

# A POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA NO PORTO: UMA HISTÓRIA POR CONTAR

Ana Monteiro\*

## I. INTRODUÇÃO

A Geografia ocupa, actualmente, um espaço insubstituível no quadro das disciplinas que podem contribuir para imaginar e implementar teias territoriais urbanas sustentáveis (Fig.1 e 2).

Desde sempre existiu no seu objecto uma preocupação, igualmente repartida, com os Lugares e com os Homens (Fig.1).

A promoção de sustentabilidade em espaços urbanizados, implica uma abordagem sistémica do contexto geográfico em que, a ponderação das necessidades de satisfação das expectativas de qualidade de vida dos cidadãos, seja idêntica à dos limites de recuperação dos subecossistemas presentes (Fig. 2).

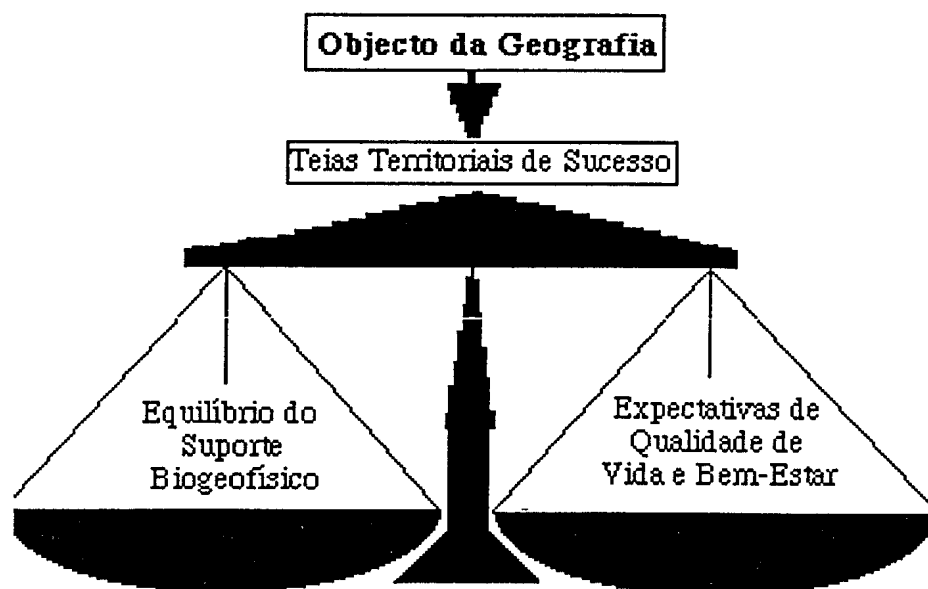


Fig.1 - Actualidade do objecto da Geografia para a construção de teias territoriais de sucesso

A qualidade de vida é um atributo relativo e referenciado aos modelos de vida de cada época. Os *sacrifícios* que cada um de nós está disposto a efectuar, dependem da capacidade de nos convenceremos que os benefícios compensam, que a probabilidade de apreciarmos esses benefícios é elevada e que as vantagens vão ser sentidas na nossa geração.

\* Licenciatura em Geografia - FLUP. [clias.clc@mail.telepc.pt](mailto:clias.clc@mail.telepc.pt). Professora Auxiliar da Faculdade de Letras da Universidade do Porto. Especialização em Estudos de Impacte Ambiental, promovida pela Universidade de Aberdeen, Escócia, Reino Unido. Doutoramento em Geografia Física, pela Faculdade de Letras da Universidade do Porto.

O(s) projectista(s) de **teias territoriais urbanas de sucesso** enfrenta(m), portanto, um problema com várias incógnitas, cujo resultado depende da habilidade para encontrar soluções que sirvam em simultâneo os cidadãos e o suporte biogeofísico. Para prosseguir com este objectivo necessita de avaliar:

- i) as potencialidades e os constrangimentos de cada componente do Ecossistema;
- ii) as aspirações de qualidade de vida e bem-estar de cada nicho social presente;
- iii) a valorização e a importância que a sociedade atribui aos outros elementos do Ecossistema.

No caso do suporte biogeofísico, a equipa de planeamento encontrará, na maior parte dos casos, organizações *caóticas*. Significa isto, que são sistemas passíveis de serem compreendidos e descritos à *posteriori*, mas absolutamente imprevisíveis. Os sistemas *caóticos*, corporizam uma ordem invisível comparável, segundo alguns defensores desta teoria, a um complexo *mobile*, cujas sonoridades e movimentos são infinitamente diversas (Fig. 2).

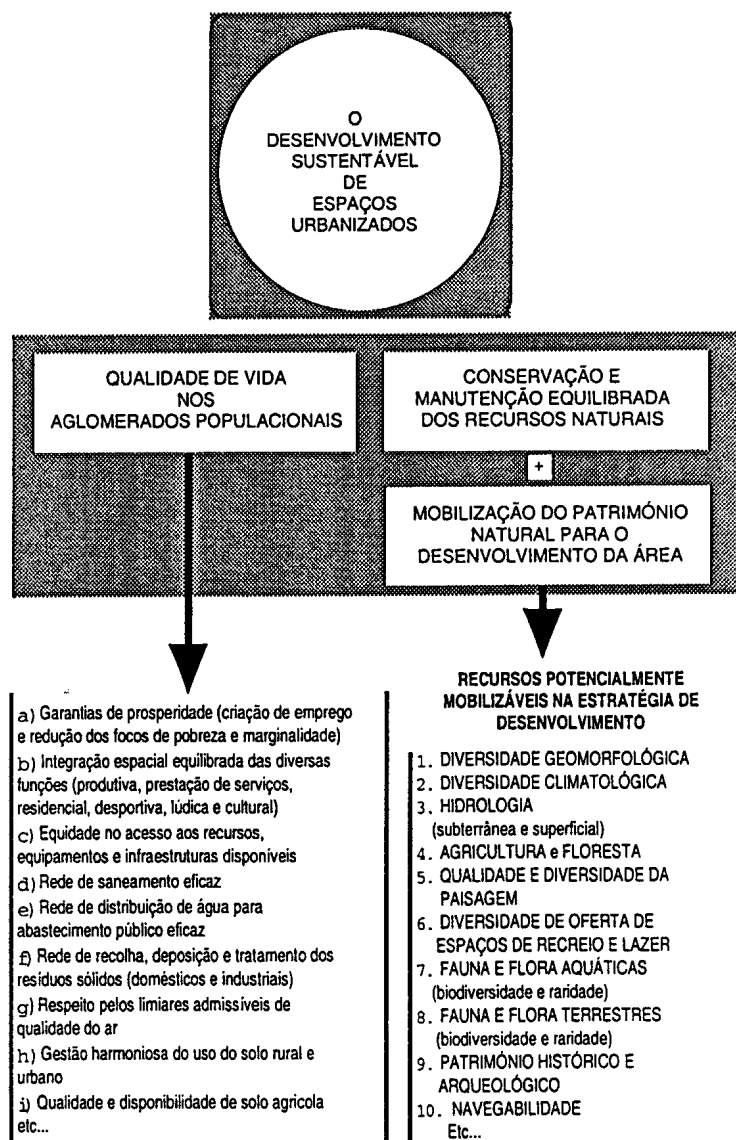


Fig. 2 - Componentes do modelo de desenvolvimento sustentável de espaços urbanizados

Neste tipo de modelos de funcionamento, a reunião de mais informação e conhecimento, sobre cada peça do *puzzle*, não significa, necessariamente, um incremento na capacidade de antecipação das reacções. O princípio da *Incerteza* funciona aqui em pleno.

A avaliação dos recursos naturais mobilizáveis para a estratégia de desenvolvimento (Fig.2), fragiliza-se e pode até verificar-se desadequada pelo cariz caótico de funcionamento de cada componente do suporte biogeofísico. A incerteza das respostas do Ecossistema não se anulará nunca. O diagnóstico deve ser efectuado, mas só a monitorização permanente dos sucessivos estímulos-respostas, durante todo o tempo de implementação da estratégia, garante uma atenuação do risco de delapidação de recursos naturais.

A mobilização de recursos naturais (ar, água, solo), para a promoção do desenvolvimento em espaços urbanizados, implica a adopção de acções adaptativas, flexíveis e atentas aos sinais de cada subsistema.

No caso das expectativas de qualidade de vida e padrões de bem-estar, a equipa de planeamento encontrará um mosaico social complexo em constante mudança e fértil em conflitualidade (Fig.2).

A proliferação de atitudes, gostos e aspirações, que é necessário acomodar numa teia territorial urbana, é um desafio de harmonização impossível. Tanto mais, que as mudanças e a turbulência interna de cada grupo social, são cada vez mais rápidas e maiores (Fig.3).

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

Fig. 3 - Alguns critérios de avaliação da "qualidade" do ambiente urbano

A criação de organizações espaciais satisfatórias para os vários utentes urbanos, significa um esforço de antecipação, cuja probabilidade de êxito é à partida desconhecida.

A solução pode, no entanto, residir na transformação desta apetência social para a mudança, em alterações positivas de gosto e de atitude, relativamente aos recursos naturais, a partir da disponibilidade de certos tipos de espaço e de funções. Deste modo, poder-se-ia induzir os cidadãos a descobrir "motivos" para investir na natureza e a transformar. O que, inicialmente, seria lido como um sacrifício pode tornar-se num vantajoso benefício.

No caso da importância expressa pelos Homens relativamente aos outros elementos, a equipa de planeamento, confrontar-se-á com profundas diferenças no conhecimento e percepção do meio, na identificação dos "problemas", na avaliação do risco, etc.

A leitura e a interpretação de cada elemento do suporte biogeofísico, determina o valor e o interesse que lhe é atribuído (Fig. 4).

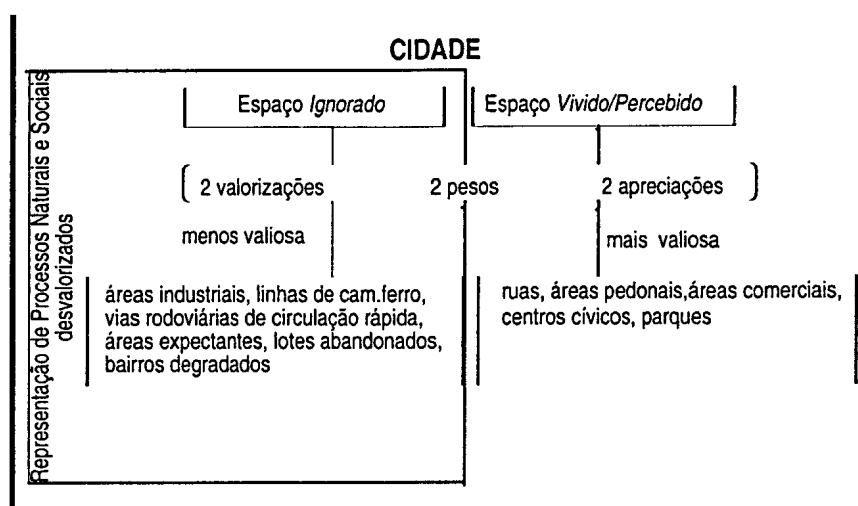


Fig. 4 - Registos (des)valorizados nos actuais modelos de organização espacial urbanos<sup>1</sup>.

O uso e a disponibilização de recursos naturais, dentro de qualquer espaço urbano, é quase sempre alvo de conflitualidade. O grau de desenvolvimento socio-económico, a facilidade de acesso à informação e a variedade de registos memorizados, contribuem para definir, com maior ou menor precisão, cenários de catástrofe ou de equilíbrio e harmonia. Cada grupo de cidadãos, tem um arquivo das experiências vividas/conhecidas e um lote de interesses a curto, médio e longo prazo, que concorre para (des)valorizar de modo muito diverso os outros elementos do Ecossistema.

O sucesso de uma qualquer teia territorial urbana não pode, por tudo o que até aqui se expôs, ser o **objectivo estratégico de gestão do ambiente urbano**. A complexidade e a incerteza intrínsecos a todas as peças deste tipo de puzzles, aconselha vivamente a experimentação do tipo "tentativa e erro", desde que<sup>2</sup>: i) a experiência não destrua o experimentador; ii) a experiência não provoque impactes irreversíveis; iii) o experimentador esteja receptivo a aprender com os erros.

O conhecimento do funcionamento caótico da maioria dos elementos presentes no meio urbano, aconselha formas de planeamento e gestão prolongadas no tempo. A aproximação ao sucesso deve ser uma intenção permanente, durante a monitorização do funcionamento do modelo implementado, mas não pode ser exigida como uma garantia.

<sup>1</sup> Esta figura representa a nossa interpretação de alguns trechos do livro de Michael Hough, "City form and natural process" Routledge, London, 1989.

<sup>2</sup> Como afirma Bruce Mitchell no seu livro "Resource and Environmental Management", Addison Wesley Longman, Edinburgh, 1997, p.134.

Apesar da incerteza implícita nos estímulos-respostas em sistemas caóticos, é óbvio que, a qualidade do conhecimento de cada elemento do Ecossistema Urbano, contribui para aprender mais com as experiências de gestão de expectativas de qualidade de vida e de uso equilibrado de recursos naturais. As acções/opções constituem sempre um risco de (in)sucesso, mas a efectiva avaliação do contributo de cada acção, depende do conhecimento de cada subsistema.

