

Consequências das manifestações de mudança climática em espaços urbanizados – um motivo de reconciliação do homem com o ambiente?

Ana Monteiro

Curso de Geografia da Universidade do Porto

anamt@letras.up.pt

I. Introdução

As manifestações de mudança climática associadas ao *cocktail* gasoso em que se transformou a atmosfera da maioria dos espaços urbanizados e ao consequente agravamento de patologias do foro respiratório e alergológico de um grande número de cidadãos urbanos pode ser um bom motivo para promover outras atitudes do Homem relativamente ao suporte biogeofísico que utiliza.

Acreditamos que esta teia relacional – clima/poluição atmosférica/saúde – pode ser facilmente *percebida* quer pelo cidadão comum quer pelo decisor político e funcionar como uma excelente alavanca de reflexão sobre as opções de relacionamento disponíveis entre o Homem e o Ecossistema que integra.

A *hominização* (Fig. 1), foi um lento processo de evolução física e mental iniciado há 6-4 milhões de anos que passou pela aquisição de verticalidade, pela libertação da mão e consequente estimulação do cérebro e aumento do seu volume (de 450cm³ para 1500 cm³), e que permitiu ao Homem manipular e prender uma variedade enorme de objectos e seres vivos disponíveis na Terra.

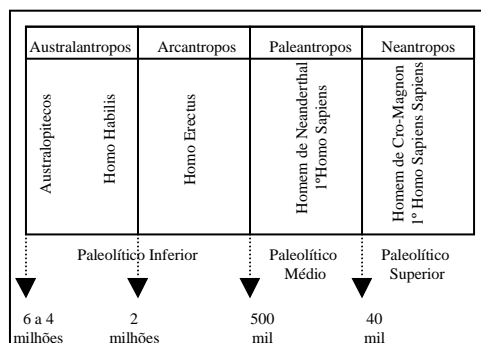


Fig. 1 – Processo de Hominização durante o Paleolítico.

Se por um lado a bipedia e a possibilidade de utilização das mãos agilizou o pensamento, a inteligência e a sensibilidade dos seres humanos, por outro alimentou, em definitivo, uma ilusão de domínio, de desrespeito e de irreverência relativamente a todos os outros elementos do Ecossistema.

As cidades representam precisamente o vértice das ilusões de superioridade do Homem relativamente ao meio em que está inserido. A possibilidade de “construir” cidades estrutural, estética e funcionalmente semelhantes em qualquer (sub)zona climática e em qualquer contexto geográfico contribuiu para apagar progressivamente da memória dos homens o princípio de coesão em que se alicerça todo o Ecossistema.

As expectativas de qualidade de vida, neste último século, passaram pelo desejo de viver em lugares com um “estilo” internacional. A noção de bem estar implica uma ausência de contacto com a água – das chuvas, dos esgotos, etc. – o que levou ao desenvolvimento de mecanismos de condução e desvio da água dentro da “copa urbana”. Em nome da saúde pública os subprodutos do *modus vivendi* urbano, como os lixos e os esgotos, foram retirados da vista dos utilizadores das cidades, impedindo-os de avaliar os desperdícios que produzem e de valorizar a necessidade de procurar consumidores para estes subprodutos na cadeia trófica. O meio não vale *de per se* mas apenas na medida em que possa servir de palco a actividades de lazer e recreio em tudo semelhantes às mais mediatizadas em cada momento histórico.

O aumento de cidadãos urbanos vítimas de *stress* e de outras doenças psíquicas ou de patologias do foro alergológico e respiratório não é, com clareza, atribuído às opções de localização de pessoas e actividades nos espaços urbanos.

O Homem continua a preferir, para utilizar quotidianamente, os espaços cujo grau de urbanização é, ainda, incipiente, apesar de começar a acreditar, com cada vez maior convicção, que a sua qualidade de vida é continuamente prejudicada pelo modo como decidiu acomodar as diversas funções no *puzzle* das cidades que habita.

Todavia, as amplas margens de liberdade, a encruzilhada de saberes, a fertilidade cruzada de ideias, o leque alargado de opções de emprego, de formação, de produtos culturais e de lazer e recreio oferecidos nos espaços urbanizados corporizam um fascínio por este tipo de organização do espaço que nem as modernas opções de teletrabalho nem o desenvolvimento galopante das telecomunicações conseguem atenuar substantivamente.

As rápidas mudanças geopolíticas, económicas, sociais, tecnológicas e administrativas que tipificaram a segunda metade do século XX criaram nos utilizadores urbanos dificuldades acrescidas na percepção dos impactes gerados no Ecosistema. Se o próprio tecido económico tem revelado incapacidade em assimilá-los é natural que os cidadãos tenham dificuldade em reconhecê-los.

Por isso, aumentaram as conflitualidades entre cidadãos e entre estes e os outros elementos do Ecosistema. As expectativas de qualidade de vida colidem frequentemente com os princípios de sustentabilidade e equilíbrio do suporte biogeofísico. Em nome deste sugere-se algumas vezes que se sacrifiquem aquelas.

Actualmente, a qualidade de vida de um espaço urbano “mede-se” pela sua capacidade de oferta no que respeita às funções oferecidas, às suas componentes estruturais e à sua performance (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 restrição do uso de qualquer recurso natural ou a perda de importância de uma função urbana pode traduzir-se, para os cidadãos, num “sacrifício” e significar imediatamente delapidação da qualidade de vida imediata.

Urge, portanto, descobrir argumentos que motivem as pessoas a investir num modelo de sociedade cujas referências incluam uma utilização equilibrada dos recursos naturais – ar, água, solo, etc. – sem que tal signifique uma diminuição do “grau de qualidade de vida”.

Para transformar o que, nas sociedades urbanas modernas se classifica como “sacrifícios” em “benefícios” é necessário reconhecer:

- i) a escassez de recursos;
- ii) os limites do (ecos)istema;
- iii) a necessidade de investir na natureza;
- iv) o valor intrínseco dos lugares enquanto espaços para viver qualificadamente;

e sobretudo 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.

É precisamente neste contexto teórico que enquanto geógrafa empenhada em contribuir para encontrar “modelos de organização do território de sucesso” isto é, que satisfaçam simultaneamente as aspirações de incremento de qualidade de vida do homem e a necessidade de garantir o uso equilibrado dos recursos naturais (Fig. 3), que me proponho partilhar convosco um percurso de investigação iniciado há alguns anos e recentemente alimentado com o financiamento da Fundação de Ciência e Tecnologia para a execução do projecto CLIAS¹.

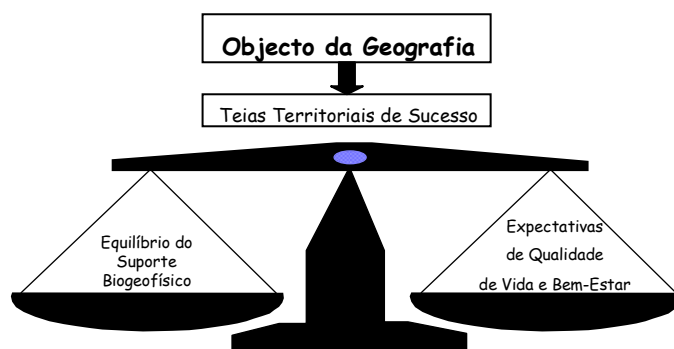


Fig. 3 – O objecto da geografia.

O agravamento de determinadas patologias, associado à modificação do comportamento de alguns elementos climáticos e à degradação da qualidade do ar na Área Metropolitana do Porto (Fig. 4), **pode ser uma forma eficaz de, indirectamente, estimular a atenção sobre a precaridade do equilíbrio** do ecossistema urbano portuense (Monteiro, A, 1993).

Embora os efeitos reais do meio urbano na saúde dos seus habitantes, possam ser, facilmente, confundidos com as maiores e mais profundas diferenças sócio-económicas, que este tipo de regiões normalmente alberga, não deixa de ser evidente que a inadequação arquitectónica dos edifícios para residência ou para local de trabalho, o maior ruído de fundo, o aumento do uso de iluminação artificial, a maior concentração de pessoas e a poluição atmosférica, que caracterizam qualquer meio urbano, contribuem para agravar um variadíssimo conjunto de patologias² (Monteiro, A, 1993).

¹ “CLIAS – Clima, Asma e Poluição na Área Metropolitana do Porto”, Projecto PRAXIS XXI, PCSH /GEO/198/96.

² MONTEIRO, A., 1990, p.33-49.

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.

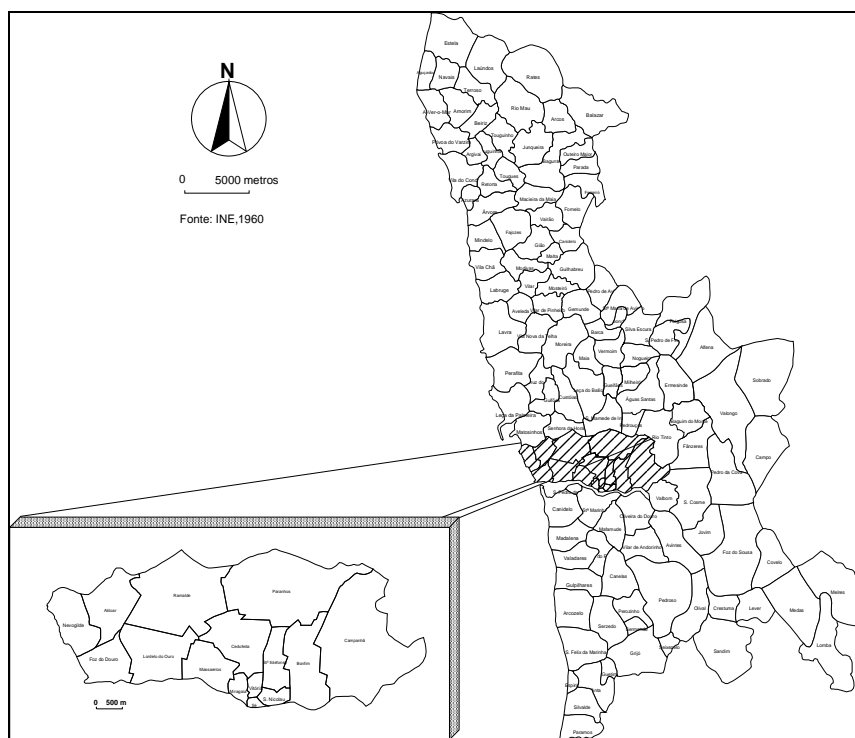


Fig. 4 – Área Metropolitana do Porto (freguesias).

