destes 238 dias, 216 foram eliminados devido a lacunas de informação climatológica, em alguns casos porque o LM. 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.

⁴ 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.

⁶ 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 definitivamente⁷ e outras iniciaram a monitorização da qualidade do ar neste intervalo de tempo⁸.

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 I).

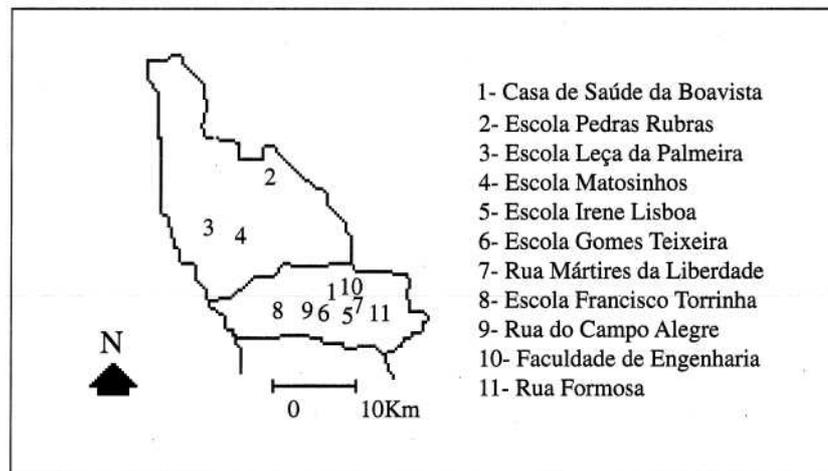


Fig.6 - Rede de registo da qualidade do ar na região portuense (DGA e DRARN).

⁷ Casa de Saúde da Boavista (AcCSB; FNCSB), Escola de Leça da Palmeira (AcELP; FNELP), Escola Francisco Torrinha (AcTORR; FnTORR), Escola de Matosinhos (AcMAT; FnMAT), Escola de Pedras Rubras (AcPR; FnPR), Escola Irene Lisboa (AcIlib; FnIlib), Escola Gomes Teixeira (AcGTe; FnGT), Rua Mártires da Liberdade (AcMLib; FNMLib) e Campo Alegre (AcCALEG; FnCALEG).

⁸ Em 1993 entrou em funcionamento a estação da Rua Formosa (RFOR).

Poluente	Intervalo de tempo	Valor-guia (ug/m ³)	Valor-limite (ug/m ³)
SO ₂	Média aritmética das valores horários	40-60	
	Média diária	100-150	
	Mediana das médias diárias durante um ano		100
	P98 das médias diárias durante um ano		250
CO	Média horária		40000
	Média de 8h consecutivas		10000
	Média de 24 horas	1000	
NO ₂	P50 das médias diárias durante um ano	50	
	P98 das médias diárias durante um ano	135	200
O ₃	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 vaoires-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 asma⁹ 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.

"...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 bucofaríngea. 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., *Pathology*, 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 indivíduo¹⁰. Decidimos, então, utilizar, na nossa análise, apenas os indivíduos com menos de 10 anos que recorreram à urgência do Hospital de S. João (Porto)¹¹, cujo diagnóstico registado foi o de: crise asmática (Fig. 7).

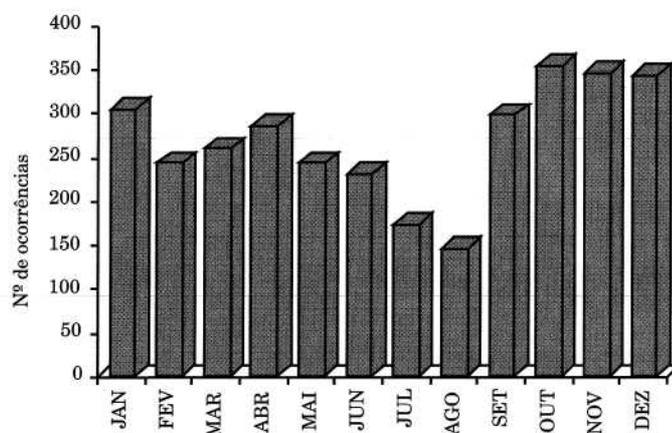


Fig. 7 - Número de internamentos de crianças, com menos de 10 anos, no Hospital de S. João (Porto), diagnosticadas com crise asmática, entre 1 Abril de 1989 e 31 de Dezembro de 1995¹².