## II. A QUALIDADE DO AR, O CLIMA E A SAÚDE ENQUANTO INDICADORES DA SUSTENTABILIDADE DA ESTRATÉGIA DE DESENVOLVIMENTO ADOPTADA NA ÁREA METROPOLITANA DO PORTO

A Área Metropolitana do Porto (A.M.P.), evidencia vários sinais exteriores de **insustentabilidade**. Abundam os exemplos de ruptura, quer no tecido social, quer no suporte biogeofísico. A integração das decisões económicas, sociais e ambientais, não tem sido um hábito dos decisores, nem uma exigência da sociedade. A partilha de responsabilidades entre o crescente número de utentes desta extensa área urbanizada, não é respeitada, nem a sua necessidade compreendida pela maioria. Os exemplos de uso eficiente de recursos naturais escasseiam e o (des)ordenamento territorial plasma correctamente a ausência de introversão da ideia de que somos apenas o regaço passageiro do futuro e não os últimos e únicos utilizadores dos bens-natureza disponíveis.

É bem verdade, que os modelos de desenho urbano em voga no mundo ocidental, nas últimas décadas, contribuíram para nos omitir a importância do ar, da água ou do solo. A relação, estranha e conflituosa, entre as várias componentes do Ecossistema na A.M.P. não é, portanto, uma excepção. Plasma as atitudes e os argumentos de uma postura excessivamente tecnocêntrica de todos os ramos do saber.

O ar, quer no que respeita à sua composição química, quer no que toca aos contextos climatológicos gerados, foi-nos ocultado por um quotidiano efectuado, quase sempre, em ambientes interiores artificiais (edifícios, túneis, parqueamentos interiores, percursos rodoviários, etc.).

A água, raramente, é sentida ou observada. A da precipitação fica-se pelos telhados, onde é canalizada para o subsolo, por procedimentos de engenharia, cada vez mais, sofisticados e eficazes. A escorrência é evitada e quando ocorre, ainda que em curtos percursos, gera disfunções urbanas onerosas e indesejáveis. Os cursos de água estão, maioritariamente, canalizados e nos breves trechos visíveis, apresentam-se como um elemento desqualificador do espaço, pelo elevado grau de poluição.

O solo natural só emerge nos terrenos expectantes ou abandonados. De resto, o asfalto ou o macadame, invadiram todos os hiatos entre os espaços edificados. O seu valor (preço) passou a referenciar-se à localização e não mais às potencialidades de produção de vida.

O avanço sucessivo do modus vivendi urbano na A.M.P. acelerou-se, particularmente, a partir da década de 70 (Fig. 5)<sup>3</sup>, acompanhando, aliás, as tendências nacional e global (Quadro I). Este avanço de um modo de vida, implicou profundas alterações em todo o equilíbrio pré-existente. A cadeia trófica desorganizou-se, assistindo ao reforço de meios e instrumentos artificiais, potenciadores de privilégios para uma espécie, em detrimento de quase todas as outras.

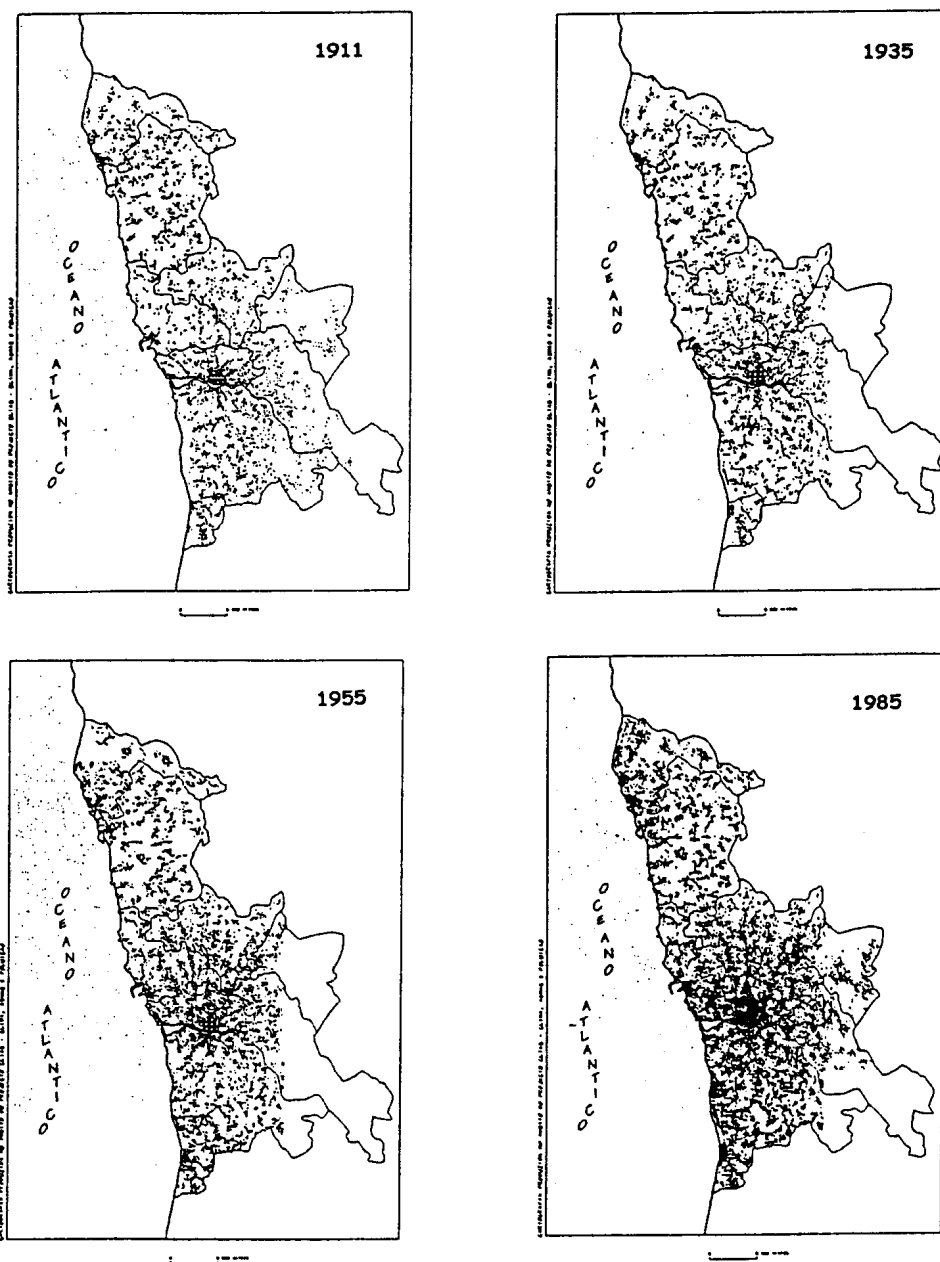


Fig. 5 - Evolução do espaço edificado na Área Metropolitana do Porto entre 1911 e 1985. (Estas cartas reproduzem uma versão reduzida da digitalização efectuada, no âmbito do Projecto CLIAS- Praxis XXI PCSH/GEO/198/96; das folhas 13-A, 9-A e 9-C, à escala 1:50 000, do Instituto Geográfico do Exército)

<sup>3</sup> Esta figura reproduz um levantamento e digitalização do espaço construído efectuada no âmbito do Projecto Praxis XXI PCSH/GEO/198/96, CLIAS. A digitalização foi efectuada a partir das cartas, à escala 1:50 000, n.ºs 13-A, 9-A e 9-C, do Instituto Geográfico do Exército, correspondentes aos anos 1911, 1935, 1955 e 1985.

O aumento da população residente na A.M.P. significa impactes de maior intensidade e magnitude do que os gerados exclusivamente pela ocupação de uma porção de terreno para residir. Traduz a disponibilidade de um vasto conjunto de outras funções: comércio, indústria, serviços, lazer e recreio, etc.. Para estabelecer a interligação entre todas estas funções urbanas, torna-se necessário aproximá-las, quer em distância-tempo, quer em distância-custo.

Quadro I - Evolução da população urbana (WRI/UNEP/WB, 1997)

	População Urbana (1000)			% Pop. Urbana			Taxa de Cresc. Urbano	Nº de cidades com mais de 750 000 hab	% de Dependentes	
	1975	1995	2025	1975	1995	2025	1990-95	1995	Urbano	Rural
Mundo	1 538 346	2 584 454	5 065 334	38	45	61	2,5	369		
Europa	453 668	535 052	597 660	67	74	83	0,6	79		
Portugal	2 515	3 496	5 374	28	36	55	1,1	1	30	34

A densificação e a diversidade da rede de comunicações, a utilização de maiores volumetrias no espaço construído, permitiu aproximar as pessoas e as actividades, mas afastou os lugares de produção de alimentos, de abastecimento de água, de fornecimento de energia, de extracção de materiais de construção, etc.

A aglomeração de pessoas, de actividades industriais e o aumento de tráfego rodoviário e ferroviário, criou fluxos adicionais de energia para a baixa troposfera e a emissão de um autêntico cocktail de gases e partículas para a atmosfera.

Apesar dos avanços tecnológicos permitirem aos Homens resguardarem-se cada vez melhor das hostilidades do meio, não tem sido (nem será!) possível evitar os inúmeros impactes negativos, directos e indirectos, gerados por este modelo de organização de pessoas e actividades no Ecosistema.

As manifestações de alteração climática, nomeadamente a ocorrência de alguns paroxismos, o agravamento de inúmeras patologias do foro respiratório, alergológico e respiratório, corporizam alguns dos melhores exemplos da inadaptação, do Homem e do Ecosistema que integra, a este assalto desenfreado aos recursos naturais protagonizado pelos processos de urbanização.

A qualidade do ar, o clima e a saúde são excelentes vértices de apreciação do complexo polígono relacional, cujo conhecimento e equilíbrio é imprescindível, na busca de modelos de organização de espaços urbanizados sustentáveis.

A ser verdade, esta relação de causalidade, deverão ser já evidentes na qualidade do ar, no clima e na saúde dos portuenses, os impactes gerados pelo aumento do número de utentes da A.M.P. e dos equipamentos, infraestruturas e actividades a eles associados (Fig. 4).

### III. A QUALIDADE DO AR NA ÁREA METROPOLITANA DO PORTO

#### 1. A REDE DE MONITORIZAÇÃO DA QUALIDADE DO AR NA A.M.P.

A elaboração da história da evolução da Qualidade do Ar na A.M.P. não é um propósito fácil de concretizar, já que a rede de registos, os procedimentos de medição, os compostos químicos gasosos medidos e até os organismos oficiais responsáveis pela monitorização da qualidade do ar, variaram substantivamente desde 1968<sup>4</sup>.

Actualmente, a monitorização da qualidade do ar da A.M.P. depende da Direcção Regional do Ambiente do Norte (D.R.A. Norte), tutelada pelo Ministério do Ambiente e dispõe:

- i) desde Janeiro de 1993, dos registos da estação automática, sediada na Faculdade de Engenharia (Fig. 6, nº10);
- ii) desde Janeiro de 1994, dos registos de mais duas estações automáticas, localizadas na Rua do Campo Alegre (Fig. 6, nº9) e na Rua Formosa (Fig. 6, nº11).

Embora o conjunto de poluentes atmosféricos monitorizados actualmente tenha sido consideravelmente alargado (SO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>x</sub>, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> e Pb), comparativamente com os parâmetros medidos na rede anterior (acidez forte expressa em dióxido de enxofre<sup>5</sup> e fumos negros), a representatividade da localização dos novos postos, a alteração do tipo de equipamento de medição e a inexistência de períodos comuns de registo nas duas redes, prejudicam a leitura e interpretação dos dados disponíveis ao longo dos últimos trinta anos (Fig.6).

---

<sup>4</sup> Na A.M.P., a primeira rede de medição da qualidade do ar foi da responsabilidade da Direcção Geral da Qualidade do Ar (D.G.Q.A./C.G.A.) e apenas registava informação relativa à acidez forte, expressa em dióxido de enxofre e fumos negros.

Esta rede, inicialmente criada pela Petrogal, foi sucessivamente adensada pelo Gabinete de Protecção do Ar, a cujos responsáveis, Eng<sup>o</sup> Fernando Vasconcelos, Eng<sup>a</sup> Isabel Vasconcelos e Professora Doutora Conceição Alvim, aproveitamos para agradecer a disponibilização de dados entre 1987 e 1991.

A partir de 1992, a tutela deste serviço público, passou para as Direcções Regionais do Ministério do Ambiente (DRARN/DRANorte). Desde então, contamos também com a total disponibilidade da informação registada, graças à autorização da responsável, Eng<sup>a</sup> Ana Paula Carneiro, que desde já agradecemos.

<sup>5</sup> A acidez forte foi o único elemento de análise, utilizado pela Comissão de Gestão do Ar da Área do Porto, para avaliar a concentração de SO<sub>2</sub> na atmosfera portuense até à entrada em funcionamento das estações automáticas da Faculdade de Engenharia, da Rua Formosa e do Campo Alegre (em 1993). Considerámos, portanto, para efeitos desta análise histórica, os valores-guia e limite estabelecidos na legislação nacional para o SO<sub>2</sub>, quer no período em que a avaliação era efectuada em acidez forte, quer quando passou a ser efectuada em concentração de SO<sub>2</sub>. Tanto mais que, neste último caso, apenas temos um curto período (4 anos) e apenas três estações (Faculdade de Engenharia, Rua Formosa e Campo Alegre).