Para além de interessarem ao Homem, em particular por lhe condicionarem directamente o conforto e o bem-estar, a comprovação de algumas consequências fisiológicas e psíquicas inerentes ao *modus vivendi* urbano pode contribuir para cativar os decisores ao evidenciarem, até, os graves prejuízos económicos e perda de capacidade de desempenho de determinadas tarefas³, agravados pelo tipo e intensidade de ocupação do espaço nas cidades.

Propomo-nos, na sequência dos exercícios anteriormente efectuados (Monteiro, A, 1993), continuar a analisar as relações de dependência entre os momentos de maior Degradação da Qualidade do Ar no Porto e o Agravamento das Crises Asmáticas (em crianças com menos de 13 anos).

³BROADBENT, D.E., "Environment and performance" em HARRISON, G.A., GIBSON, J.B. (ed), Man in urban environments, Oxford University Press, Oxford, 1976, p.274-285.

Para isso contamos com um arquivo de informação climatológica diária (1989-1996), de registos horários de SO₂, Fumos Negros, NO₂, NO, CO e Pb na atmosfera portuense (1989-1996), e dos registos de internamento de crianças com menos de 13 anos no Hospital de S. João (1989-1997).

II. Contexto geográfico e dinâmica sócio-económica da Área Metropolitana do Porto

A Área Metropolitana do Porto inclui nove concelhos e 130 freguesias (Fig. 4) distribuídos por uma área total de 812,6 km² diferenciada altimetricamente (Fig. 5).

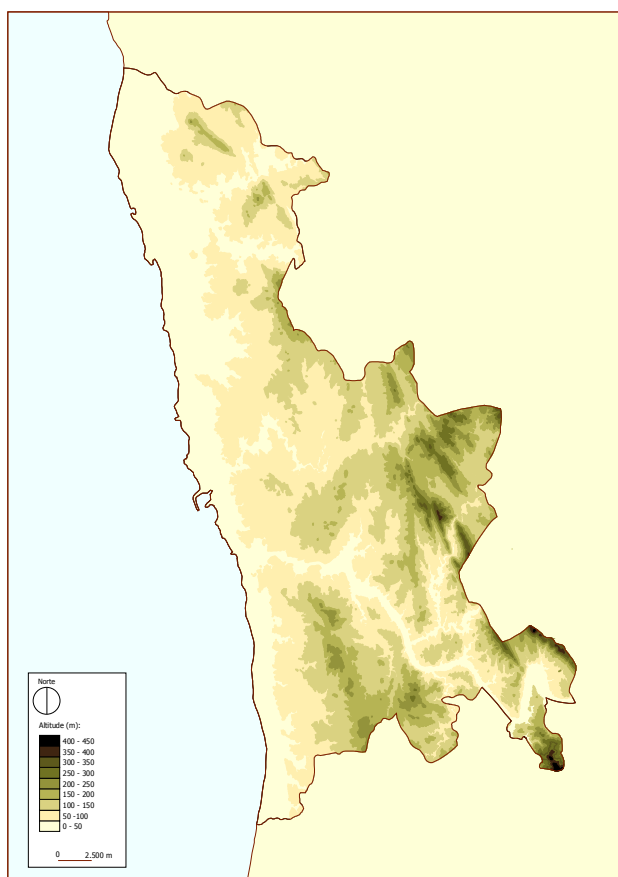


Fig. 5 – Hipsometria da Área Metropolitana do Porto (CLIAS, 1999).

A cartografia do espaço edificado em 1911, em 1935, em 1955 e em 1985 (Fig. 6) permitiu-nos confirmar a profunda alteração que esta área sofreu nas últimas décadas deste século. A maior parte desta superfície está, neste momento (1999), impermeabilizada, o que se traduz, directa e indirectamente, no maior impacto negativo de que este Ecossistema foi alvo durante este século.

Directamente, e porque o território é finito, esta mancha crescente de espaço artificializado para a construção de edifícios e de vias de comunicação implica uma substituição do solo original e da sua cobertura natural, por uma promíscua combinação de materiais impermeáveis com cores, volumetrias, características físico-químicas, distintas das originais (Fig. 7).

Fig. 6 – Evolução do espaço construído na A.M.P. entre 1911 e 1985.

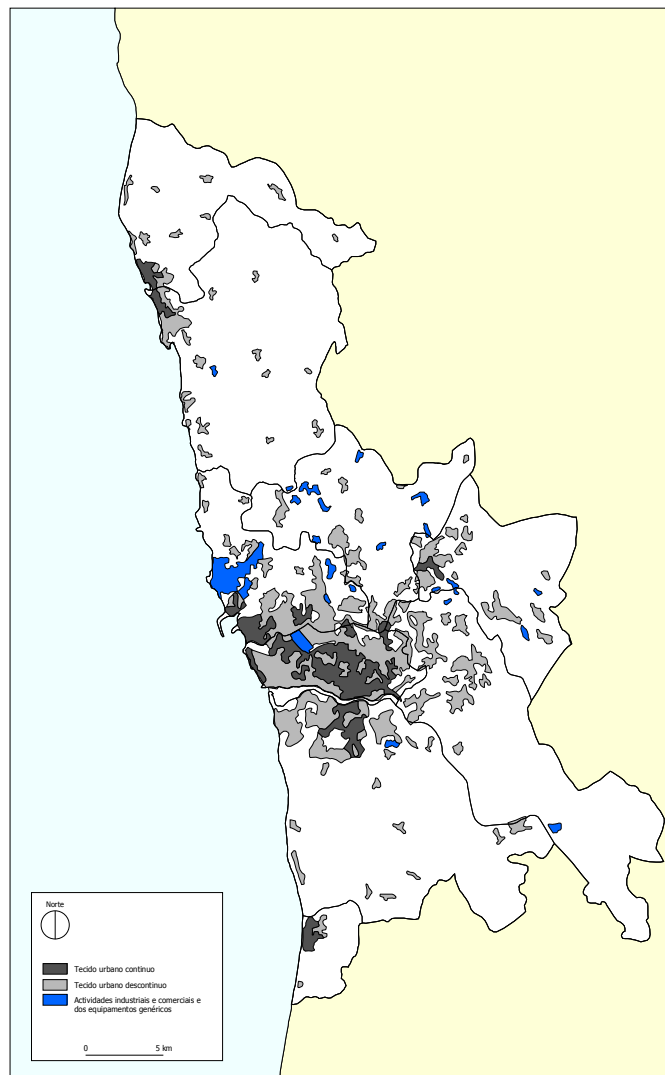


Fig. 7 – Tecido urbano contínuo, descontínuo e áreas industriais na A.M.P. (CLIAS, 1999).

Indirectamente, porque a sua existência traduz uma profunda alteração nos usos e nas funções de cada unidade espacial artificializada. As inúmeras actividades industriais, e todas as actividades antrópicas sediadas nos edifícios construídos, assim como os 623.855⁴ veículos (Fig. 8), a circular diariamente num rendilhado constituído por um significativo número de vias de comunicação, que vão desde as estradas nacionais às auto-estradas, corporizam um mosaico de metabolismos, cujas características e, sobretudo, cujos resultados não são ainda claramente conhecidos.

Esta reconstrução do território metropolitano tem sido particularmente intensa na cidade do Porto e na sua coroa metropolitana.

⁴ Este valor foi calculado a partir da soma dos veículos contabilizados nos últimos anos de registo do número de veículos em cada posto. Assim, em 1992, contabilizaram-se, nos postos 9, 14 e 15, um total de 95.970 veículos; em 1993, nos postos 1, 11, 13 e 17, o número de veículos contabilizado foi de 146.071; em 1994, o total de veículos contabilizado nos postos 7, 10, 12, 16 e 19 foi de 128.307; em 1995, contabilizaram-se 31.824 veículos, nos postos 2 e 4; em 1996, contabilizaram-se 53.437, no posto 5; e, finalmente, em 1997, contabilizaram-se 168.246 veículos nos postos 3, 6, 8 e 18.