¹⁰ O tabagismo, por exemplo, condiciona, determinadamente, 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.

¹¹ 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.

¹² Entre 1 de Abril de 1989 e 31 de Dezembro de 1995 foram internadas no Hospital de S. João, com crises asmáticas, 3224 crianças com menos de 10 anos.

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 estacionai 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 morbilidade 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 emv^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 n^Q 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, inclusive, vulgar encontrar grupos de 6 ou mais dias seguidos, com registos entre 0 e 2 (Quadro II).

Duração da sequência	Nº de casos por dia		
	0-2	3-4	5-9
2 dias consecutivos	27	29	3
3 dias consecutivos	32	6	0
4 dias consecutivos	25	3	0
5 dias consecutivos	15	0	0
6 dias ou mais consecutivos	88	0	0

Quadro II - Frequência de ocorrência de sequências com duração entre 2 e mais de 6 dias com 0 a 2, 3 a 4 e mais de 5 internamentos por dia.

Face às características desta distribuição de frequência, concluímos que a busca de eventuais relações entre a conjuntura climatológica, a qualidade do ar e o agravamento das crises de asma, obriga a considerar, apenas, o conjunto de dias cuja frequência de ocorrência de internamentos seja considerada extraordinária.

A existir alguma evidência de causalidade Clima-Qualidade do ar-Saúde, só surgirá se eliminarmos os registos "normais" geradores de "ruído" e inibidores do aparecimento dos momentos verdadeiramente extraordinários.

Só nesses dias ou grupo de dias, será possível investigar testemunhos da importância da qualidade do ar e de determinadas combinações climatológicas para o desencadear de um agravamento desta patologia num número elevado de indivíduos em simultâneo.

Da análise efectuada podem considerar-se, por exemplo, como dias extraordinários:

- i) entre 3 a 4 ocorrências/dia;
- ii) mais de 5 ocorrências/dia;
- iii) 2 dias consecutivos com mais de 5 internamentos/dia;
- iv) 3 dias consecutivos com 3 a 4 ocorrências/dia;
- v) 4 dias consecutivos com 3 a 4 ocorrências/dia;
- vi) sequências de 2 a 5 dias em que o total de ocorrências perfaz 8 casos.

Qualquer destes seis (6) critérios de desagregação da distribuição de frequência inicial, gera uma série descontínua de registos cujo tratamento estatístico, que adiante se efectuará, contribuirá para definir, no caso específico desta patologia e desta população, as características de uma sequência crítica.

2.3. Degradação da qualidade do ar nos períodos de agravamento das crises asmáticas

Quer consideremos como extraordinários os dias em que ocorreram ao Hospital de S. João, 3 a 4 crianças ou 5 a 9 crianças com asma por dia, verifi-

ca-se que o agravamento desta patologia para um maior número de crianças coincidiu com alguns dos dias mais poluídos na área portuense (Anexo IV).

Apesar do ritmo estacionai, típico nesta patologia, existe algum paralelismo entre o número de internamentos e a ocorrência de dias em que os valores-guia de SO₂, NO₂ e NO foram ultrapassados (Fig. 8, 9 e 10).

Este paralelismo é sobretudo visível entre o ritmo de degradação da qualidade do ar dos postos localizados no centro da cidade e os momentos mais críticos no que respeita ao agravamento das crises asmáticas.

Recorde-se que os postos de monitorização da qualidade do ar da CGA/DRARN têm picos de poluição em diferentes épocas do ano (Monteiro, A., 1993). Os do centro da cidade têm maior número de dias com concentrações de poluentes acima dos respectivos valores-guia, entre Dezembro e Março, enquanto os postos a.NW do limite administrativo do Porto têm um maior número de dias poluídos entre Maio e Outubro (Fig. 8, 9 e 10).

Esta distribuição dos dias mais poluídos em épocas do ano diversas, levou-nos, em investigações anteriores (Monteiro, A., 1993), a deduzir que revelam os efeitos de fontes emissoras diferentes, uma vez que a circulação do ar e os tipos de tempo típicos entre Dezembro e Março e, entre Maio e Outubro, são, na região portuense, muito diferentes (Fig. 8, 9 e 10).