Relativamente à acidez forte, existe uma análise dos registos desde 1968 e relatórios anuais da CCRN-CGA desde 1987, onde para além de se afirmar que a acidez forte é expressa em dióxido de enxofre, se explica que "...foi determinada pelo método da água oxigenada segundo a Norma ISO/DIS-4220-2 de 1982, usando-se um processo potenciométrico para detecção do ponto final de titulação - aparelho Orion Research model 701 A/ digital Ionalyzer...", CCRN, 1989, p.6.

Tendo os organismos oficiais, à época, considerado os valores de acidez forte como legíveis e traduzíveis em SO<sub>2</sub>, comparando-os indiferenciadamente com os valores guia e limite de SO<sub>2</sub> legalmente estabelecidos, não nos parece razoável ignorá-los na leitura que pretendemos efectuar.



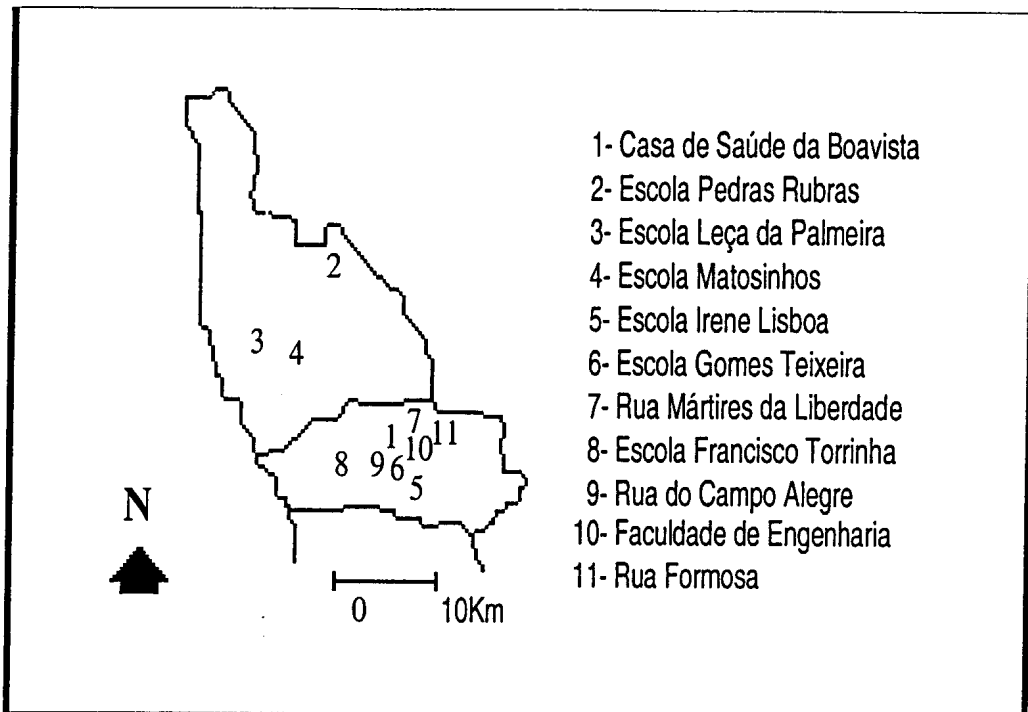


Fig. 6 - Rede de Monitorização da Qualidade do Ar na A.M.P. desde 1968 até 1998.

Como adiante se verificará, o valor absoluto dos registos até 1992 são, no que respeita à degradação da qualidade do ar na A.M.P., inesperada e incompreensivelmente distintos. Inesperadamente, porque não ocorreram mudanças quer no uso do solo, quer no modo de vida dos portuenses. Incompreensíveis porque não existiu nenhuma estratégia de qualificação do ar urbano que justifique a aparente Limpeza da Atmosfera dos últimos quatro anos (1993-97).

## 2. CRITÉRIOS DE DEFINIÇÃO DE *POLUENTES ATMOSFÉRICOS*

Antes de prosseguir com a análise crítica dos registos de acidez forte, SO<sub>2</sub>, fumos negros, CO, NO<sub>x</sub>, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> e Pb disponíveis para a A.M.P., convém recordar que a poluição é normalmente avaliada pelo impacte nos valores sociais e paisagísticos. Apenas os seus efeitos imediatos lhe conferem importância e significado (Monteiro, A, 1997).

A maior ou menor importância de um episódio de poluição, está vulgarmente associada à aceitabilidade dos riscos envolvidos. Os riscos, normalmente considerados importantes, como a morte, as doenças crónicas e a alteração no crescimento e/ou no comportamento, não traduzem, no entanto, a gravidade dos efeitos de algumas emissões poluentes cujas consequências, apesar de não menos graves, são demoradas no tempo (Monteiro, A, 1997).

O contexto social e económico dos grupos humanos envolvidos altera também, consideravelmente, a noção e aceitabilidade de um determinado risco, o que contribui para dificultar o diagnóstico, a prevenção e a definição de medidas mitigadoras para a poluição (Monteiro, A, 1997).

O desconhecimento da natureza e das propriedades dos compostos químicos considerados poluentes, dificulta a definição das fontes, impede uma real avaliação dos prejuízos causados nas diversas componentes ambientais, coarta a eficácia da implementação de qualquer estratégia de *Limpeza do ar*, mas, sobretudo, naquilo que mais nos impele, neste trabalho, impossibilita a clarificação da importância que a modificação da composição química da atmosfera portuense tem para explicar as manifestações de mudança climática detectadas e para justificar o agravamento de algumas patologias em cidadãos residentes na A.M.P. (Monteiro, A, 1997).

A maioria dos compostos químicos a que associamos, com frequência, a ideia de poluentes, como os de carbono, de azoto, de enxofre ou de chumbo, existem na natureza de forma não tóxica e não poluente. A toxicidade surge com o aumento das concentrações e/ou com algumas possíveis combinações entre eles. Incluem-se no primeiro caso, o cobre, o zinco, o ferro e o enxofre, necessários para as plantas, mas que, em quantidades excessivas, esterilizam os solos. Os compostos de carbono e de azoto, bem como as combinações orgânicas do mercúrio, entre outros, são exemplos de combinações que se podem tornar tóxicas (Monteiro, A, 1997).

As substâncias poluidoras podem ser naturais, se sempre existiram no Ecossistema e continuam a existir em maiores ou menores quantidades, ou sintéticas, se são elementos absolutamente novos, criados pelo homem, como os pesticidas, o DDT, os plásticos, os detergentes, etc..

Os efeitos no Ecossistema, de qualquer destes dois tipos de poluentes, podem ser igualmente graves, embora as repercussões dos segundos sejam mais difíceis de diagnosticar.

Existem inúmeros critérios de classificação dos poluentes, dos quais seleccionámos, a título de exemplo, o de Holdgate (1980) porque, apesar de ser simples, não deixa de sublinhar a complexidade dos conceitos, nem a necessidade de envolvimento de inúmeras áreas de investigação para a sua compreensão (Fig. 7).

Segundo Holdgate (1980), os poluentes podem classificar-se segundo a sua natureza, as suas propriedades, os sectores do meio que afectam, a sua fonte ou os seus padrões de uso (Fig.7).

## CLASSIFICAÇÃO DE POLUENTES

### 1 - Natureza

- a) composição química: inorgânicos e orgânicos
- b) estado físico: gasosos, líquidos e sólidos

### 2 - Propriedades

- a) solubilidade
- b) dispersão e diluição
- c) biodegradabilidade
- d) persistência
- e) predisposição para entrar em reacções químicas

### 3 - Sectores do meio ambiente afectados

- a) atmosfera
- b) água
- c) solo

### 4 - Fonte

- a) combustão: domésticos, industriais, agrícolas
- b) actividade industrial
- c) actividade agrícola
- d) origem humana, doméstica e industrial
- e) actividade militar
- f) actividade microbiológica

### 5 - Padrões de uso

- a) industriais: matéria-prima, materiais de construção, solventes, refrigerantes, lubrificantes, detergentes, pesticidas.
- b) domésticos
- c) agrícolas

Fig. 7- Lista de classificação de poluentes segundo Holdgate, 1980, modificado.

Sob o ponto de vista climatológico, importa-nos, fundamentalmente, saber o grau de dispersão de cada poluente e a sua apetência para participar em reacções químicas, sobretudo, em contacto com a luz.

Da totalidade dos elementos químicos emitidos para a atmosfera, por processos naturais ou pelas actividades humanas, interessam-nos, especialmente, aqueles que modificam a **qualidade** e a **quantidade** das trocas energéticas entre a Terra e a Atmosfera.

Interessa-nos analisar aqueles que produzem modificações na temperatura, intervindo nos processos físico-químicos ao nível da estratosfera. Alterações na quantidade relativa de gases absorventes de algumas faixas do espectro solar, ou o aumento da quantidade de partículas no estado sólido, com dimensões semelhantes ao comprimento de onda do espectro visível, resultantes da mistura entre alguns compostos e posterior oxidação fotoquímica, provocam alterações no sistema climático, que podem traduzir-se em mudanças na temperatura do globo, em degradação da visibilidade ou na acidificação da precipitação.

A União Europeia (U.E.), a Organização Mundial de Saúde (O.M.S.) e os governos de vários países, entre os quais se inclui Portugal<sup>6</sup>, têm vindo a estabelecer um conjunto de valores-guia<sup>7</sup> e valores-limite<sup>8</sup> para alguns dos poluentes considerados mais gravosos para o Ecossistema em geral e, para o Homem, em particular (Quadros II, III e IV).

Quadro II - Qualidade do ar: valores-limite e valores-guia (concentração em µg/m<sup>3</sup>)

	SO <sub>2</sub>	Partíc./Fumos Negros	CO	NO <sub>2</sub>	Ozono	Chumbo
<b>O.M.S.</b>						
média anual	50	50				0,5 a 1,0
máximo mensal				190 a 320		
média de 24h	125	125		150		
média de 8h			10 000	400	100 a 120	
média horária	350		30 000		150 a 200	
média 30 minutos			60 000			
média 15 minutos			100 000			
média 10 minutos	500					
<b>U.E.</b>						
<b>Valores Limite</b>						
média anual	80 a 120	80				2,0
média de Inverno	130 a 180	130				
percentil 98	250 a 350	250		200		
média 8h				110		
média 1 hora					180 a 360	
<b>Valores Guia</b>						
média anual	40 a 60	40 a 60		50		
média de 24h	100 a 150	100 a 150				
percentil 98				135		

Quadro III- Tabela de conversão poluentes (unidades gravimétricas/volumétricas)

POLUENTE	0°C		20°C	
	ppb para µgm <sup>3</sup>	ppm para µgm <sup>3</sup>	ppb para µgm <sup>3</sup>	ppm para µgm <sup>3</sup>
SO <sub>2</sub>	2,86	2860	2,66	2660
NO <sub>2</sub>	2,05	2050	1,91	1910
NO	1,34	1340	1,25	1250
O <sub>3</sub>	2,14	2140	2,00	2000
NH <sub>3</sub>	0,76	760	0,71	710
CO	1,25	1250	1,16	1160

<sup>6</sup> A título de exemplo recordamos a Portaria n°286/93, publicada no Diário da República, n°60, I Série-B, de 12 de Março de 1993.

<sup>7</sup> Os valores-guia têm como objectivo a protecção da saúde e do ambiente, a longo prazo.

<sup>8</sup> Os valores-limite não podem ser ultrapassados, durante os períodos determinados e nas condições fixadas.

Quadro IV- Acordos Internacionais para a redução de emissões de poluentes para a atmosfera  
(adaptado de McCormick, 1997, p 59)

Genebra 1979	<b>Convenção da ECE</b> - acordo para limitar/reduzir a poluição atmosférica usando as melhores tecnologias disponíveis; em Julho de 1996, 40 estados e a U.E. assinaram este acordo e 38 países ratificaram-no;
Genebra 1984	<b>Protocolo (EMEP)</b> - criação de recursos financeiros para providenciar um Programa conjunto de monitorização e avaliação do transporte a grande distância de poluentes atmosféricos na Europa EMEP);
Helsínquia 1985	<b>Protocolo Enxofre</b> - acordo para reduzir os fluxos transfronteiriços de enxofre de pelo menos 30% até ao fim de 1993; em Julho de 1996, 21 países haviam-no assinado e ratificado.
Sofia 1988	<b>Protocolo NO<sub>x</sub></b> - acordo para congelar as emissões de NO <sub>x</sub> até ao fim de 1994, aos níveis existentes em 1987; em Julho de 1996, 27 países e a U.E. assinaram-no e 25 países ratificaram-no; dos que assinaram, 6 assistiram a significativos aumentos das emissões de NO <sub>x</sub> ;
Genebra 1991	<b>Protocolo VOC</b> - acordo para reduzir em 30%, até ao fim de 1999, as emissões de VOC; em Julho de 1996, 22 países e a U.E. haviam-no assinado e só 13 o haviam ratificado;
Oslo 1994	<b>Protocolo Enxofre</b> - substituiu o Protocolo de 1985; em Julho de 1996, 28 estados e a U.E. assinaram-no e só 4 o ratificaram, são necessárias pelo menos 16 ratificações para o validar;
1996-97	<b>Protocolo NO<sub>x</sub>, Amónia e VOC</b> - em 1996 iniciaram-se os trabalhos de preparação de um acordo de redução.