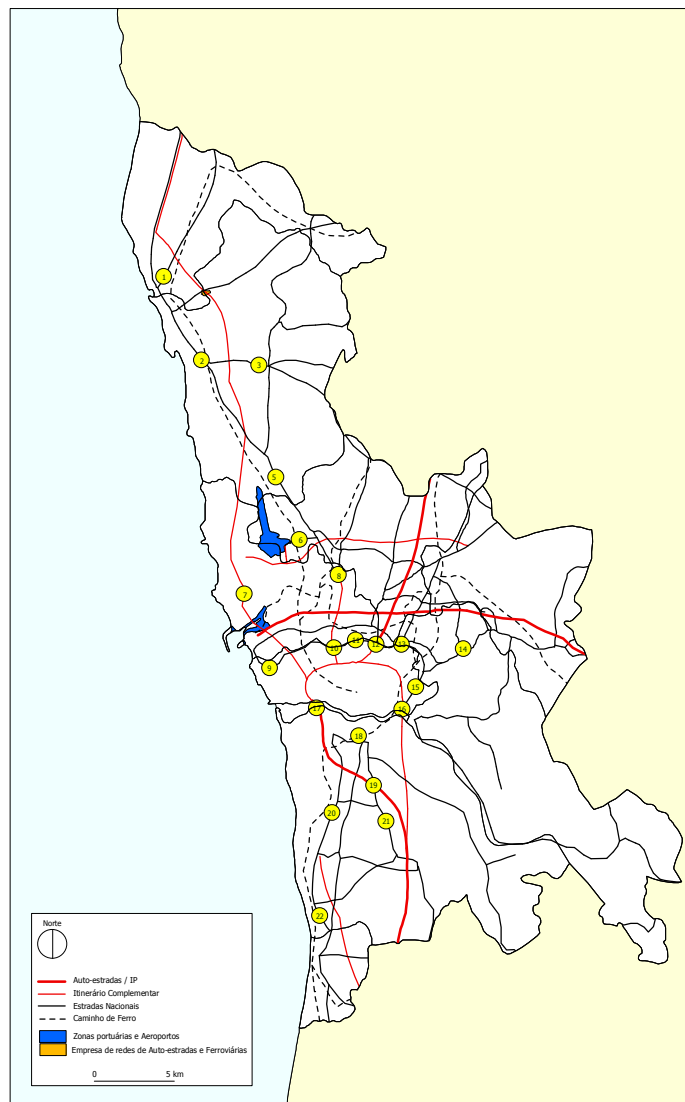


Fig. 8 – Rede viária principal na A.M.P. (CLIAS, 1999).

A superfície agrícola na cidade do Porto representa menos de 10% da ocupação total do solo nesta área, em Matosinhos, Valongo e Vila Nova de Gaia as percentagens variam entre 10% e 20% e nos concelhos da Maia e Gondomar variam entre 20% e 30%.

A superfície florestal nos concelhos do Porto e Matosinhos também não ultrapassa os 10% da ocupação total do solo e no concelho da Maia varia entre 10-20%. Em Vila do Conde, Valongo e Vila Nova de Gaia a percentagem de superfície florestal é superior a 30% e em Gondomar este tipo de ocupação do solo ultrapassa os 40%.

Quanto à existência de jardins e outros espaços verdes públicos, estes representam em todos os concelhos da Área Metropolitana do Porto menos de 5% da ocupação total do solo. Dentre todos os concelhos, o do Porto é aquele que apresenta a maior percentagem de jardins e outros espaços verdes públicos (4,3%) .

Este **rearranjo do tecido territorial**, explícito na expansão do espaço edificado (Fig. 6), resultou das necessidades de alojamento e de emprego de um enorme cortejo de cidadãos que imigraram para esta área, seduzidos pela expectativa de resposta aos

novos padrões de qualidade de vida e bem-estar espelhados pelo *modus vivendi* urbano.

Um grande número dos edifícios construídos serviu para alojar os novos residentes na Área Metropolitana do Porto, que entre 1911 e 1991 passou de 374.901 para 1.167.800 habitantes, o que correspondeu a um aumento de 67,8% do total de residentes.

Uma vez que o nosso objectivo é identificar os riscos e os impactes ambientais gerados pelo processo de urbanização e compreender e avaliar alguns dos efeitos provocados pelas áreas urbanizadas no Clima, na Qualidade do Ar e na Saúde dos residentes da AMP, é importante referir que em termos de tráfego e das estimativas das suas emissões de poluentes para a atmosfera o cenário é já bastante preocupante (Fig. 9 a 13).

III. Contexto climatológico regional

Tanto quanto se pode deduzir da análise das séries climatológicas disponíveis para esta área, a subida das temperaturas máximas inicia-se a partir de Março, e a sua diminuição começa só a partir de Setembro. Nem uma nem outra são pacíficas, lentas, ou sequer graduais. Fazem-se por impulsos, por uma sucessão de extremos diários que a pouco e pouco vão diminuindo e dando lugar a um novo tipo de valores em detrimento dos anteriores.

O período de *Verão*⁵ inicia-se a partir de finais de Junho e prolonga-se até finais de Agosto. Neste período, as temperaturas mínimas assumem os valores mais elevados do ano e a regularidade da série é apreciável. Relativamente às máximas, a definição deste período é inicialmente brusca e impulsiva. É notória a grande irregularidade de valores entre finais de Junho e princípio de Julho, acompanhada por um *salto* visível na ordem de grandeza das médias. Tendo em atenção este comportamento das temperaturas máximas, arriscaríamos a dizer que o *Verão* só se instala definitivamente, e com alguma permanência, entre finais de Julho e finais de Agosto. Só neste período do ano se conjuga uma diminuição brusca da irregularidade com valores médios de temperatura mais elevados.

Depois de finais de Agosto, o valor médio da temperatura começa a diminuir e, embora a irregularidade ainda seja fraca, ultrapassa a do período anterior.

O período de *Inverno*⁶ prolonga-se desde finais de Novembro até ao fim de Fevereiro. É nesta época que a análise combinada do comportamento das máximas e das mínimas define o período mais frio do ano. Enquanto as temperaturas mínimas são as mais baixas, apesar da grande irregularidade ($T^{\circ} = 5^{\circ}\text{C} \pm 4^{\circ}\text{C}$), as máximas são baixas e muito regulares ($T^{\circ} = 13^{\circ}\text{C} \pm 2.5^{\circ}\text{C}$).

A transição estacional entre o *Inverno* e o *Verão* decorre de modo diverso, consoante se trate da passagem deste para aquele ou o contrário.

⁵Utilizando a palavra para traduzir apenas a época mais quente do ano.

⁶Utilizando a palavra para traduzir apenas a época mais fria do ano.

Fig. 9 – Trafego médio diário em alguns postos de contagem da JAE localizados na A.M.P. (CLIAS, 1999).

Fig. 10 –Estimativas de emissões de SO₂ em alguns postos de contagem da JAE localizados na A.M.P. (CLIAS, 1999).

Fig. 11 – Estimativas de emissões de NO em alguns postos de contagem da JAE localizados na A.M.P. (CLIAS, 1999).

Fig. 12 – Estimativas de emissões de CO em alguns postos de contagem da JAE localizados na A.M.P. (CLIAS, 1999).

Enquanto a passagem do *Inverno* para o *Verão* é muito perturbada, com uma constante alternância de dias mais quentes e dias mais frios, a transição do *Verão* para o *Inverno* é mais calma, lenta e gradual. O modo intempestivo como se processa a passagem do *Inverno* para o *Verão* surge, com evidência, na análise da curva correspondente ao desvio padrão das temperaturas máximas, quando a partir de 1 de Março se atingem "picos" de grande irregularidade, ao mesmo tempo que se vai assistindo a um aumento progressivo e cadenciado da temperatura média máxima. Março e Maio são dois meses em que a probabilidade de ocorrência de dias com características térmicas muito diversificadas se sucedem "naturalmente".

A probabilidade das temperaturas mínimas não ultrapassarem os 0°C neste período ronda apenas os 5%. Dias com temperatura mínima acima dos 10°C também têm pouca probabilidade de ocorrer, embora sejam mais prováveis do que os extremos inferiores (<10%).

A total inexistência de obstáculos à penetração do ar vindo de W, é, nesta área, determinante para entender o comportamento da precipitação.

Só Julho e Agosto registam totais mensais baixos. Todos os outros meses do ano têm, em média, totais mensais consideráveis. A irregularidade da série é muito grande em qualquer época do ano. A leitura dos coeficientes de variação para cada série mensal, demonstra, indiscutivelmente, a grande diversidade de valores ocorridos em qualquer dos meses. Maior, claro, nos meses de Junho, Julho e Agosto porque é a época do ano em que as quantidades de precipitação raramente ultrapassam os 50mm. Alguns anos excepcionais em que este total mensal foi ultrapassado, ainda que em poucos milímetros, são responsáveis pelo elevado valor do coeficiente de variação, um indicador da variabilidade relativa à ordem de grandeza da variável.

Embora, comparativamente com o resto dos meses do ano, o período de *Inverno* seja aquele em que a classe de totais mensais de precipitação entre 0 e 50 mm tem menor expressão estatística relativa, ainda representa em Novembro e Dezembro 11%, em Janeiro 16%, em Março e Outubro 20% e em Fevereiro 26% do total de ocorrências. Repare-se, no entanto, que nunca coincidiram no mesmo ano, mais do que um destes casos excepcionais, em que, por exemplo, os 25mm de precipitação total mensal não tenham sido ultrapassados. Do mesmo modo que não esperaríamos a representatividade desta classe nesta época do ano, também estranhámos a razoável expressão relativa que em Junho, Julho e Agosto tem a classe seguinte, entre os 51 e os 100mm.

No *Verão* predominam os ventos de NW e no *Inverno* os ventos de E. Os meses de Abril e Outubro, meses em que se inicia a transição de um para outro quadrante, são meses com uma grande variabilidade nos quadrantes donde predominantemente sopra o vento.

Abril e Outubro são os meses que marcam a rotação no sentido e direcção predominantes do vento nesta região. A transição é gradual havendo inicialmente um aumento da frequência dos quadrantes N ou S e só depois passando a prevalecer os rumos de NW, situação que se manterá até Outubro. Nessa altura, o domínio dos quadrantes de E é também antecedida por um período em que há idêntica frequência deste e de outros quadrantes.

Em Outubro e Novembro, a circulação do ar, predominantemente de E, sofre um ligeiro desvio em S.Gens, onde se regista com igual importância ventos de SE e NE.