Se reorganizarmos a nossa base de dados inicial¹³ de modo a possibilitar uma comparação entre os valores médios, máximos e mínimos registados em cada uma das estações de monitorização da qualidade do ar no Porto consoante a afluência de crises asmáticas ao Hospital de S. João¹⁴, constata-se que, tanto os dias em que o número de crises asmáticas/dia foi superior a 5 como naqueles em que foi de 3 a 4 casos/dia corresponderam a dias em que a média das concentrações atmosféricas de acidez forte, fumos negros, CO, NO, NO₂, em alguns dos postos, foi ligeiramente superior à da totalidade do período (Anexo V e VI)¹⁵.

No entanto, se compararmos os valores máximos de concentração de qualquer dos poluentes, ao longo de todo o período analisado (entre 1 Abril de 1989 e 31 de Dezembro de 1995), constatámos que nunca coincidiram com os dias particularmente críticos, no que respeita ao agravamento de crises de asma (Anexo V e VI).

13 Constituída pelos registos diários, entre 1 de Abril de 1989 e 31 de Dezembro de 1995, de internamentos com crise asmática, elementos climatológicos em Porto-Pedras Rubras e concentração de poluentes na rede da DRARN.

14 Subdividimos a base de dados inicial em 4 grupos: i) os registos de todo o período (2227 dias); ii) apenas os registos dos dias em que se verificaram 3 ou 4 internamentos/dia (265 dias); iii) apenas os registos dos dias em que se registaram 5 a 9 internamentos/dia (39 dias); iv) sequências de 2 a 5 dias cujo total de internamentos perfaz 8 casos.

15 Convém recordar que estamos a comparar valores médios de séries de dimensão muito diversa e, no que diz respeito à qualidade do ar, com um número elevado de lacunas, pelo que as comparações têm apenas a virtude e legitimidade de nos apontar o sentido de outras possíveis incursões estatísticas.

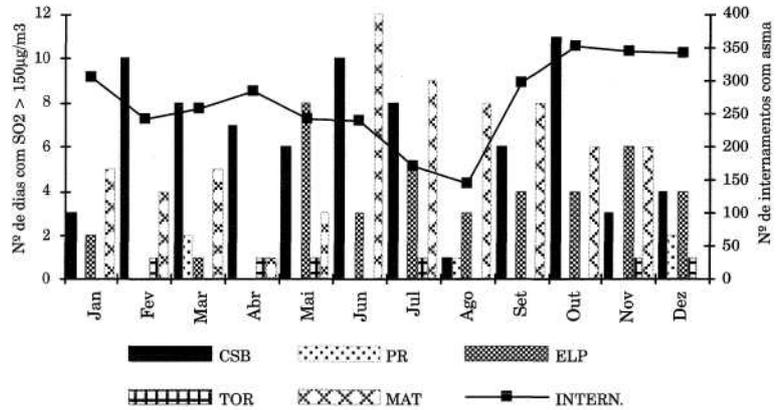


Fig. 8 - Nº de internamentos de crianças com crises asmáticas e nº de dias em que a concentração de SO2 foi superior a 150 ug/m3 em algumas estações da rede de monitorização da qualidade do ar portuense

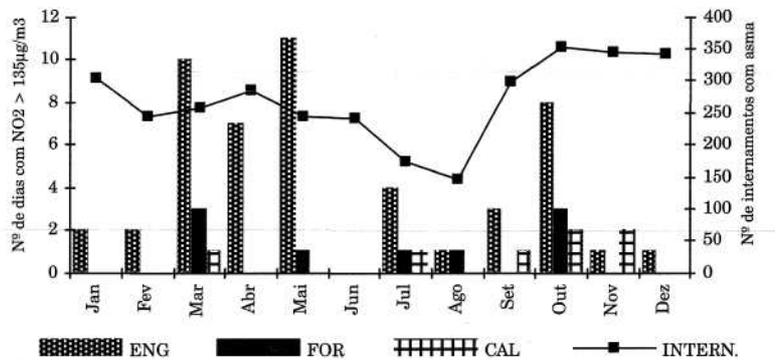


Fig. 9 - Nº de internamentos de crianças com crises asmáticas e nº de dias em que a concentração de NO2 foi superior a 135 ug/m3 em algumas estações da rede de monitorização da qualidade do ar portuense