### 3. OS POLUENTES MONITORIZADOS NA REDE DE QUALIDADE DO AR DA A.M.P.

#### O dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>)

A maior parte do enxofre presente na atmosfera é emitido por processos que envolvem, directa ou indirectamente, actividades humanas, das quais se salienta a combustão de carvão e de petróleo<sup>9</sup>.

A oxidação do enxofre produz dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>) e uma série de outros compostos.

O dióxido de enxofre pode depositar-se à superfície, formar aerossóis, por oxidação atmosférica, ou ser absorvido e oxidado pela água das nuvens.

Ao depositar-se à superfície contribui para alterar os ciclos biogeoquímicos nos solos e os processos biológicos normais na vegetação e nas superfícies líquidas, assim como aumenta a corrosão de algumas ligas metálicas, presentes nos materiais de construção.

<sup>9</sup> A combustão de carvão e de lignite é responsável por 80% do SO<sub>2</sub> emitido para a atmosfera. A combustão de petróleo apenas contribui com uma parte dos restantes 20%. Os veículos a gasolina emitem pouco SO<sub>2</sub> para a atmosfera, uma vez que o conteúdo de SO<sub>2</sub> neste combustível é de apenas 0.04%. Os veículos a gasóleo emitem um pouco mais, já que o conteúdo de SO<sub>2</sub> no gasóleo é de 0.2%. Os maiores emissores de SO<sub>2</sub> para a atmosfera são: centrais térmicas, siderurgias, indústria química, produção de pasta de papel e incineração de resíduos.

A formação de aerossóis, por oxidação atmosférica, contribui para a degradação da visibilidade.

A absorção e oxidação na água das nuvens, propicia a acidificação da precipitação, cujas consequências já apontámos.

O número e rapidez de reacções fotoquímicas, em que o enxofre se envolve na troposfera, impede o seu transporte para a estratosfera<sup>10</sup>.

A O.M.S. estabeleceu a concentração média anual entre 40-60  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , como o valor-guia, para prevenir o agravamento de patologias do foro respiratório.

Na A.M.P. entre Janeiro de 1989 e Dezembro de 1996, ocorreram 623 dias em que a concentração de  $\text{SO}_2$  ultrapassou os  $100\mu\text{g}/\text{m}^3$ <sup>11</sup>(Fig. 8 e Anexo I).

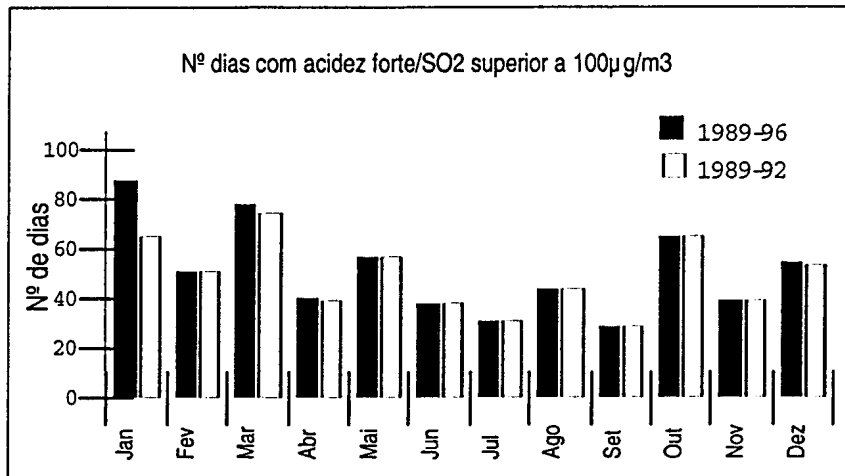


Fig. 8 - Número de dias com concentrações de acidez forte/ $\text{SO}_2$  acima de  $100\mu\text{g}/\text{m}^3$  nas estações da rede de monitorização da qualidade do ar da A.M.P (1989-96)

Todavia, a distribuição destas ocorrências críticas, foi muito irregular, ao longo dos oito anos analisados (1989-96). O período entre Janeiro de 1989 e Dezembro de 1992, acumulou 593 dias com acidez forte/ $\text{SO}_2$  acima de  $100\mu\text{g}/\text{m}^3$  (Fig. 8). O facto de 95.2% destas concentrações de acidez forte/ $\text{SO}_2$  acima de  $100\mu\text{g}/\text{m}^3$ , ocorrerem no período em que funcionava a rede mais alargada de monitorização da qualidade do ar (Fig. 6), sublinha a pertinência da manutenção das duas redes, simultaneamente, em funcionamento (Fig. 9).

<sup>10</sup> O COS constitui uma excepção já que, dificilmente, é removido da troposfera conseguindo atingir a estratosfera onde é convertido fotoquimicamente em  $\text{SO}_2$  e  $\text{SO}_4$ .

<sup>11</sup> Convém recordar que os registos disponíveis nesta rede têm inúmeras lacunas de informação (Monteiro, 1997).

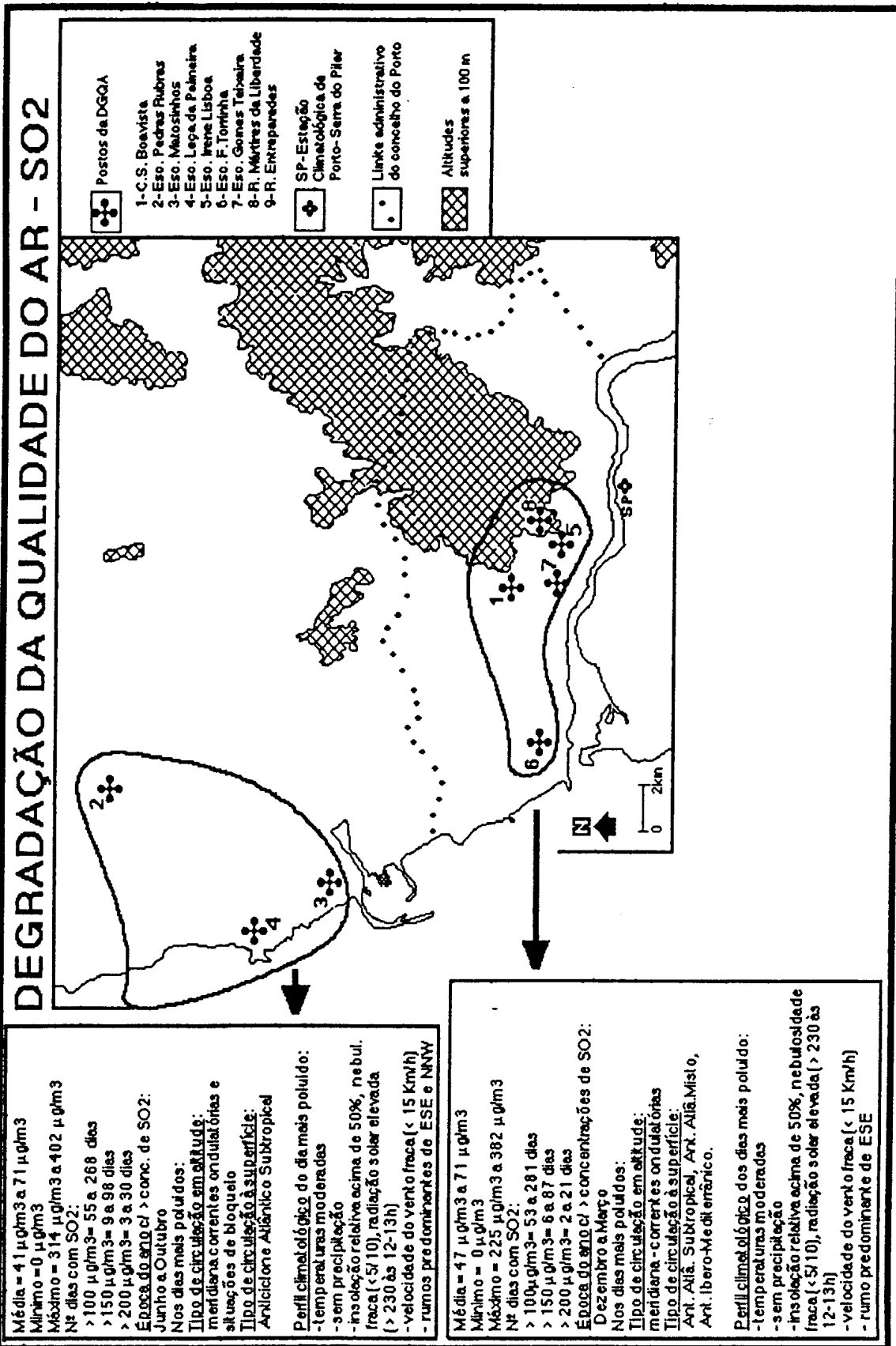


Fig.9 - Distribuição das ocorrências de acidez forte/SO<sub>2</sub> acima de 100mg/m<sup>3</sup>, de 150mg/m<sup>3</sup> e de 200mg/m<sup>3</sup> na rede de monitorização da qualidade do ar entre 1989 e 91 (Monteiro, A., 1997)

Assim, é impossível esclarecer, se esta, quase absoluta, ausência de dias com acidez forte/SO<sub>2</sub> acima de 100µg/m<sup>3</sup>, após Janeiro de 1993, se justifica pela fraca representatividade das três estações actualmente em funcionamento (Faculdade de Engenharia, Rua Formosa e Campo Alegre), ou se é explicada pela alteração no equipamento e tipo de medição efectuada<sup>12</sup>.

Enquanto residente particularmente atenta, por motivos pessoais e profissionais, na A.M.P., sabemos que esta diminuição do número de dias com acidez forte/SO<sub>2</sub> acima de 100µg/m<sup>3</sup>, não se ficou seguramente a dever à implementação de qualquer estratégia de qualificação do ar, nem traduz qualquer alteração profunda no *modus vivendi* urbano portuense.

Sempre afirmámos (Monteiro, A., 1997), que a acidez forte/SO<sub>2</sub> não era um bom indicador da degradação da qualidade do ar na A.M.P.. A sua monitorização, desde 1968, justificava-se por ter tido, na origem, a necessidade da Refinaria da Petrogal (localizada a NW do concelho do Porto), controlar as suas emissões gasosas para a atmosfera.

No entanto, o aumento do número de postos, efectuado pela CGA/DGQA, evidenciou inúmeras ocorrências de concentrações de acidez forte/SO<sub>2</sub> acima de 100µg/m<sup>3</sup>, de 150µg/m<sup>3</sup> e mesmo de 200µg/m<sup>3</sup> no interior do tecido urbano portuense (Fig.9).

Pareceu-nos, na época, que em situações de estabilidade atmosférica, as plumas emitidas para a atmosfera, atingiam áreas próximas do solo antes de se diluírem e dispersarem, podendo causar concentrações de acidez forte/SO<sub>2</sub> elevadas em postos distantes das principais fontes emissoras (Fig. 9).

Embora o carvão e a lignite não sejam combustíveis domésticos vulgarmente usados em Portugal, contrariamente ao que sucede, por exemplo na Grã-Bretanha, admitimos, na altura (Monteiro, A., 1997), a possibilidade do tráfego rodoviário, sobretudo os utilizadores de gasóleo, e as emissões de algumas pequenas unidades industriais dispersas pelo centro e leste da cidade do Porto, poderem ser responsáveis por algumas das elevadas concentrações de acidez forte/SO<sub>2</sub> (Fig. 9 e Anexo I).

Pese embora a garantia dos responsáveis da DRA-Norte, sobre a melhor qualidade da monitorização da qualidade do ar actualmente efectuada, a coincidência temporal entre a entrada em funcionamento das três estações automáticas (Faculdade de Engenharia, Rua Formosa e Campo Alegre), e a absoluta perda de importância deste poluente na A.M.P., aconselharia vivamente, a manutenção das duas redes em funcionamento simultâneo, durante um intervalo de tempo suficiente, para validar a representatividade dos novos postos e dos novos equipamentos.

---

<sup>12</sup> Rever n.p.p. número 5.



### Partículas em suspensão (fumos negros)

As partículas em suspensão, constituem uma mistura de substâncias orgânicas e inorgânicas cuja origem é de difícil identificação.

Recentemente, na Europa e nos E.U.A., têm vindo a ser alvo de um protagonismo interessante, no que respeita, à monitorização da qualidade do ar em espaços urbanizados. As partículas de menor diâmetro (PM10 e as PM2.5<sup>13</sup>) não são capturadas na região naso-faríngea e podem, se inaladas, danificar o sistema respiratório e alergológico. Quanto menores forem as suas dimensões mais graves podem ser as sequelas na árvore respiratória.

Apesar do interesse, quer ao nível do balanço energético, quer no que respeita ao agravamento de patologias do foro respiratório, a medição das PM10 e das PM2.5 na atmosfera só recentemente dispõe de instrumentos e técnicas adequados.

No entanto, a rede de monitorização da qualidade do ar da A.M.P. possuía, até Dezembro de 1991, um conjunto de registos de fumos negros e constata-se nessas séries, algumas ocorrências de concentrações superiores a 100 µg/m<sup>3</sup> (Fig. 10).