Entre Junho e Agosto em todas as estações predominam os ventos do quadrante W, NW ou SW.

As situações anticiclónicas foram, claramente, predominantes entre 1987 e 1997. Foram as mais frequentes em 91 dos 132 meses que analisamos (Fig. 13 e 14).

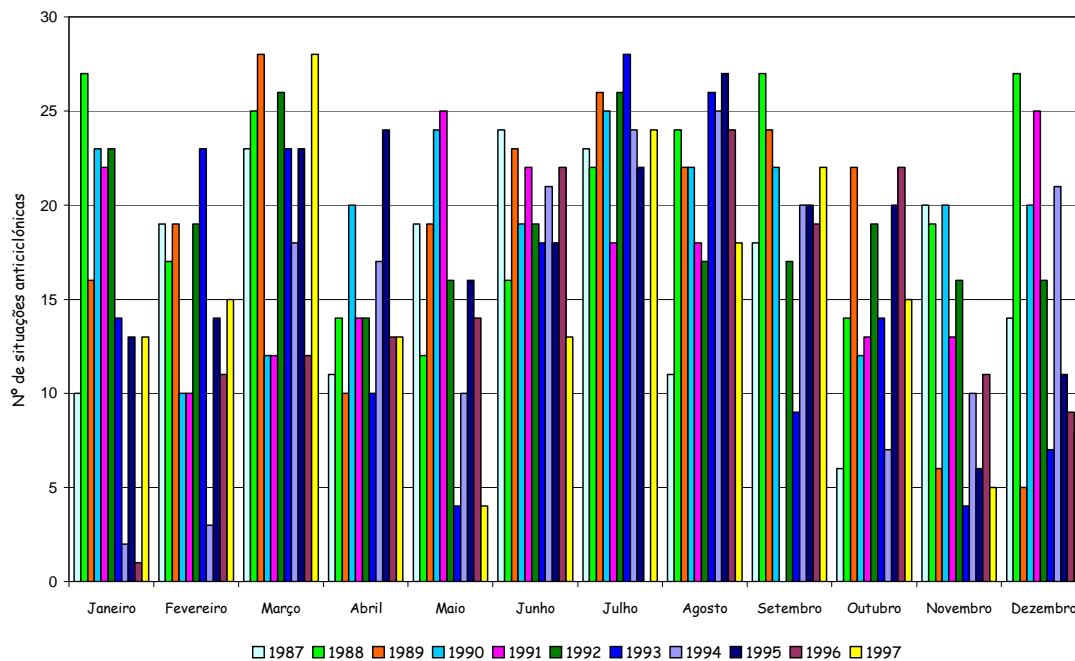


Fig. 13 - Número de situações anticiclónicas (entre 1 de Janeiro de 1987 e 31 de Dezembro de 1997).

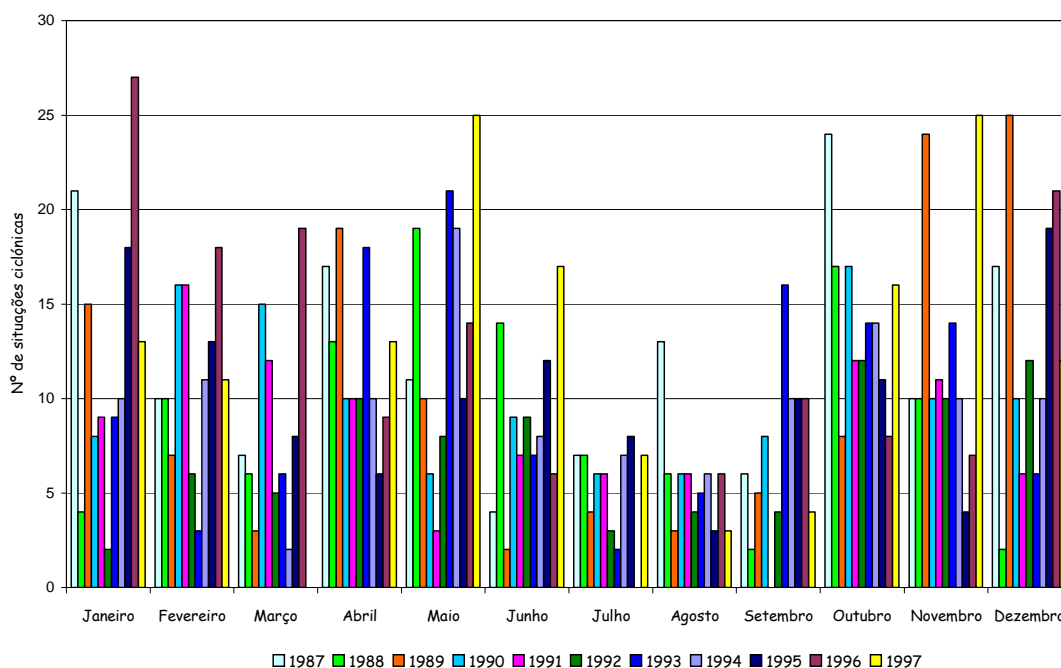


Fig. 14 - Número de situações depressionárias (entre 1 de Janeiro de 1987 e 31 de Dezembro de 1997).

Apreciando a (ir)regularidade da sua frequência ao longo do ano, reparamos que em Junho, Julho, Agosto e Setembro as situações anticiclónicas foram as predominantes na

quase totalidade dos anos estudados. Nos restantes meses do ano, embora tenham surgido sempre em mais de cinco dos onze anos, apenas sobressaem Fevereiro, Março e Abril com 7 e 8 casos com predominância de situações anticiclónicas. Entre Junho e Setembro, qualquer que seja o ano analisado, as situações anticiclónicas permaneceram por mais de 20 dias/mês.

Na totalidade dos 132 meses analisados destacam-se, no que respeita à recorrência com que se perpetuaram sobre a Portugal dias com situações anticiclónicas, os meses de:

- Julho de 1993 e Março de 1989 e de 1997 (28 dias);
- Janeiro, Setembro e Dezembro de 1988 e Agosto de 1995 (27 dias);
- Março de 1992, Julho de 1989 e de 1992 e Agosto de 1993 (26 dias).

As situações depressionárias, pelo contrário, não ocorreram, preferencialmente, em nenhum mês, embora em Outubro e Dezembro elas tenham predominado em 5 e 6 dos 11 anos estudados, respectivamente. Estes são, aliás, as únicas exceções, já que nos restantes meses em que foram mais frequentes, tal ocorreu em apenas entre 1 e 4 dos 11 anos analisados (Fig. 13 e 14).

Relativamente à análise das situações sinópticas em altitude e considerando apenas os dois grandes tipos de circulação - zonal e meridiana- constatamos que houve, ao longo do período 1987-1997, o predomínio claro desta última sobre a outra.

IV. Manifestações de mudança climática impostas pela urbanização

A análise comparativa dos valores médios para os períodos 1931-60, 1951-80, 1961-90 e 1967-96 permite-nos avaliar o *peso* relativo do aumento da temperatura verificado no final dos anos 80, no comportamento médio ao longo dos últimos 60 anos (Quadro I).

A análise das temperaturas da água do mar próximo do Porto permite-nos saber se o aumento dos registos de temperatura verificados no ar, encontram algum paralelismo também nas águas do mar. Se tal acontecer, o peso das alterações provocadas pelas mudanças à escala global será obviamente o mais importante. Se, pelo contrário, não houver qualquer relação evidente entre o ritmo térmico no continente e no mar a hipótese explicativa fundamentada sobretudo nos efeitos provocados pelo aumento da poluição atmosférica inerente ao tipo de crescimento económico vivido na região depois de 1980 será muito mais verosímil.

A comparação entre as Normais Climatológicas de 1931-60 com as de 1961-90 ou com as de 1967-96 (Quadro I), mostram que as temperaturas médias mínimas foram mais elevadas no período mais recente, em Fevereiro (+0.9°C), Dezembro (+3.5°C), em Novembro (+0.7°C), em Setembro (+0.4 °C), em Agosto (+0.3°C), em Julho (+0.7°C) e em Junho (+0.3°C). Pelo contrário, Março, Abril e Maio têm vindo a assistir a uma diminuição das temperaturas mínimas durante os últimos anos, em Março, por exemplo, a diminuição rondou os 0.7°C.

Esta e outra informação climatológica analisadas parecem apontar para o "desaparecimento das estações de transição" que, tão frequentemente nos foi mencionado durante um inquérito à perceptibilidade climática dos portugueses que realizamos em 1990 (A. Monteiro, 1993).