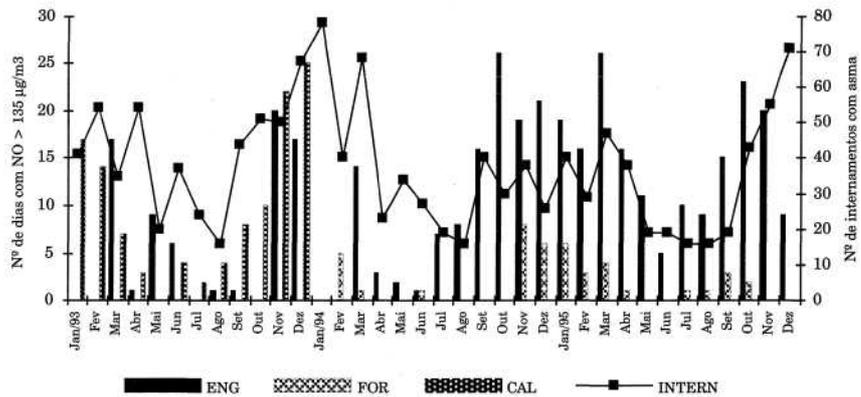


Fig. 10 - Nº de internamentos de crianças com crises asmáticas e nº de dias em que a concentração de NO foi superior a 135 ug/m3 em algumas estações da rede de monitorização da qualidade do ar portuense

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

A 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 anticiclónica (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 sequências críticas¹⁶, ao longo do período 1989-95, permitiu-nos concluir que:

i) as sequências 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 sequências 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 sequências críticas em nenhum mês do ano;

v) o mês de Junho de 1989, foi o único mês de Verão em que se verificaram sequências críticas¹⁷.

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 sequências críticas verdadeiramente extraordinárias e agravadas pelas condições climatológicas e

1" 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.

1*7 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 velocidade média mensal do vento mais elevada.

Clima-Qualidade do Ar-Saúde: um nexa de causalidade (in)de desejável para o Homem?