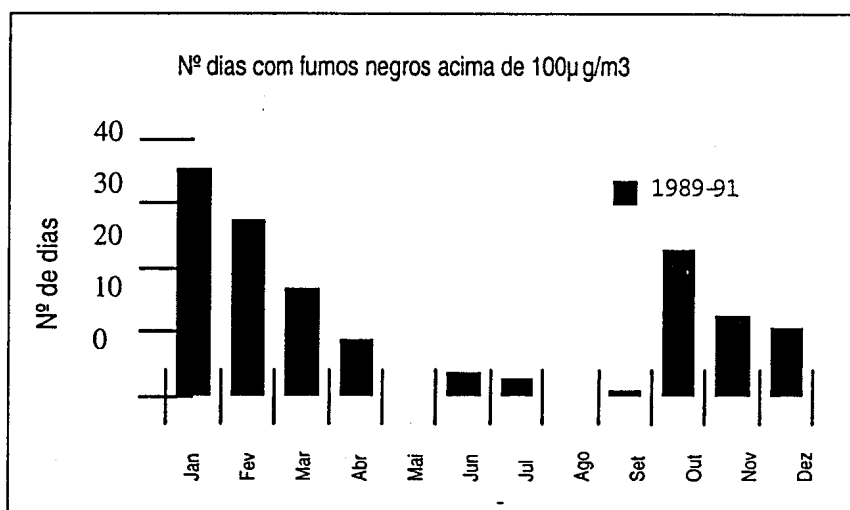


Fig. 10 - Número de dias com fumos negros acima de 100 µg/m<sup>3</sup> na A.M.P., entre Janeiro de 1989 e Dezembro de 1991 (Monteiro, A., 1997).

Estando este poluente incluído na listagem dos valores-limite e guia fixados pela Portaria nº 286/93 de 12 de Março e tendo sido demonstrada, em diversas publicações, a sua importância no agravamento de patologias do foro respiratório e alergológico, sobretudo em espaços urbanizados, urge reactivar a sua monitorização na A.M.P.

<sup>13</sup> Partículas com um diâmetro inferior a 10 µm e 2.5 µm.

### Os compostos de carbono

O monóxido de carbono é um gás sem cor e sem odor resultante da combustão incompleta de combustíveis com carbono na sua composição<sup>14</sup>. Forma-se quando, na ausência de oxigénio, o combustível não queima integralmente (Quadro V).

Quadro V - Emissões de CO<sub>2</sub> pelos processos industriais, 1992, 1000 ton.

	Sólido	Líquido	Gasoso	Chama de Gás	Fabrico de Cimento	Total de emissões	Emissões de CO <sub>2</sub> per capita
Mundo	8 588 416	9 050 080	3 828 880	249 152	626 544	22 333 408	4,1
Europa	2 488 141	2 509 400	1 659 895	49 248	161 817	6 866 494	
Portugal	10 974	32 467	0	0	3 737	47 181	4,8

(adaptado de World Resources Institute, 1996)

O tráfego rodoviário é responsável por cerca de 90% do total de emissões de monóxido de carbono em áreas urbanas. A densidade do tráfego, os congestionamentos, o número de veículos a gasolina e os sistemas de ignição a frio, são os principais responsáveis pelo aumento das emissões de CO dentro da cidade.

Na A.M.P. só existem registos de CO desde Janeiro de 1993 (Anexo I). Entre 1993 e 1996, verificaram-se 162 dias em que as concentrações de CO ultrapassaram os 10 000 µg/m<sup>3</sup> (Fig. 11 e Anexo I).

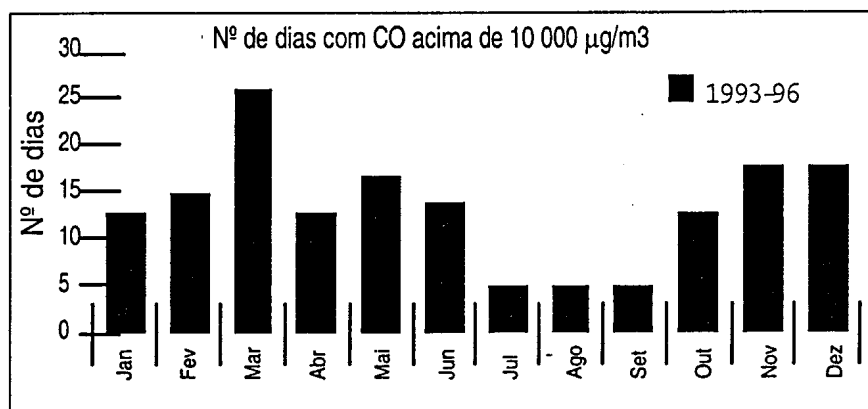


Fig. 11 - Número de dias com CO acima de 10 000 µg/m<sup>3</sup>, na A.M.P., entre Janeiro de 1993 e Dezembro de 1996.

<sup>14</sup> Os compostos de carbono resultam, quer da utilização de combustíveis fósseis (carvão, petróleo, gás natural, etc.), quer de emissões naturais.

Do petróleo extraem-se, além do combustível, uma série de produtos intermédios, utilizados como matéria-prima para a produção de corantes, plásticos, detergentes, fibras sintéticas e insecticidas. A aptidão dos átomos de carbono para se associarem entre si e com outros átomos, principalmente, de oxigénio, de enxofre e de azoto, justifica os cerca de dois milhões de compostos conhecidos, resultantes de combinações naturais e laboratoriais.

Dentro da enorme variedade de compostos de carbono, distinguem-se várias famílias, semelhantes na estrutura e nas propriedades. A título de exemplo, e dada a sua importância para o sistema climático, salientaremos, apenas, a família dos hidrocarbonetos (compostos de carbono e hidrogénio).

Para uma descrição mais pormenorizada de cada um destes derivados ver A. Monteiro, 1989 e 1997.

À semelhança do que sucede com o SO<sub>2</sub>, também no caso do CO, a rede de monitorização da qualidade do ar actual, não nos parece representar, nem a vitalidade, nem a diversidade do metabolismo urbano portuense.

Estão excluídas desta rede, mosaicos urbanos cujo ritmo quotidiano, semanal e intranual, emergiriam, seguramente, nos registos deste poluente. Recorde-se, a título de exemplo, o casco antigo, a área industrial de Aldoar ou a área leste da cidade do Porto, absolutamente excluídas nesta rede de monitorização da qualidade do ar (Fig. 6).

Ausentes desta rede estão também tipologias de rede viária tão diversas, na forma e no uso, como por exemplo: a Avenida dos Aliados, a rua de S. Roque, a Avenida da Boavista ou a rua de Costa Cabral.

A concentração elevada<sup>15</sup> de CO, afecta a saúde interferindo com a oxigenação da hemoglobina. As consequências, para o Homem, da sua toxicidade, ao afectar a circulação sanguínea, são incalculáveis. Podem ir desde dores de cabeça, perda de reflexos até à morte. Há ainda, um vasto conjunto de doenças crónicas, do foro respiratório e circulatório, que correm o risco de ser agravadas por ligeiros aumentos de CO no ar ambiente.

Começam a surgir, recorrentemente, evidências interessantes relacionando o surgimento ou o agravamento de patologias do foro respiratório e circulatório com o desempenho de algumas profissões (sinaleiros, polícias de trânsito, técnicos de limpeza urbana, etc.), e com alguns modos de vida (os utilizadores de demorados percursos pendulares).

#### Os compostos de azoto

As principais fontes antrópicas de azoto são as actividades que envolvem combustões a elevadas temperaturas. As emissões antrópicas destes compostos são tão ou mais elevadas do que as emissões naturais.

Do conjunto de compostos de azoto existentes, vulgarmente, na atmosfera de espaços urbanizados, destaca-se o NO<sub>2</sub> e NO<sub>3</sub>.

O NO é relativamente inócuo mas, oxida-se facilmente com o ozono presente no ar. A sua eficiência, como redutor dos radicais OH e OR (essenciais para o prosseguimento de inúmeras reacções na atmosfera), aliada a tempos de residência de um a dois dias na atmosfera, justifica a sua importância para a produção do O<sub>3</sub> nas latitudes médias. O NO<sub>2</sub>, é um gás vermelho acastanhado, extremamente irritante para os olhos e para o aparelho respiratório.

---

<sup>15</sup> Consideramos elevada uma concentração superior a 10 000 µg/m<sup>3</sup>, embora a legislação portuguesa aponte como valor guia uma média diária de 1000µg/m<sup>3</sup> (Portaria n.º 286/93, p.1172).

A remoção do NO e NO<sub>2</sub> da atmosfera pode ser conseguida pela formação de ácido nítrico (HNO<sub>3</sub>), solúvel na água.

A solubilidade do ácido nítrico na água, por exemplo da chuva, contribui para a sua acidificação. A acidificação da precipitação produz uma série de efeitos prejudiciais, quer aumentando o poder corrosivo em grande número de materiais, quer actuando como agente lacrimejante, quer mesmo surtindo efeitos mutagénicos.

A principal fonte de compostos de azoto, em áreas urbanizadas, é a emissão dos veículos motorizados. A monitorização destes compostos, efectuada em alguns espaços urbanos, tem evidenciado uma expressiva diminuição da concentração de NO<sub>2</sub>, desde o centro do eixo viário até aos passeios. Associado a este aumento da concentração de NO<sub>2</sub>, está o quase total desaparecimento do ozono, utilizado para oxidar o NO. Percebe-se, portanto, que as concentrações de NO<sub>2</sub> reproduzam os ritmos de vida urbanos (horas de ponta, dias da semana com maior tráfego, etc.).

A importância dos processos fotoquímicos na oxidação do NO, faz com que as suas concentrações sejam tendencialmente mais elevadas no Verão do que no Inverno.

Concentrações médias diárias de NO<sub>2</sub> superiores a 150 µg/m<sup>3</sup> são consideradas, pela O.M.S. e pela legislação nacional, gravosas para a saúde. Sobretudo, quando a população exposta a estas concentrações de NO<sub>2</sub>, têm já algumas fragilidades ao nível respiratório ou alergológico (asma, bronquite, febre dos fenos, etc.).

A curta série de registos de NO e NO<sub>2</sub> na A.M.P. (iniciada em Janeiro de 1993), evidencia uma fraca ocorrência de episódios com elevada concentração de NO<sub>2</sub> (Fig. 12)<sup>16</sup>. O número de dias com elevada concentração de NO foi significativo especialmente no Outono e Inverno (Fig. 12 e Anexo I).

À semelhança do que acontece para os outros poluentes, a localização dos postos de monitorização dos compostos de azoto (Faculdade de Engenharia, Rua Formosa e Campo Alegre), não nos parece ser representativa da qualidade do ar na A.M.P.

O número de veículos motorizados, em circulação dentro de cada um dos concelhos da A.M.P. (Fig.13), permite estimar, com razoabilidade, uma degradação da qualidade do ar na "copa urbana", nomeadamente, por NO<sub>2</sub>, bastante superior à registada em qualquer das três estações automáticas da DRA-Norte.

---

<sup>16</sup> Ocorreram um ou dois dias: em Março de 1994 e de 1995, em Abril de 1995 e de 1996, em Maio de 1995, em Julho de 1993 e de 1995, em Agosto de 1994, em Setembro de 1993, de 1994 e de 1995, em Outubro de 1993, de 1994 e de 1995, em Novembro de 1993 e de 1994 e em Dezembro de 1995.

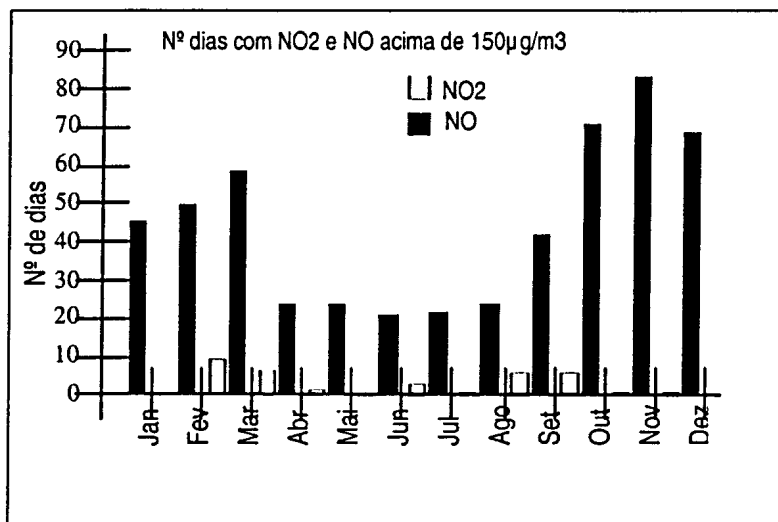


Fig. 12 - Número de dias com NO e NO2 acima de 150 µg/m3, na A.M.P., entre Janeiro de 1993 e Dezembro de 1996.