		Tmáxima	Tmínima			Tmáxima	Tmínima
JANEIRO	NORMAL 31-60	13,2	4,7	JULHO	NORMAL 31-60	24,7	14,6
	NORMAL 51-80	13,4	5,2		NORMAL 51-80	24,8	14,8
	NORMAL 61-90	13,4	5,1		NORMAL 61-90	24,7	15,0
	NORMAL 67-96	13,5	5,1		NORMAL 67-96	24,8	15,3
FEVEREIRO	NORMAL 31-60	14,2	5,0	AGOSTO	NORMAL 31-60	25	14,6
	NORMAL 51-80	14,0	5,5		NORMAL 51-80	24,8	14,3
	NORMAL 61-90	14,3	5,9		NORMAL 61-90	25,0	14,7
	NORMAL 67-96	14,3	5,9		NORMAL 67-96	24,9	14,9
MARÇO	NORMAL 31-60	16,3	7,5	SETEMBRO	NORMAL 31-60	23,7	13,6
	NORMAL 51-80	15,9	7,0		NORMAL 51-80	23,7	13,5
	NORMAL 61-90	16,1	6,8		NORMAL 61-90	24,0	13,9
	NORMAL 67-96	16,3	6,8		NORMAL 67-96	23,7	14,0
ABRIL	NORMAL 31-60	18,4	8,8	OUTUBRO	NORMAL 31-60	20,8	10,8
	NORMAL 51-80	17,9	8,3		NORMAL 51-80	21,0	11,1
	NORMAL 61-90	17,5	8,3		NORMAL 61-90	20,9	11,5
	NORMAL 67-96	17,6	8,3		NORMAL 67-96	20,6	11,4
MAIO	NORMAL 31-60	19,6	10,8	NOVEMBRO	NORMAL 31-60	16,7	7,8
	NORMAL 51-80	20,0	10,4		NORMAL 51-80	16,6	7,5
	NORMAL 61-90	19,6	10,6		NORMAL 61-90	16,7	8,0
	NORMAL 67-96	19,3	10,7		NORMAL 67-96	16,9	8,5
JUNHO	NORMAL 31-60	22,6	13,4	DEZEMBRO	NORMAL 31-60	13,7	5,4
	NORMAL 51-80	22,6	13,2		NORMAL 51-80	13,8	5,5
	NORMAL 61-90	22,4	13,5		NORMAL 61-90	13,9	8,0
	NORMAL 67-96	22,4	13,7		NORMAL 67-96	14,1	8,5

Quadro I - Comparação das Normais Climatológicas de 1931-60, 1951-80 e 1961-90, 1967-96 para Porto-Serra do Pilar.

Esta *mudança* é bastante mais evidente nas temperaturas mínimas do que nas temperaturas máximas (Quadro I). A irregularidade anual das temperaturas médias mínimas e máximas anuais, no período que analisamos, confirma de igual modo uma *tendência* para um aumento progressivo das médias anuais.

Estes sinais de mudança, traduzidos num **aumento da temperatura** e/ou no **desaparecimento das estações de transição**, confirmaram-se, integralmente, na análise de todos registos climatológicos que elaborámos.

A comparação das várias Normais Climatológicas, para além de demonstrar um **aumento** consecutivo da **temperatura**, especialmente das temperaturas mínimas, do primeiro para o último período, expressou, claramente, sobretudo uma **alteração no ritmo climático inter-estacional**.

Se a este comportamento da temperatura, associarmos o da precipitação que, como verificámos (Monteiro, A., 1993), também registou um aumento dos totais mensais médios no último dos períodos, especialmente nos meses em que esta já ocorria, *habitualmente*, em maior quantidade, e uma diminuição nos meses do período mais seco, reforçam-se, sem dúvida, os argumentos a favor das **manifestações de mudança climática**, partilhados, de forma empírica, por muitos portugueses.

As medições itinerantes com o termohigrómetro digital executadas num veículo ligeiro de transporte de passageiros, segundo percursos previamente definidos (Fig. 15) têm-se revelado, até ao momento, sem dúvida, a melhor fonte de informação sobre os **padrões térmicos portuenses**.

O percurso escolhido (Fig. 15), reflecte um conjunto amplo de *nuances*, tanto topográficas como de morfologia urbana e funcionalidade. Engloba grande parte das áreas de maior altitude da cidade do Porto, desde a Av. Fernão Magalhães até ao Marquês, assim como áreas menos elevadas, desde o Castelo do Queijo até ao Molhe. Estão incluídas tanto as áreas mais afastadas do mar, como o Freixo e a Circunvalação, entre S. Roque e o bairro de S. João de Deus, como as áreas mais próximas do oceano. São atravessados tanto os bairros de grande compacidade do centro da cidade, como as áreas de blocos residenciais recentes, mais altos e espaçados, ou as áreas de habitação unifamiliar da Av. da Boavista, de Antunes Guimarães e do Lidador, ou ainda áreas de promiscuidade de padrões estéticos e volumetrias da parte leste da cidade, entre as ruas do Heroísmo e de S. Roque da Lameira.

Tentámos, na medida do possível, incluir na nossa amostra exemplos de diversas épocas do ano, tendo em atenção o maior número de tipos de situações sinópticas presentes em cada um dos dias escolhido.

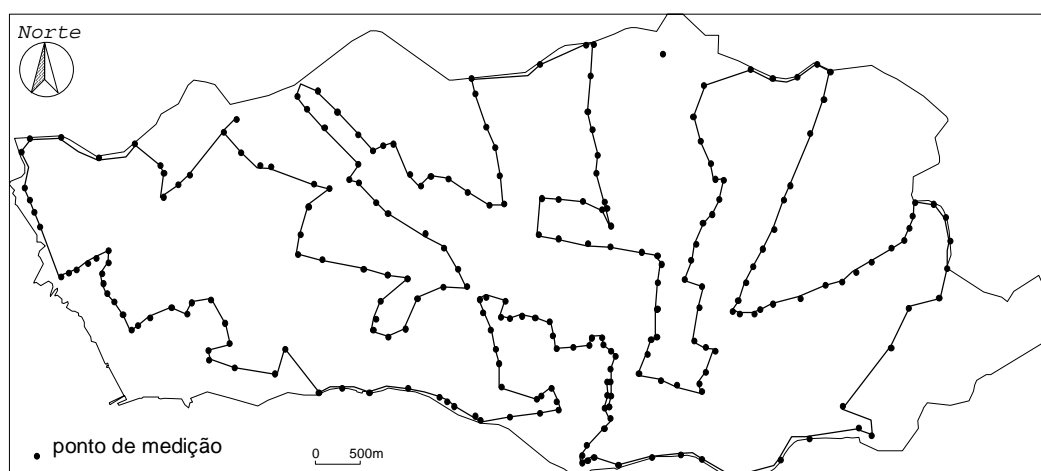


Fig. 15 – Percurso de medição itinerante de temperatura e humidade relativa efectuado entre 1989 e 1997.

A amplitude da distância-tempo entre o início e o fim do percurso impediu-nos de utilizar, directamente, os valores de temperatura registados. O facto de termos decidido não repetir cada um dos percursos em sentido inverso, impossibilitou-nos a utilização da média das temperaturas correspondente, às duas passagens em cada ponto de medição. Decidimos, então, *normalizar* cada um dos valores absolutos, calculando a sua diferença relativamente a um ponto de referência constante.

O ponto de referência a considerar poderia ser um dos pontos de registo incluídos no itinerário – designado normalmente por *ponto zero* – ou então, um ponto de registo próximo, mas exterior ao percurso efectuado.

Optamos por *normalizar* os registos obtidos, em relação ao valor do registo contínuo disponível na estação climatológica do Laboratório de Geografia Física localizada no Hospital de S. João (Porto)⁷.

No período mais frio do ano, encontram-se, na cidade do Porto, vários mosaicos sobreaquecidos pela morfologia urbana e pelas inúmeras actividades antrópicas quotidianas típicas de um espaço urbano desta dimensão. A circulação de bens e pessoas, a iluminação, o aquecimento, a poluição atmosférica e a forma compacta de muitos dos quarteirões portuenses garantiu fontes energéticas complementares do Sol, ausente durante a noite e emissor, durante o dia, de menor energia, nesta época do ano, nesta latitude (Fig. 16 a 20).

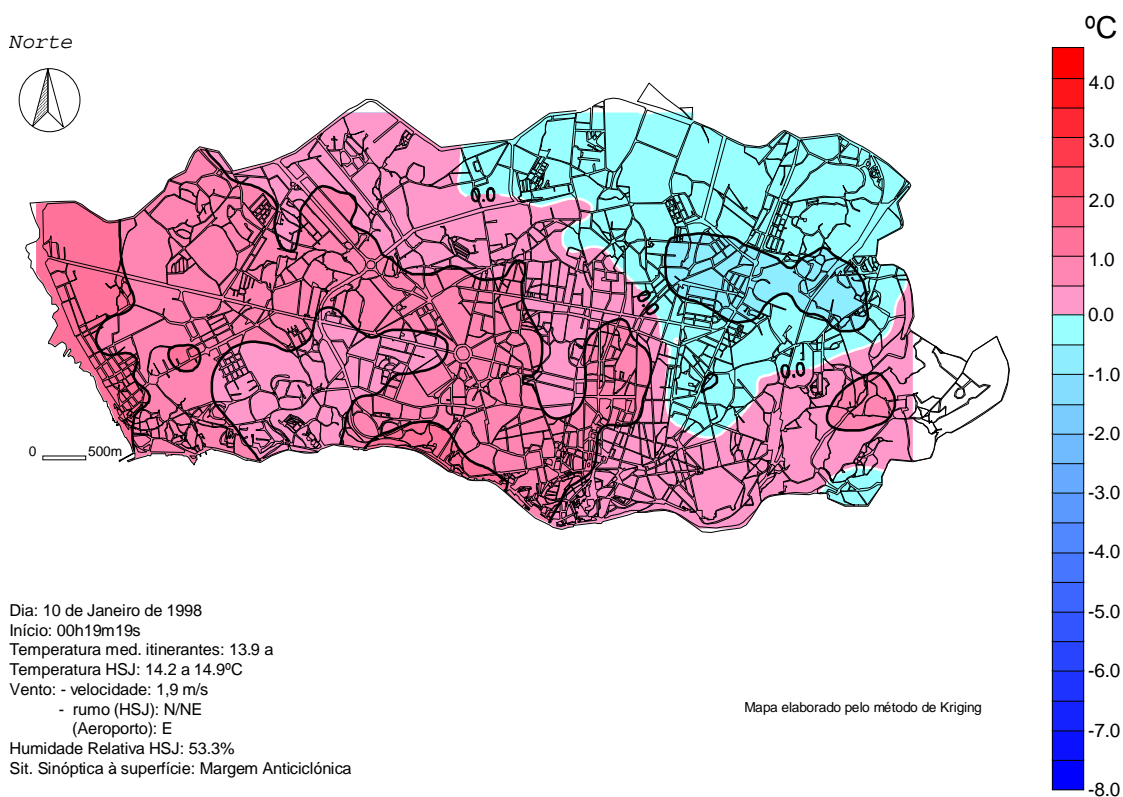
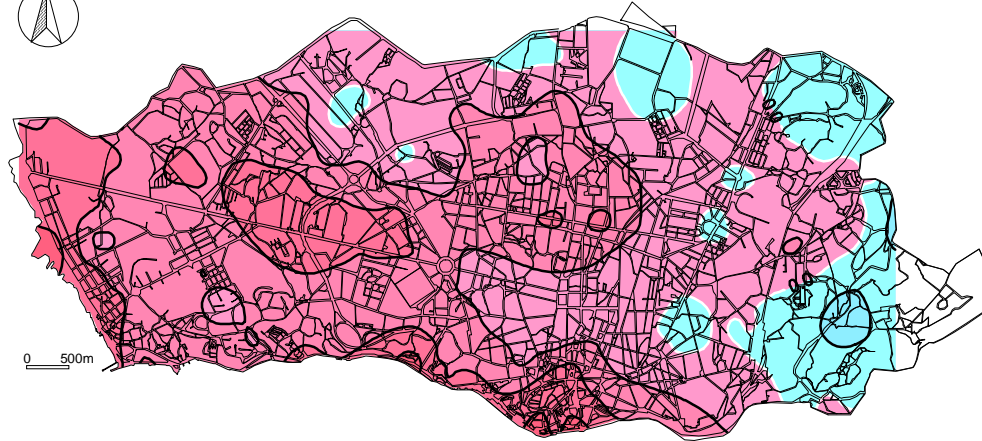