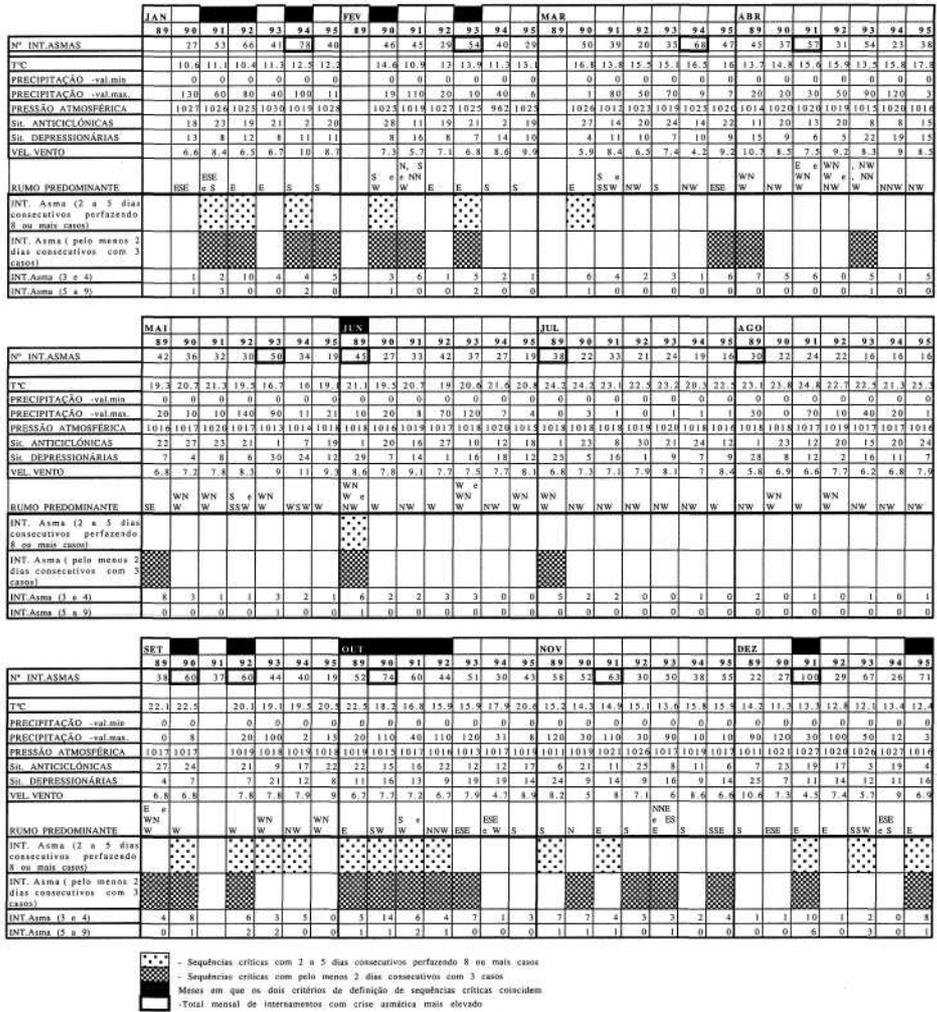


Fig. 11 - Número mensal de ocorrências de internamentos de crianças com menos de 10 anos com crises de asma no HSJ, valores médios mensais de alguns elementos climáticos para o período em análise (entre 1 de Abril de 1989 e 31 de Dezembro de 1995)

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 perfez pelo menos 8 casos (Fig. 11 e Anexo VI).

2.5. Relações de dependência Clima-Qualidade do Ar-Sequências 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 sequências), em que a ocorrência ao Hospital de S. João foi deveras estranha para se tratar de um mero acaso (Fig. 12).

Tratam-se de sequências 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) sequências críticas coincidiram, quase sempre, com dias em que não ocorreu precipitação pelo menos nos seis (6) dias anteriores ao início da sequência de internamentos¹⁸.

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 sinóticas em altitude e à superfície durante todo o período (1989-1995) e nos dias das dezasseis (16) sequências 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 anticiclónico¹⁹ (Fig. 13 a 16).

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

19 Especialmente nos dias em presença de situações do tipo:: anticiclone atlântico misto (30), anticiclone atlântico misto estendido pela Europa (32) e margens anticiclónicas (38).

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.

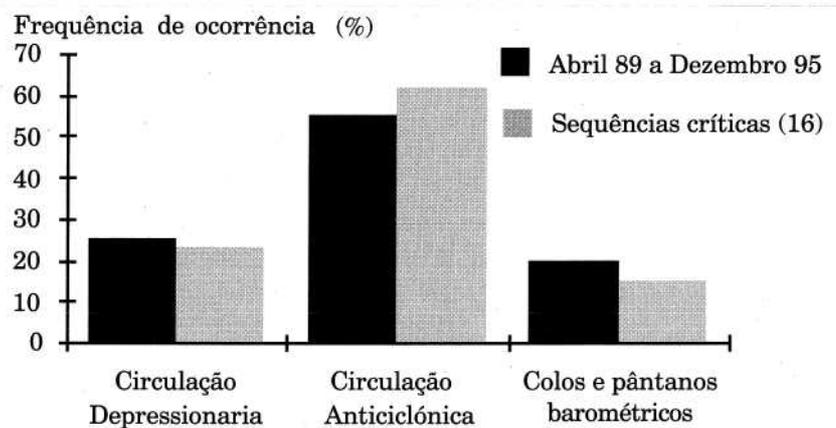


Fig. 14 - Frequência de ocorrência de cada um dos tipos de situações sinópticas em altitude durante todo o período (1989-1995) e nos dias das dezasseis (16) sequências críticas.

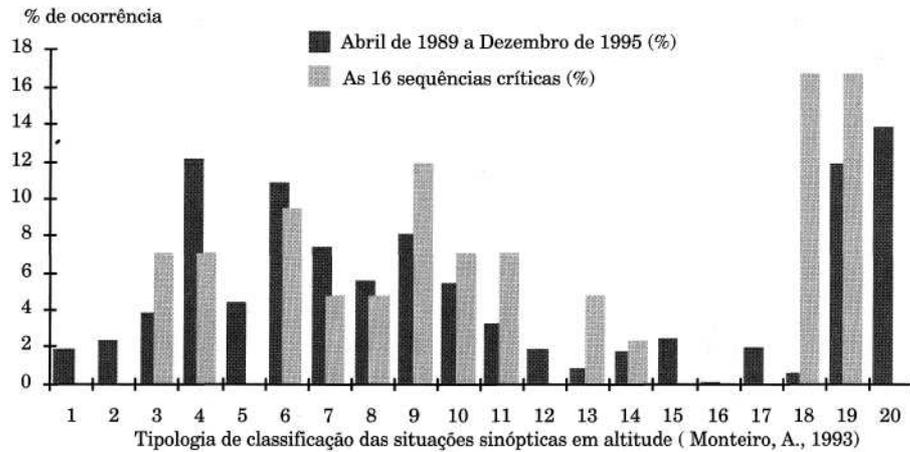


Fig. 15 - Frequência de ocorrência de cada um dos tipos de situações sinópticas em altitude durante todo o período (1989-1995) e nos dias das dezasseis (16) sequências críticas.