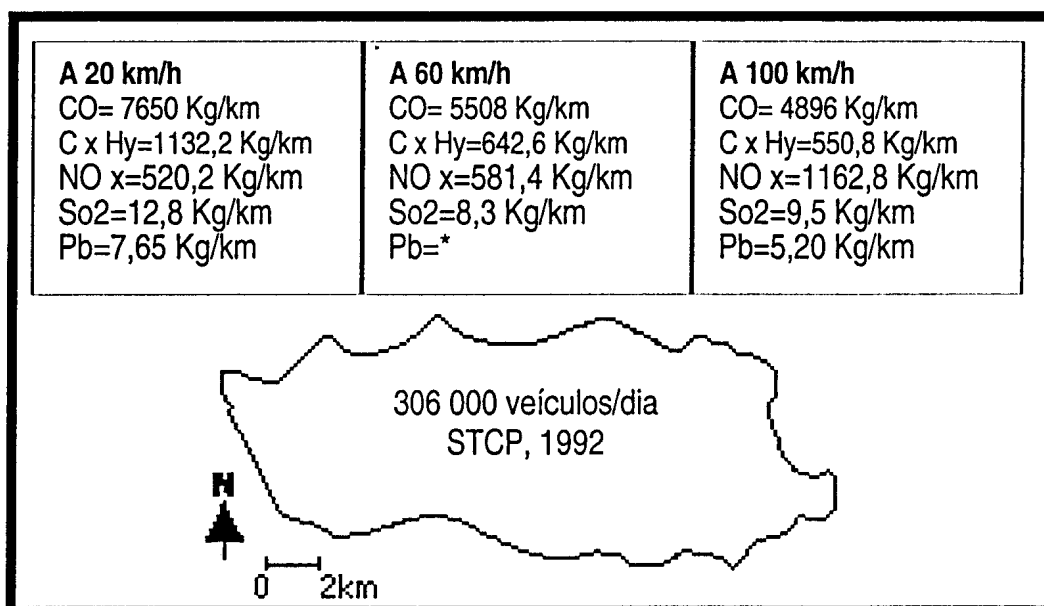


Fig. 13 - Emissões para a atmosfera, calculadas para um tráfego médio diário de 306000 veículos/dia<sup>17</sup> (Monteiro, A., 1997).

Todavia, a relação de dependência que o NO tem com o ozono, (in)disponível junto às ruas com maiores congestionamentos de tráfego, para se transformar em NO2 ou em qualquer outro NOx, recomendaria uma distribuição dos postos de monitorização que permitisse avaliar, quer a degradação da qualidade do ar à microescala (secção de uma rua), quer à escala regional (área urbana vs área não urbana).

<sup>17</sup> Os factores de emissão utilizados foram os do Ministry of Health and Environmental Protection, The Hague, 1980, p.64-65.

### O ozono

O ozono (O<sub>3</sub>)<sup>18</sup> resulta da combinação de um átomo de oxigénio (O) com uma molécula de oxigénio (O<sub>2</sub>). Os átomos de oxigénio, excitados, libertados quando da dissociação do ozono, reagem com o vapor de água dando origem ao radical OH. Este radical activa uma série de gases, normalmente inertes.

As fontes, em espaços urbanizados, cujas emissões permitem a posterior formação do ozono são sobretudo os veículos motorizados e as centrais térmicas.

Todavia, é vulgar encontrar concentrações de ozono mais elevadas na periferia dos espaços urbanos do que no seu interior. Primeiro porque, como se viu, por exemplo no caso dos compostos de azoto, existem no centro das cidades poluentes que reagem quimicamente removendo o ozono. Depois, porque as reacções fotoquímicas que conduzem à formação do ozono demoram uma ou mais horas, pelo que os gases promotores da formação do ozono, emitidos na cidade, podem fazer surtir o seu efeito algumas dezenas ou centenas de quilómetros a jusante da cidade (segundo a direcção e sentido do vento).

Compreende-se portanto, que na A.M.P., os registos de O<sub>3</sub> raramente tenham ultrapassado os 150µg/m<sup>3</sup> (Anexo D)<sup>19</sup>. No entanto, tal não significa que os impactes negativos gerados pelo espaço urbano portuense, no aumento da concentração de ozono na baixa troposfera, sejam menosprezáveis. Traduz, mais uma vez, a fraca representatividade das três estações automáticas (Faculdade de Engenharia, Rua Formosa e Campo Alegre), para monitorizar os efeitos deste poluente.

A avaliação das concentrações deste poluente, na A.M.P., é pertinente já que é reconhecida a sua forte reactividade com qualquer tipo de substância. Para além de rasgar borracha ou nylon, degrada pinturas, é lesivo para os tecidos da árvore respiratória e pode relaxar o sistema imunitário.

---

<sup>18</sup> A concentração elevada de ozono na baixa troposfera dos espaços urbanizados, gerada pelas inúmeras reacções químicas no seio do imenso cocktail de gases emitidos pelas inúmeras actividades antrópicas, não deve ser confundida com a diminuição da camada natural de ozono, existente a maiores altitudes, entre os 12 e os 40Km, na estratosfera. O processo de formação deste ozono estratosférico, pressupõe a existência de oxigénio atómico, formado na alta atmosfera por fotodissociação do oxigénio molecular (O<sub>2</sub>), e envolve o consumo de radiação solar de grande potencial energético. Depois de formado, o ozono é um bom absorvente da radiação solar com comprimentos de onda entre 0.23 µm e 0.32 µm, que o dissocia, novamente, em O<sub>2</sub> + O + energia. Esta faixa do espectro electromagnético solar, absorvida pelo ozono, seria letal para os seres vivos, tal como existem à superfície da terra. O ozono estratosférico está a desaparecer sobretudo nas latitudes mais elevadas (ex: Antártida), devido à presença de CFC's.

<sup>19</sup> Apenas no dia 1 de Março de 1995 e 24 de Janeiro de 1997 no posto localizado na Rua Formosa.

### Os metais pesados

Dentro do conjunto de metais pesados que atingem já, níveis de toxicidade preocupantes, em algumas áreas do globo, particularmente nas áreas urbanas, destacam-se, como os mais publicitados, ao nível quer dos usos, quer dos efeitos, o mercúrio, o chumbo, o cádmio e o zinco.

Apesar de existirem, naturalmente, no Ecossistema, e serem indispensáveis para a sobrevivência de animais e plantas, são muito tóxicos mesmo em baixas concentrações.

Actualmente, as suas maiores fontes são de origem antrópica (efluentes industriais, metalurgia, construção naval, combustão, canalizações dos sistemas de abastecimento de água, etc.).

Embora qualquer destes metais pesados possa provocar impactes de enorme importância e grande magnitude, pela variedade de percursos possíveis que podem adoptar, uma vez colocados no Ecossistema, não é possível avaliar os seus prejuízos, senão à escala local.

Qualquer deles tem um tempo de residência na atmosfera muito reduzido. São, normalmente, removidos pela precipitação, depositando-se relativamente próximo da fonte.

Na série de registos de Pb atmosférico, disponível na A.M.P., não ocorreram concentrações superiores a  $2.0\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

## 4. EVIDÊNCIAS INDIRECTAS DA DEGRADAÇÃO DA QUALIDADE DO AR NA A.M.P.: O CLIMA URBANO E O AGRAVAMENTO DE ALGUMAS PATOLOGIAS

Apesar da despreocupação sugerida, no que respeita à qualidade do ar, pelos registos da rede de monitorização da qualidade do ar da A.M.P., existem algumas evidências subjectivas e objectivas da sua degradação que contribuem para que este importante *recurso natural* continue a merecer a nossa atenção.

Dentre as inúmeras evidências objectivas elegemos, a título de exemplo, as manifestações de mudança climática no espaço urbanizado portuense e o elevado número de crises asmáticas em crianças, com menos de 13 anos residentes na A.M.P. (Fig. 14 e Fig. 15).

As medições itinerantes de temperatura e humidade relativa que temos vindo a efectuar (Monteiro, A., 1997), nos últimos dez anos, têm evidenciado uma profusão de mosaicos climáticos locais gerados pela artificialização excessiva do suporte biogeofísico, pelos excedentes energéticos emitidos pelas actividades antrópicas e pela profunda modificação na composição química do *filtro atmosférico* provocado pelos numerosos e variados efluentes gasosos libertados pelo *metabolismo urbano*.

Curiosamente, estas anomalias térmicas, vulgarmente designadas por "ilha(s) de calor urbano", ocorrem sob a acção de diferentes tipos de tempo.

Apesar da importante influência do mar, do rio, da diferenciação altimétrica, da diversidade de volumetrias de cada quarteirão e dos vários materiais construtivos utilizados, continua a parecer-nos indesmentível a enorme influência que o *cocktail gasoso* excretado para a atmosfera durante o *metabolismo urbano*, tem para modificar substantivamente os balanços energéticos, quer do fluxo natural, proveniente do Sol, quer do fluxo artificial exalado pelas actividades antrópicas (Fig 9, Fig.13 e Fig. 14).

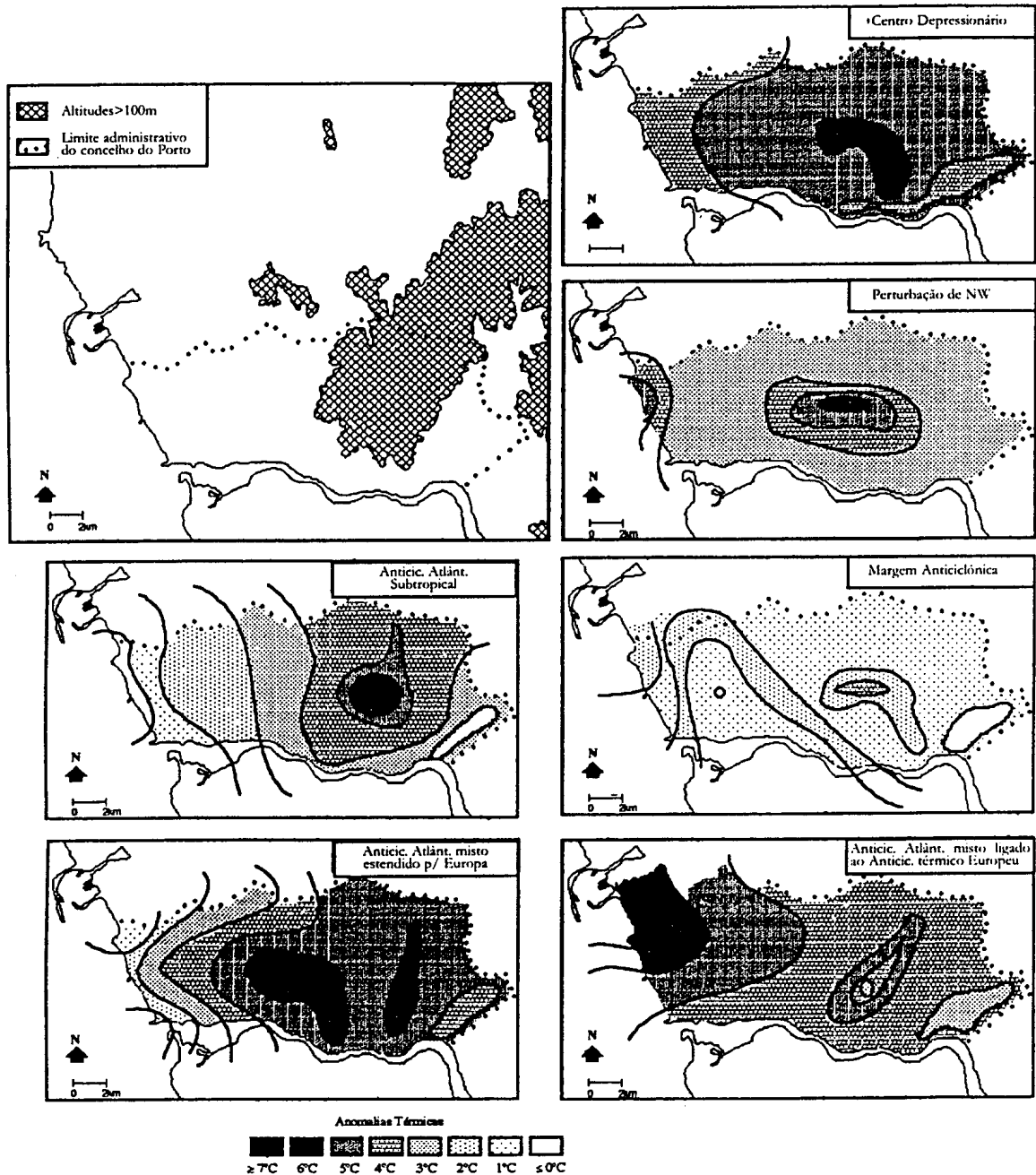


Fig. 14 - Síntese da (s) e magnitude (s) da (s) "ilha (s) de calor " detectadas na cidade do Porto entre 1989-98



Nº casos com asma (1989-97)