Fig. 16 - Anomalias térmicas na cidade do Porto no dia 10 de Janeiro de 1998

⁷Este procedimento metodológico foi possível porque, durante as medições itinerantes, registámos, para cada valor de temperatura a hora, o minuto e o segundo correspondente.

Norte



Dia: 17 de Janeiro de 1998
Início: 00h21m43s
Temperatura med. itinerantes: 8.0 a 10.5°C
Temperatura HSJ: 8.7 a 9.2°C
Vento: - velocidade: 0.1 m/s
- rumo (HSJ): SE
(aeroporto): E
Humidade Relativa HSJ: 91.1%
Sit. Sinóptica à superfície: Anticiclone Atlântico Subtropical

Mapa elaborado pelo método de Kriging

°C

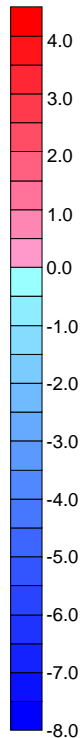


Fig. 17 - Anomalias térmicas na cidade do Porto no dia 17 de Janeiro de 1998

Norte



Dia: 21 de Janeiro de 1998
Início: 00h36m47s
Temperatura med. itinerantes: 8.7 a 11.7°C
Temperatura HSJ: 10.4 a 10.9°C
Vento: - velocidade: 0.4 m/s
- rumo (HSJ): NW
(aeroporto): E
Humidade Relativa HSJ: 96.6%
Sit. Sinóptica à superfície: Margem Anticiclónica

Mapa elaborado pelo método de Kriging

°C

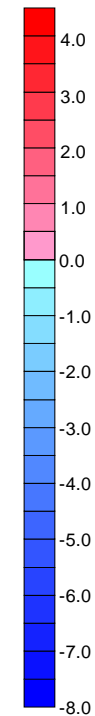


Fig. 18 - Anomalias térmicas na cidade do Porto no dia 21 de Janeiro de 1998

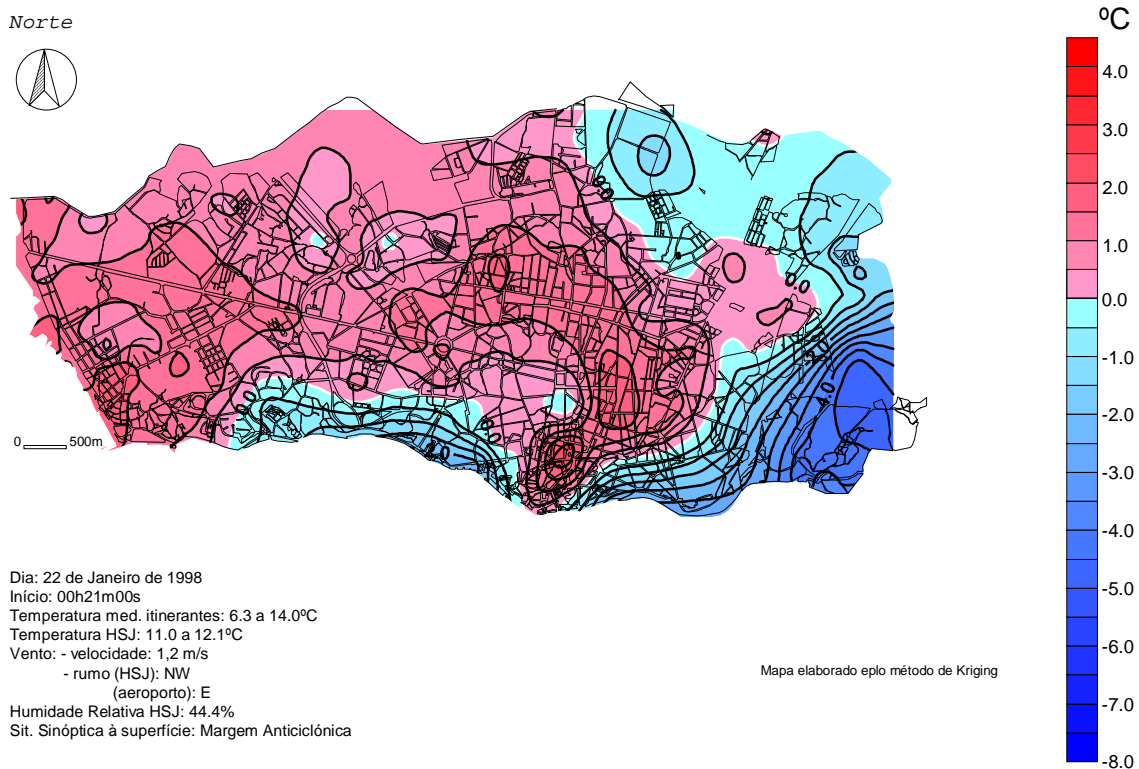


Fig. 19 - Anomalias térmicas na cidade do Porto no dia 22 de Janeiro de 1998

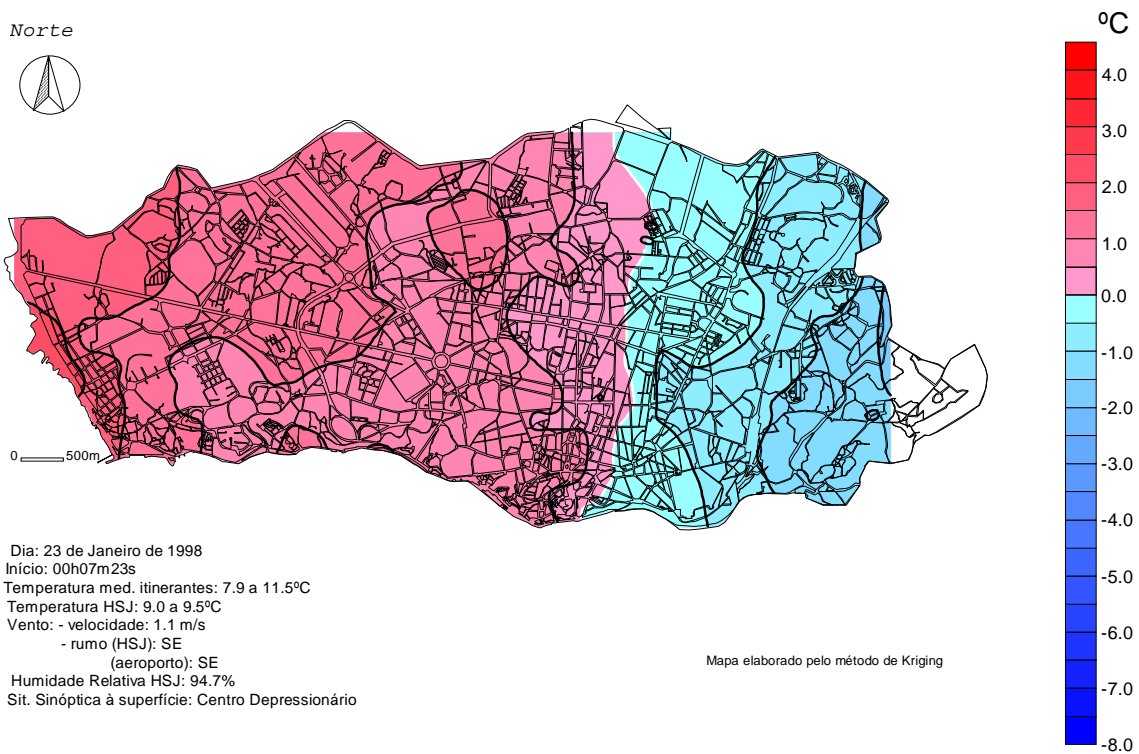


Fig. 20 - Anomalias térmicas na cidade do Porto no dia 23 de Janeiro de 1998

No Inverno encontram-se, com frequência, o **centro da cidade mais quente** do que a sua metade ocidental e estas duas áreas muito mais quentes do que a metade oriental.