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

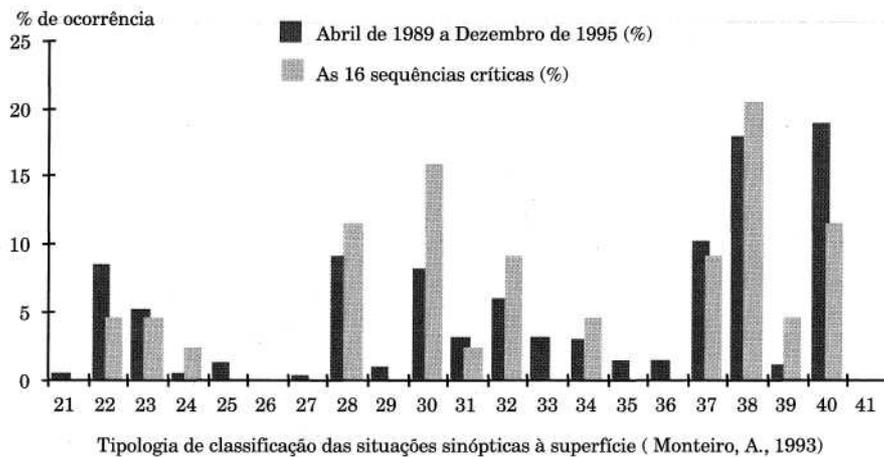


Fig. 16 - Frequência de ocorrência de cada um dos tipos de situações sinópticas à superfície durante todo o período (1989-1995) e nos dias das dezasseis (16) sequências críticas.

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 SO₂, de NO e de NO₂ (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 atmosférica²⁰, todos os poluentes incorporados no ar, manter-se-ão, em doma, sobre a "baixa" e sobre a metade ocidental do Porto (Fig. 17).

E 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 inspirado²¹, parece óbvio que estamos perante um importante nexos 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 bucofaríngea, preparar o caminho para a invasão de microrganismos e desencadear uma crise asmática.

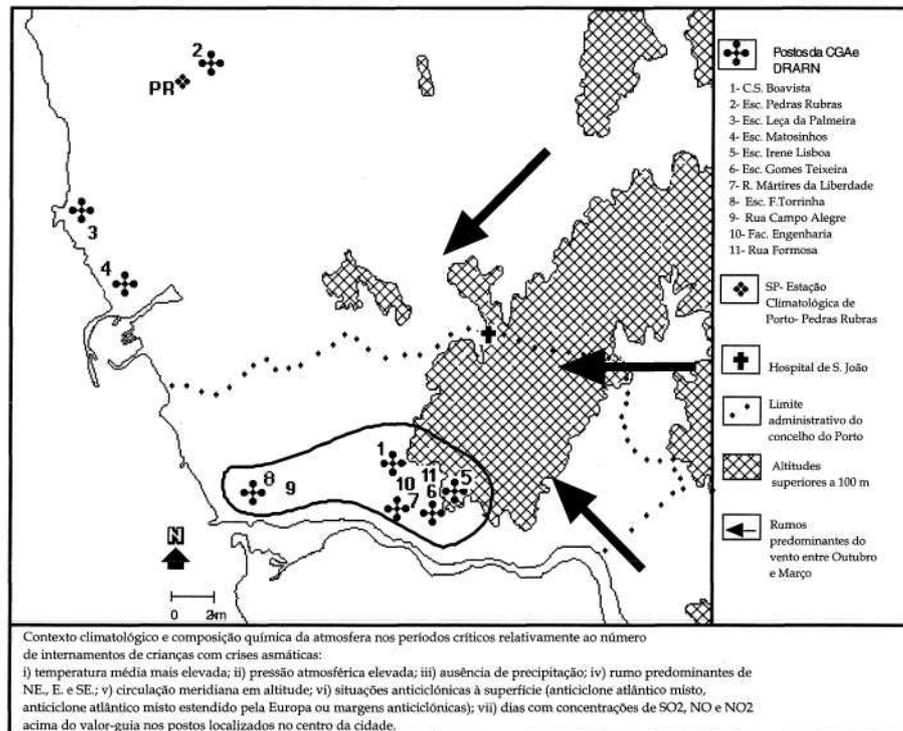


Fig. 17 - Contexto climatológico e qualidade do ar na cidade do Porto nos dias em que se agravaram algumas patologias do foro respiratório e alergológico (1989-95).