Total = 4727 casos de crianças com menos de 13 anos internados no HSJ

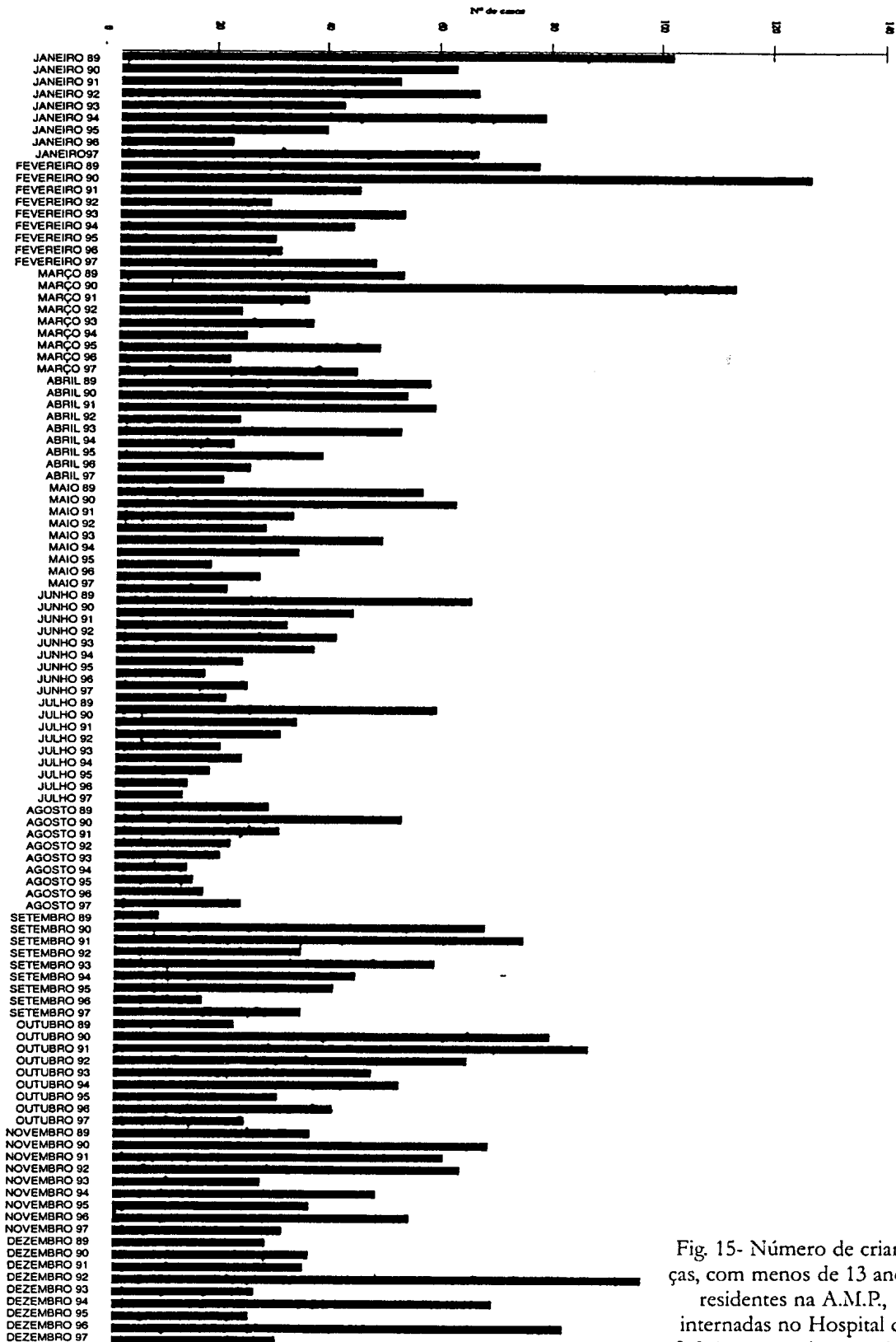


Fig. 15- Número de crianças, com menos de 13 anos, residentes na A.M.P., internadas no Hospital de S. João, com crises asmáticas.

A modificação da composição química da baixa troposfera ajuda, seguramente, a explicar esta modificação do(s) balanço(s) energético(s) no espaço urbano portuense. Tanto mais que as relações entre o ritmo semanal dos produtos excretados pelo *metabolismo urbano* portuense emergem, com alguma clareza, na maioria dos poluentes (Fig. 16).

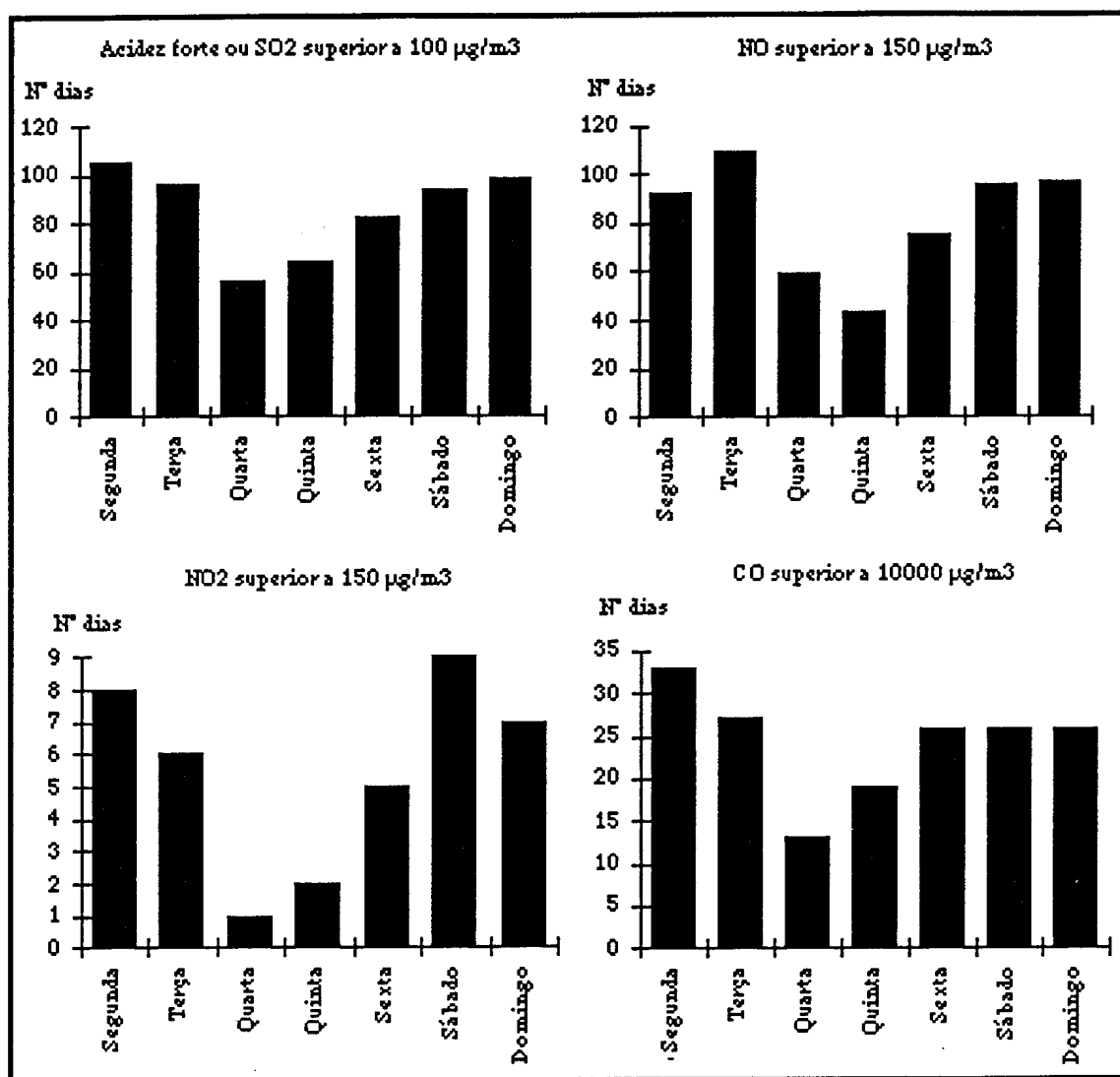


Fig. 16 - Ritmo semanal de ocorrência de concentrações "críticas" de alguns poluentes na A.M.P., entre 1989-96.

Note-se que apesar da localização das estações de monitorização da qualidade do ar na A.M.P., não ser a mais adequada para avaliar a efectiva contaminação da atmosfera, pelas principais fontes emissoras urbanas, a realização de um simples e estatisticamente grosseiro<sup>20</sup> somatório dos dias em que as concentrações foram elevadas, evidencia os picos de tráfego do início e do fim da semana.

<sup>20</sup> Estão neste somatório adicionadas sequências críticas que ocorreram sob estados de tempo e em épocas do ano muito diversas.

A crescente dependência do(s) modelo(s) de organização territorial do tipo urbano, do uso de veículos motorizados, explica uma parte substantiva do *cocktail gasoso* exalado para a atmosfera pelo *modus vivendi* urbano (Quadro VI).

O uso do meio de transporte privado, utilizado com uma baixa ocupação é, aliás, actualmente, considerado, por muitos investigadores, como uma das principais causas da poluição atmosférica e, conseqüentemente, das alterações climáticas detectadas em espaços urbanizados (Quadro VI).

Embora não seja fácil estabelecer uma relação de causalidade entre a fonte emissora e o local onde se faz sentir a contaminação da atmosfera, sobretudo quando se tratam de compostos gasosos com tempos de residência na atmosfera consideráveis e distâncias de transporte relativamente longas<sup>21</sup>, parece cada vez mais inequívoco o papel do transporte privado na delapidação da qualidade do ar.

Quadro VI - Capacidade, eficiência e custo de alguns modos de transporte

Modo de Transporte (ocupação máxima e eficiência na operação)	Pessoas por hora por Linha	Custo por passageiro por Km (escudos)	Total emissões (CO, HC, NO <sub>x</sub> , SO <sub>x</sub> , Partículas) por passageiro (gr.)
Caminhar a pé	1800	0	0
Bicicleta	1500		0
Motorizada	1100		27,497
Carro	500-800	24\$00 a 48\$00	18,965
Autocarro junto com o outro tráfego	10000-15000	4\$00 a 10\$00	1,02
Autocarro com linha de Bus	30000	10\$00 a 16\$00	0,89
Comboio de superfície a carvão	20000-36000	20\$00 a 30\$00	4,352
Comboio de superfície a gás		0,1876	
Comboio de superfície a diesel		0,6261	
Comboio rápido de superfície a carvão	50000	20\$00 a 30\$00	4,9651
Comboio rápido de superfície a gás	70000	24\$00 a 40\$00	0,2307
Comboio rápido subterrâneo a diesel	70000	30\$00 a 50\$00	0,7102

(adaptado de World Resources Institute, 1996, p.93)

21 O CO pode permanecer cerca de dois meses na atmosfera. O NO e NO<sub>x</sub> pode permanecer um dia e meio na atmosfera. O SO<sub>2</sub> pode permanecer cinco dias na atmosfera. O Pb pode permanecer alguns minutos na atmosfera.

A implementação de estratégias de requalificação do ar atmosférico em espaços urbanizados, nomeadamente na Grã-Bretanha, em Itália, em França e em Espanha, ancoradas quer na alteração dos combustíveis domésticos (as *Smokeless Zones* de Manchester), quer na modificação dos hábitos de circulação dentro da malha urbana (a criação de ruas pedonais, áreas de acesso privilegiado ou exclusivo para transportes públicos, acesso reservado de veículos privados de acordo com a informação sobre a qualidade do ar fornecida em tempo útil aos cidadãos e decisores, etc.), estão já a surtir resultados bastante encorajadores de *Limpeza da Atmosfera*.

O sucesso destas estratégias passou pela capacidade de convencimento que os técnicos e os decisores tiveram para motivar os utilizadores do espaço urbano a efectuar alguns *sacrifícios*.

A motivação para *sacrificar* alguns hábitos/comodidades passa pela correcta avaliação da **perceptibilidade** dos cidadãos relativamente ao fenómeno.

E, a percepção dos riscos relativamente à poluição atmosférica depende, como acontece com as alterações climáticas, da informação disponível, da capacidade de imaginar o cenário e, especialmente, do tipo de recordações que deixam na memória.

É, portanto, fundamental que seja clara a relação causa-efeito, clara e eficaz a informação disponibilizada e totalmente compreensível o desenrolar dos processos envolvidos.

Uma das mais eficazes e motivadoras relações de causalidade que emergiram, com o aparecimento relativamente recente dos primeiros resultados, foi a comprovação da importante contribuição que a degradação da qualidade do ar tem no agravamento de algumas patologias do foro respiratório e alergológico (Fig. 15).

No caso da A.M.P., existem já alguns resultados preliminares (Monteiro, A., 1997) que, embora não tenham sido, ainda, carreados nem para o planeamento nem para a decisão política, sugerem a coincidência de um maior número de crianças com agravamento de crises asmáticas, na urgência do Hospital de S. João, Porto (Fig. 16)<sup>22</sup>, entre Outubro e Abril, em dias com:

- i) concentração elevada de alguns poluentes atmosféricos;
- ii) ausência de precipitação nos cinco dias anteriores;
- iii) temperatura média e pressão atmosférica mais elevadas do que a média do mês em que ocorreram e circulação predominante do ar de E, ENE, ESE e S.

---

<sup>22</sup> Resultados obtidos no âmbito do Projecto de investigação CLIAS

## 5. CONCLUSÃO

As **idades** continuam a ter inúmeras vantagens económicas e psico-sociais. Por um lado, é muito mais barato e, ao que parece menos lesivo para o suporte biogeofísico, dotar de serviços, equipamentos e infraestruturas, um grupo concentrado de pessoas. Por outro, o anonimato urbano é uma forma de liberdade individual, de tolerância e de compreensão. Na cidade há uma maior diversidade de estímulos, uma maior fertilização cruzada de ideias e de vitalidades.