A **presença do rio** sobretudo quando, no início da madrugada, serve de corredor privilegiado para ar bastante arrefecido de E, SE ou NE, associada ao obstáculo orientado grosso modo NNE-SSW, corporizado pelas maiores altitudes nesta área da cidade, contribuem para a dividir, climatologicamente, em duas partes substantivamente diversas.

Quando a circulação predominante do ar é de SE e a situação sinóptica é anticiclónica, o centro histórico da cidade, a Boavista e a área industrial de Francos evidenciam a presença de “ilhas de calor” bem marcadas.

Quando a circulação predominante do ar é de SE e a situação sinóptica é depressionária, as diversas “ilhas de calor” associadas ao uso do espaço urbano esbatem-se e diversificam-se, perdendo, na maioria dos casos, intensidade. Os dias 17 e 23 de Janeiro de 1998, são bons exemplos da multiplicidade de formas que o mosaico térmico urbano pode adquirir sob a influência de condições de instabilidade.

Na presença de ar predominantemente de N e sob a acção de perturbações, o padrão térmico urbano associado à intensificação da utilização do espaço em áreas urbanas deixa de ser óbvio.

Nos dias, mais raros nesta época do ano, em que o ar sopra predominantemente de W ou de NW a presença do mar sobrepõe-se claramente aos efeitos da urbanização “varrendo”, de W para E, as eventuais anomalias térmicas urbanas, geradas pelas diversas fontes de energia artificiais e pelas excepcionais capacidades de armazenamento de energia dos materiais de construção e do desenho urbano.

No período mais quente do ano a importância das fontes artificiais de energia para a definição dos mosaicos térmicos nocturnos, supor-se-ia atenuada, uma vez que a fonte energética natural e principal – o Sol - está no seu pico de energia recebida à superfície. A importância e a extensão da acção amenizadora do ar húmido proveniente do mar e do rio, responsabilizar-se-iam pelas *nuances* térmicas quotidianas apreciadas no interior de todo o tecido urbano. Todavia, mesmo nesta época do ano existem algumas evidências do contributo que o Homem carrega para a definição dos subsistemas climáticos em espaços urbanizados (Fig. 21 a 24).

Quando o ar sopra predominantemente de N, as áreas mais quentes da cidade, durante a noite, são o centro histórico, de quarteirões compactos e ruas estreitas e, por vezes, as áreas abrigadas da vertente oriental da plataforma acima dos 100m que emerge na área leste da cidade.

Logo numa primeira impressão visual de conjunto, da cartografia das isoanómalas médias, ressalta o facto das anomalias térmicas serem positivas para a maioria dos dias de registo, independentemente do estado de tempo e da época do ano.

É relativamente fácil definir o núcleo mais quente da cidade, que engloba uma vasta área, em **L** invertido, desde a Rua da Boavista até à "Baixa. Dentro deste núcleo mais quente, incluem-se, em dias de estabilidade atmosférica, três "picos" térmicos: Praça da Liberdade, Palácio dos Correios, Rua da Boavista, e um eixo entre a Praça das Flores e S.Roque.

O núcleo mais quente centrado no, atrás mencionado, **L** invertido, que engloba a Av. dos Aliados-Pç.República-R.Boavista inclui lugares cujas altitudes oscilam entre os 64m (Av.Liberdade) e os 116m (Pç.República). O outro núcleo quente, a leste,

localizado entre o Marquês e S. Crispim, corresponde a áreas com altitudes mais elevadas, entre 145 e 150m.

A área S. e W. da cidade regista quase sempre temperaturas mais baixas. A diminuição da temperatura faz-se progressivamente à medida que nos aproximamos do rio Douro e do mar, respectivamente.