3. Alguns motivos de reflexão sobre a(s) vulnerabilidade(s) do Ecosistema 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 atmo-

férica mais elevadas do que a média da totalidade do período e, nos dias subsequentes 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 postos 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 Ecossistema 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 Ecossistema.

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 ai., "Analysis of the impact on air quality of motor vehicle traffic in the Milan urban area", *Atmospheric Environment*, vol.25-B, nº3, 1991, p.415-428. BATTERMAN, S.A., "Optimal estimators for ambient air quality levels", *Atmospheric Environment*, Part A, vol 26- A, Nº1, 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, nº9, 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.E., *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. CG.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 áreas: lessons for global climate change", *Bulletin of the American Meteorological Society*, vol.73, May 92, p.619-627.
- DOUGLAS, L, *The urban environment*, Edward Arnold, London, 1983.
- ELSOM, 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, nº 6, Nov/Dec 92, p. 577-588. HOLDGATE, M.W., *A perspective of environmental pollution*, Cambridge University Press, Cambridge, 1980.
- HOUGH, MICHAEL, *Cityform 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. LÓPEZ GÓMEZ, A. , et ai., *El clima urbano de Madrid : Ia islã de calor*,

- Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid, 1991.
- McBURNAY, 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 Ibérico 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.y 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.y Porto, 1989, p.257-294.
- MONTEIRO, A., "O Porto e os portugueses 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 Vair*, *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, FLUR Porto, Outubro de 1993, 436 p., polic.
- MONTEIRO, A., "Est-ce qu'il y a des raisons suffisantes pour parler d'un ilot 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 impactes 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.191a201.
- MONTEIRO, A., "A Climatologia como componente essencial no diagnóstico e na avaliação dos impactes 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*, 2^ªed..
- OLGYAY, VICTOR, *Design with climate : bioclimatic approach to architectural regionalism*, Van Nostrand Reinhold, New York, 1992. RAMOS, C, *Tipos de anticiclones e ritmo climático de Portugal*, CEG, rei n^o25, 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.n^o13, 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., QUEIRÓS, M., "Influência do dióxido de enxofre atmosférico e variáveis meteorológicas na asma de crianças da região do Porto", *Cadernos de Imuno-Alergologia Pediátrica*, n^o1, 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	DATA										
5	05/04/89	858	06/08/91	972	28/11/91	1582	31/07/93	1761	26/11/94	2292	11/7/95
32	02/05/89	859	07/08/91	979	05/12/91	1678	04/11/93	1762	27/1/94	2293	12/7/95
33	03/05/89	884	01/09/91	1007	02/01/92	1679	05/11/93	1763	28/1/94	2294	13/7/95
76	15/06/89	885	02/09/91	1054	18/02/92	1686	12/11/93	1764	29/1/94	2295	14/7/95
99	08/07/89	886	03/09/91	1099	04/04/92	1687	13/11/93	1770	4/2/94	2296	15/7/95