Não é, por isto, credível supor, como aconteceu no final dos anos 80, que a cidade, ao necrosar-se ambiental e socialmente, repelirá os seus utilizadores, fazendo-os recriar outros tipos de teias territoriais de sucesso.

Aliás, a história recente tem demonstrado a enorme capacidade de vários espaços urbanos para renascer desde que sejam capazes de, agora, seduzir também pela qualidade do seu suporte biogeofísico.

Cuidar da **estrutura física** da cidade e do equilíbrio dos **recursos naturais** disponíveis é, agora, uma questão de sobrevivência, uma potencialidade a mobilizar em qualquer intenção de desenvolvimento.

A disponibilização da informação sobre a **qualidade do ar** inclui-se já, em muitas cidades, no conjunto de indicadores do grau de desenvolvimento da sociedade residente.

Todavia, a valorização deste *recurso natural* depende da capacidade dos cidadão imaginarem os cenários de risco. Para que tal ocorra é imperioso que exista uma sintonia entre a informação publicitada e os efeitos *percebidos* pelos cidadãos.

No caso da A.M.P., a informação disponível sobre a qualidade do ar não contribui para valorizar este **recurso natural**. Contrariamente ao que se conclui da análise dos resultados oficialmente disponibilizados, o ar atmosférico, não é um recurso natural pouco delapidado. Existe uma **subavaliação da degradação da qualidade do ar**, devida à inadequada localização dos postos.

Apesar de não serem comparáveis com os dados actualmente monitorizados na rede da DRA-Norte, é evidente na análise dos registos de acidez forte e fumos negros da antiga rede da CGA/DGQA, a enorme importância que o sítio escolhido para localizar o parque instrumental tem nos resultados obtidos.

Sem pretender enveredar por uma postura catastrofista, parece-nos urgente, efectuar alguns **reajustamentos na localização geográfica dos postos de monitorização da qualidade do ar na A.M.P.**, sob pena de adiar, ainda que inadvertidamente, a implementação de uma estratégia de requalificação do ar, cujos custos podem vir a ser insustentáveis.

Para além dos efeitos directos no contexto climatológico e na saúde dos residentes, a *aparente* qualidade do ar da A.M.P., patenteada nos registos dos últimos três anos, impedirá a aceitação, por parte dos residentes, de um vasto conjunto de acções e de projectos promotores de um desenvolvimento sustentável, cuja concretização implica alguns *sacrifícios*.

Vejamos, a título de exemplo, como incorporar atitudes inovadoras de respeito relativamente ao Ecossistema, como seja a utilização do transporte público, o encerramento ao trânsito de algumas ruas, a introdução de inovações tecnológicas em unidades industriais, etc..

A informação disponível motiva a manutenção dos actuais *modus vivendi* e não contribui para explicar, aos portuenses, algumas das causas da degradação sua qualidade de vida e do seu bem-estar. Simultaneamente, impedirá os decisores de adoptar algumas medidas e concretizar alguns projectos requalificadores do ambiente urbano portuense e garantir um efectivo desenvolvimento sustentado desta área metropolitana.

# ANEXO

Anexo I - Número de dias em que a(o) Acidez forte/ SO<sub>2</sub> ultrapassou 100µg/m<sup>3</sup>

	ACSB	ACER	ACEP	ACEPR	ACMAT	ACEL	ACET	ACDUB	ACBTP	ENCOZ	EPORCO	CALECOZ
Jan89	9	0	1	0	0	0	0	14	0			
Fev89	7	4	5	1	0	0	6	10	0			
Mar89	22	0	10	1	3	0	16	14	0			
Abr89	12	0	5	1	4	0	4	7	3			
Mai89	17	0	4	0	7	0	9	0	3			
Jun89	15	1	8	0	2	0	9	10	10			
Jul89	20	3	9	7	2	0	12	1	7			
Ago89	5	3	0	0	17	0	2	0	0			
Sep89	1	0	4	0	2	0	5	1	0			
Out89	8	1	2	0	8	0	7	8	2			
Nov89	2	0	1	1	2	0	4	5	8			
Dez89	2	0	0	0	2	0	10	0	1			

	ACSB	ACER	ACEP	ACEPR	ACMAT	ACEL	ACET	ACDUB	ACBTP	ENCOZ	EPORCO	CALECOZ
Jan90	2	0	0	0	4	0	1	0	0			
Fev90	2	0	4	0	4	0	2	0	0			
Mar90	11	0	11	1	6	0	0	0	0			
Abr90	9	0	5	1	1	0	0	0	0			
Mai90	8	0	11	0	6	0	6	0	3			
Jun90	7	0	0	0	0	0	0	0	0			
Jul90	1	0	0	0	1	0	0	0	0			
Ago90	0	0	3	4	0	0	0	0	0			
Sep90	4	0	0	0	0	0	2	0	0			
Out90	1	0	6	10	4	0	2	0	0			
Nov90	4	0	4	1	3	0	2	4	0			
Dez90	15	15	19	6	0	0	3	1	0			

	ACSB	ACER	ACEP	ACEPR	ACMAT	ACEL	ACET	ACDUB	ACBTP	ENCOZ	EPORCO	CALECOZ
Jan91	14	2	8	1	7	0	10	5	0			
Fev91	11	3	5	7	0	0	10	10	0			
Mar91	14	2	0	1	9	0	3	9	0			
Abr91	4	0	0	1	4	0	0	0	0			
Mai91	11	0	13	0	6	0	0	0	0			
Jun91	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Jul91	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Ago91	0	0	3	0	1	0	0	0	0			
Sep91	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Out91	15	0	6	0	4	0	0	0	0			
Nov91	4	0	3	0	0	0	0	0	0			
Dez91	5	0	4	0	1	0	0	0	0			

	ACSB	ACER	ACEP	ACEPR	ACMAT	ACEL	ACET	ACDUB	ACBTP	ENCOZ	EPORCO	CALECOZ
Jan92	11	0	2	0	9	0	0	0	0			
Fev92	0	0	4	0	0	0	0	0	0			
Mar92	3	0	9	0	5	0	0	0	0			
Abr92	0	0	1	0	0	0	0	0	0			
Mai92	0	0	0	0	2	0	0	0	0			
Jun92	3	0	7	0	3	0	0	0	0			
Jul92	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Ago92	3	0	6	0	7	0	0	0	0			
Sep92	8	0	6	0	10	0	0	0	0			
Out92	10	0	4	0	7	0	0	0	0			
Nov92	7	0	0	0	6	0	0	0	0			
Dez92	4	0	0	0	0	0	0	0	0			

	ACSB	ACER	ACEP	ACEPR	ACMAT	ACEL	ACET	ACDUB	ACBTP	ENCOZ	EPORCO	CALECOZ
Jan93										22	0	0
Fev93										1	0	0
Mar93										0	0	4
Abr93										0	0	0
Mai93										0	0	0
Jun93										0	0	0
Jul93										0	0	0
Ago93										0	0	0
Sep93										0	0	0
Out93										0	0	0
Nov93										0	0	0
Dez93										0	0	0

	ACSB	ACER	ACEP	ACEPR	ACMAT	ACEL	ACET	ACDUB	ACBTP	ENCOZ	EPORCO	CALECOZ
Jan94										0	0	0
Fev94										0	0	0
Mar94										0	0	0
Abr94										0	0	0
Mai94										0	0	0
Jun94										1	0	0
Jul94										0	0	0
Ago94										0	0	0
Sep94										0	0	0
Out94										0	0	0
Nov94										0	0	0
Dez94										1	0	0

	ACSB	ACER	ACEP	ACEPR	ACMAT	ACEL	ACET	ACDUB	ACBTP	ENCOZ	EPORCO	CALECOZ
Jan95										0	0	0
Fev95										0	0	0
Mar95										0	0	0
Abr95										0	0	0
Mai95										0	0	0
Jun95										0	0	0
Jul95										0	0	0
Ago95										0	0	0
Sep95										0	0	0
Out95										0	0	0
Nov95										0	0	0
Dez95										0	0	0

	ACSB	ACER	ACEP	ACEPR	ACMAT	ACEL	ACET	ACDUB	ACBTP	ENCOZ	EPORCO	CALECOZ
Jan96										0	0	0
Fev96										0	0	0
Mar96										0	0	0
Abr96										0	0	0
Mai96										0	0	0
Jun96										0	0	0
Jul96										0	0	0
Ago96										0	0	0
Sep96										0	0	0
Out96										0	0	0
Nov96										0	0	0
Dez96										0	0	0

	ENCOZ	EPORCO	CALECOZ	ENCOZ	EPORCO	CALECOZ	ENCOZ	EPORCO	CALECOZ
Jan93	3	0	7	0	0	0	0	0	0
Fev93	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mar93	7	0	0	0	0	0	0	0	0
Abr93	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mai93	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jun93	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jul93	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ago93	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sep93	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Out93	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nov93	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dez93	13	0	0	0	0	0	0	0	0

	ENCOZ	EPORCO	CALECOZ	ENCOZ	EPORCO	CALECOZ	ENCOZ	EPORCO	CALECOZ
Jan94	9	0	0	0	0	0	0	0	0
Fev94	3	1	0	0	0	0	0	0	0
Mar94	0	2	0	0	4	2	0	0	0
Abr94	3	0	0	0	0	0	0	0	0
Mai94	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jun94	1	0	0	0	2	0	0	0	0
Jul94	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Ago94	1	0	0	0	1	0	0	0	0
Sep94	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Out94	2	0	0	0	1	0	0	0	0
Nov94	4	0	0	0	1	0	0	0	0
Dez94	4	0	0	0	0	0	0	0	0

	ENCOZ	EPORCO	CALECOZ	ENCOZ	EPORCO	CALECOZ	ENCOZ	EPORCO	CALECOZ
Jan95	4	0	0	0	0	0	0	0	0
Fev95	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mar95	2	1	0	0	4	1	0	0	0
Abr95	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Mai95	2	1	0	0	1	1	0	0	0
Jun95	6	3	0	0	0	0	0	0	0
Jul95	3	0	0	0	2	0	0	0	0
Ago95	2	1	0	0	0	0	0	0	0
Sep95	2	0	0	0	1	0	0	0	0
Out95	1	1	0	0	3	0	0	0	0
Nov95	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Dez95	1	0	0	0	1	0	0	0	0

	ENCOZ	EPORCO	CALECOZ	ENCOZ	EPORCO	CALECOZ	ENCOZ	EPORCO	CALECOZ
Jan96	6	0	0	0	0	0	0	0	0
Fev96	11	0	0	0	0	0	0	0	0
Mar96	12	0	0	0	0	0	0	0	0
Abr96	12	0	0	0	1	0	0	0	0
Mai96	13	0	0	0	0	0	0	0	0
Jun96	4	0	0	0	0	0	0	0	0
Jul96	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ago96	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sep96	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Out96	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nov96	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dez96	1	0	0	0	0	0	0	0	0

	ENCOZ	EPORCO	CALECOZ	ENCOZ	EPORCO
--	-------	--------	---------	-------	--------



## 6. 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.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.
- 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.
- COLLS, J., Air Pollution - an introduction, E& FN Spon, London, 1997.
- DOUGLAS, I., The urban environment, Edward Arnold, London, 1983.
- ELSON, DEREK, Atmospheric Pollution, Basil Blackwell Ltd, Oxford, 1989.
- ELSON, DEREK, Smog Alert-managing urban air quality, Earthscan, London, 1996.
- FARHAR-PILGRIM, BARBARA, "Social Analysis", Climate Impact Assessment. KATES, R.W., AUSUBEL, J.H., BERBERIAN, M., (ed.), John Wiley & Sons Ltd, Chichester, 1986.
- GÓMEZ, A. LÓPEZ, et al., El clima urbano de Madrid : la isla de calor, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid, 1991.
- 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.
- McBURNEY, STUART, Ecology into economics won't go or life is not a concept, Green Books, Cornwall, 1990.
- McCORMICK, J., Acid Earth - the politics of acid pollution, 3rd ed., Earthscan, London, 1997.
- McLafferty, S., "Health and the urban environment", Urban Geography, vol. 13, nº 6, Nov/Dec 92, p. 567-576.
- MITCHELL, B., Resource and Environmental Management, Addison Wesley Longman, Edinburgh, 1997.
- 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 Iberico 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", Notas e Recensões, 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, Suiça, 1991, p.63-70.
- 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 a 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 portuense 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 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 Congresso da Geografia Portuguesa, Coimbra, Outubro, 1994.
- MONTEIRO, A., O clima urbano do Porto. Contribuição para a definição das estratégias de planeamento e ordenamento do território, Textos Universitários de Ciências Sociais e Humanas, Fundação Calouste Gulbenkian/Junta Nacional de Investigação Científica e Tecnológica, Lisboa, 1997.
- O'RIORDAN, T., Environmentalism, 2ªed., Pion Limited, London, 1983.
- 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, 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, P.H.N., KING, M., DELMONTE, V.L.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, nº1, Porto, s/ed., 1992, p.5-11.
- WRI, UNEP, UNDP, WB, World Resources - a guide to the global environment 1996-1997, Oxford University Press, Oxford, 1996.
- WHYTE, A.V.T., "Perception", Climate Impact Assessment, KATES, R.W., AUSUBEL, J.H., BERBERIAN, M. (ed.), John Wiley & Sons, Series Scope, Chichester, 1986, p.403-437.