105	14/07/89	887	04/09/91	1105	10/04/92	1697	23/11/93	1771	5/2/94	2297	16/7/95
117	26/07/89	888	05/09/91	1123	28/04/92	1700	26/11/93	1776	10/2/94	2298	17/7/95
119	28/07/89	889	06/09/91	1124	29/04/92	1704	30/11/93	1777	11/2/94	2299	18/7/95
120	29/07/89	890	07/09/91	1126	01/05/92	1707	03/12/93	1778	12/2/94	2300	19/7/95
125	03/08/89	891	08/09/91	1134	09/05/92	1711	07/12/93	1780	14/2/94	2301	20/7/95
126	04/08/89	892	09/09/91	1135	10/05/92	1714	10/12/93	1784	18/2/94	2415	11/11/95
333	27/02/90	893	10/09/91	1147	22/05/92	1715	11/12/93	1785	19/2/94	2416	12/11/95
366	01/04/90	894	11/09/91	1169	13/06/92	1721	17/12/93	1791	25/2/94	2417	13/11/95
439	13/06/90	895	12/09/91	1186	30/06/92	1722	18/12/93	1792	26/2/94	2418	14/11/95
443	17/06/90	896	13/09/91	1238	21/08/92	1723	19/12/93	1793	27/2/94	2419	15/11/95
465	09/07/90	897	14/09/91	1239	22/08/92	1724	20/12/93	1794	28/2/94	2420	16/11/95
467	11/07/90	898	15/09/91	1242	25/08/92	1725	21/12/93	1795	1/3/94	2421	17/11/95
622	13/12/90	899	16/09/91	1243	26/08/92	1726	22/12/93	1798	4/3/94	2422	18/11/95
699	28/02/91	900	17/09/91	1244	27/08/92	1727	23/12/93	1805	11/3/94	2423	19/11/95
700	01/03/91	901	18/09/91	1245	28/08/92	1728	24/12/93	1806	12/3/94	2424	20/11/95
701	02/03/91	902	19/09/91	1246	29/08/92	1729	25/12/93	1812	18/3/94	2455	21/12/95
702	03/03/91	903	20/09/91	1247	30/08/92	1730	26/12/93	1813	19/3/94	2456	22/12/95
703	04/03/91	904	21/09/91	1248	31/08/92	1731	27/12/93	1819	25/3/94	2457	23/12/95
726	27/03/91	905	22/09/91	1249	01/09/92	1732	28/12/93	1825	31/3/94	2458	24/12/95
845	24/07/91	906	23/09/91	1250	02/09/92	1742	07/01/94	1841	16/4/94	2459	25/12/95
847	26/07/91	907	24/09/91	1251	03/09/92	1743	08/01/94	1849	24/4/94	2460	26/12/95
848	27/07/91	908	25/09/91	1316	07/11/92	1749	14/01/94	1977	30/8/94	2461	27/12/95
849	28/07/91	909	26/09/91	1322	13/11/92	1750	15/01/94	2060	21/11/94	2462	28/12/95
850	29/07/91	910	27/09/91	1337	28/11/92	1752	17/01/94	2061	22/11/94	2463	29/12/95
851	30/07/91	911	28/09/91	1338	29/11/92	1753	18/01/94	2062	23/11/94	2464	30/12/95
852	31/07/91	913	30/09/91	1382	12/01/93	1754	19/01/94	2063	24/11/94	2465	31/12/95
853	01/08/91	914	01/10/91	1395	25/01/93	1755	20/01/94	2064	25/11/94		
854	02/08/91	915	02/10/91	1377	26/07/93	1756	21/01/94	2065	26/11/94		
855	03/08/91	965	11/11/91	1578	27/07/93	1757	22/01/94	2066	27/11/94		
856	04/08/91	965	21/11/91	1579	28/07/93	1758	23/01/94	2067	28/11/94		
857	05/08/91	966	22/11/91	1560	29/07/93	1759	24/01/94	2068	29/11/94		
858	06/08/91	969	25/11/91	1581	30/07/93	1760	25/01/94	2069	30/11/94		

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	Acidez TORRE	Acidez MAT	Acidez ENG ⁸	Acidez FORM	Acidez CALLEG	Fum. Negro CSB	Fum. Negro ELP	Fum. Negro MAT	CO-ENG ⁸	CO-FORM	CO-CALLEG	NO-ENG ⁸	NO-FORM	NO-CALLEG	NO2-ENG ⁸	NO2-FORM	NO2-CALLEG	PP-ENG ⁸	PP-FORM
2227	78.4	82.9	48	74.4	36.8	10.1	50.3	1.4	15	16	4922.6	2595	367.9	145.5	56.9	123.9	79.3	44.9	55.4	0.477	0.227
Sequências de 2 a 5 dias com um total de internamentos superior a 8																					
75	67	71.1	48	65	21.4	6.3	16.2	20	22	28	5646.2	1695.1	1074.6	103.9	87.1	173.2	64.7	37	35.1	0.807	0.247

Nº Ocorrências	T°C	Precip.	Pressão		Vel. Vento	D	SIL	SIL	SIL	SIL
			Bar.	mm						
2227	17.5	3.9	1019.1	8	39%	61%				
Sequências de 2 a 5 dias com um total de internamentos superior a 6										
75	16.7	4.1	1021.4	7	40%	60%				