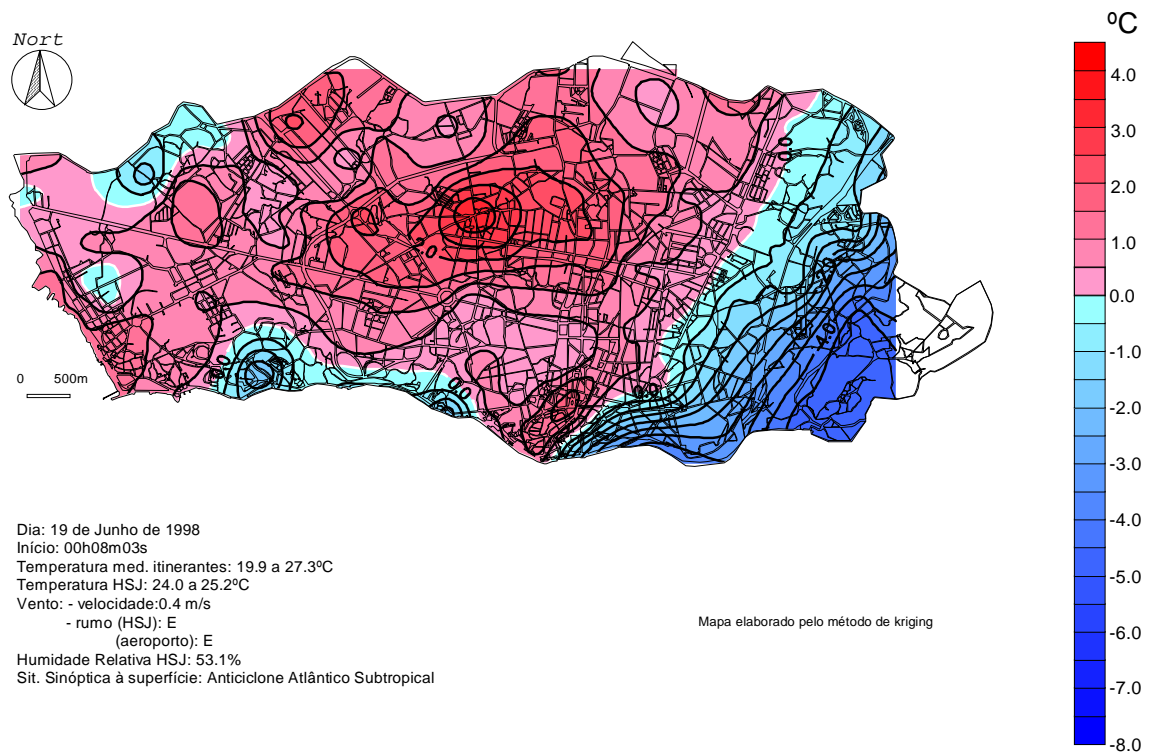


Fig. 21 - Anomalias térmicas na cidade do Porto no dia 19 de Junho de 1998

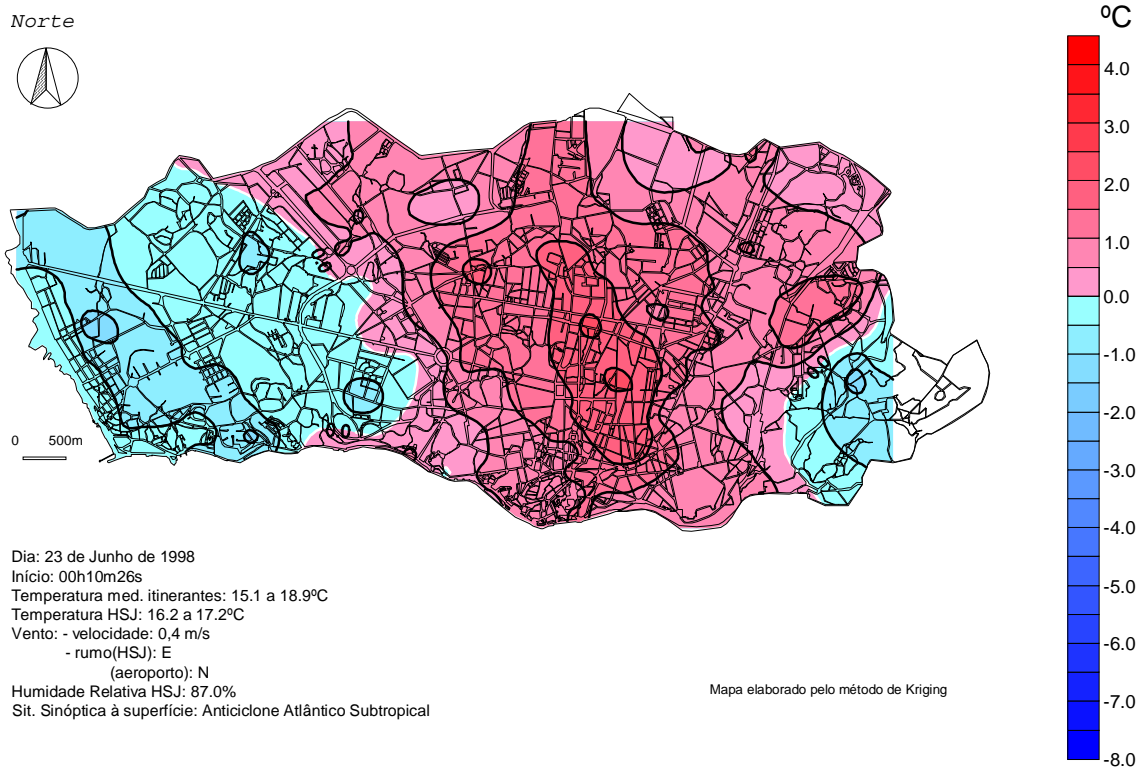


Fig. 22 - Anomalias térmicas na cidade do Porto no dia 23 de Junho de 1998

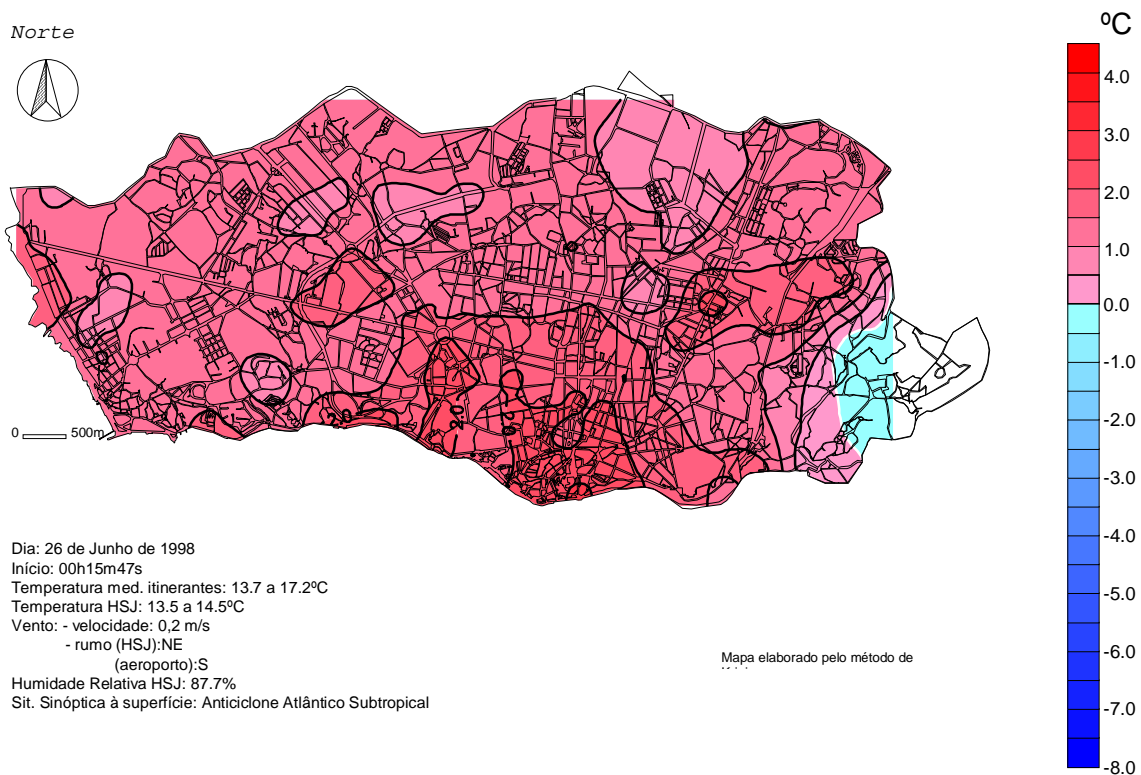


Fig. 23 - Anomalias térmicas na cidade do Porto no dia 26 de Junho de 1998

em relação ao Hospital de São João

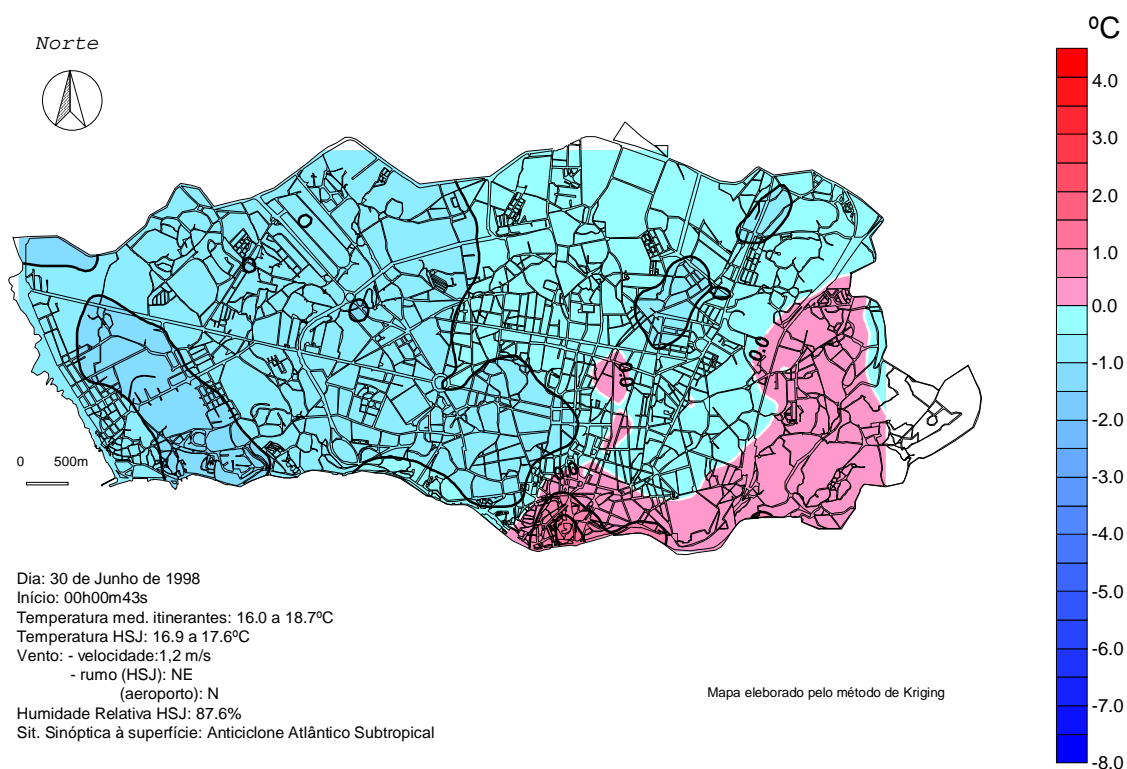


Fig. 24 - Anomalias térmicas na cidade do Porto no dia 30 de Junho de 1998

Quando o vento é de S ou de SW é interessante verificar a extensa área de influência da brisa marítima que penetra na cidade até à longitude da Rotunda da Boavista (Fig. 21 a 24). O centro norte e oriental da cidade, estão nestes dias muito mais quentes - 7 a 8°C - do que o resto da cidade.

Nos dias em que a circulação do ar é de E ou SE perpetua-se como área mais quente da cidade o centro norte mas agora bastante mais prolongado para ocidente. A acção amenizadora dos ventos mais frios e húmidos provenientes do mar fica agora restrita a uma estreita faixa próxima da linha de costa. Em alguns casos, os comuns passeios à beira-mar com o objectivo de encontrar um ar mais arrefecido do que noutras áreas da cidade, são surpreendentemente frustrados pelas elevadas temperaturas que também aí se fazem sentir.

A cartografia das anomalias térmicas típicas, obtidas no conjunto dos dias correspondentes aos já cerca de 10 anos medições itinerantes permite-nos, desde logo, identificar alguns dos principais factores explicativos determinantes do comportamento térmico de cada uma das diferentes áreas da cidade do Porto.

A área oriental é bastante influenciada pela proximidade do rio e pela exposição aos ventos predominantes de cada uma das vertentes do “relevo marginal” cujo topo coincide, sensivelmente, com a rua Faria Guimarães e que atravessa esta área da cidade com orientação NE-SW.

As menores anomalias térmicas nem sempre correspondem aos pontos de registo mais afastados do centro da cidade. Em algumas situações sinópticas é bem visível um

ponto zero naquela que parece ser a coalescência de duas áreas de influência diversas- o mar/rio e o fenómeno urbano.

A presença próxima tanto do mar, como da extensa mancha verde, correspondente ao Parque da Cidade, plasma-se claramente nos contornos das isoanómalas, em qualquer tipo de tempo.

A intensidade da "ilha de calor", tanto nos dias sob a acção de situações depressionárias, como nos dias em que a atmosfera apresentava estabilidade, foi extremamente variável. Desde dias em que toda a cidade apresentou uma grande homogeneidade (Perturbação de NW, Margem anticiclónica, Centro Depressionária), até outros exemplos extremos, em que o centro da cidade registou diferenças de temperatura acima dos 7°C.

Para além deste factor explicativo, emergem ainda alguns outros, de índole geográfica, dentre os quais se destaca: a altitude, o tipo de ocupação do solo e a volumetria dos edifícios.

A correlação experimentada entre a ordem de grandeza das diferenças térmicas encontradas e, cada um destes factores explicativos, permitiu-nos estabelecer alguma hierarquização, no que diz respeito à importância e área de influência de cada um deles, nos vários mosaicos térmicos encontrados (Quadro II).

Factores explicativos do clima urbano	Área de influência
Mosaicos de água / Tipo de cobertura do solo	Toda a área urbanizada
Condições meteorológicas (variáveis no tempo)	Toda a área urbanizada
Uso do solo	Subáreas dentro da cidade
Altitude	Subáreas dentro da cidade
Factores de posição	Pontos de registo dentro da cidade
Espaços verdes	Pontos de registo dentro da cidade
Orientação das ruas	Pontos de registo dentro da cidade

Quadro II - Factores explicativos do clima urbano (Monteiro, A., 1993)

Os efeitos da altitude, que diluiriam *per si* a alimentação do "circuito artificial de energia", associados ao fenómeno de urbanização, são absolutamente eliminados ao nível da rua, onde foram efectuadas as medições.

Nos lugares da cidade a maior altitude, as condições ao nível do solo mascaram, quase completamente, a diluição dos *excedentes energéticos* que esperaríamos face ao menor atrito à passagem do ar que as caracteriza.

Relevante foi também a conclusão que retiramos das observações efectuadas sobre a fraca diferença, tanto nas formas como nas magnitudes, das "ilhas de calor" de Verão e de Inverno.

V. A Qualidade do Ar na área do Porto

1. A Rede de Monitorização da Qualidade do Ar na AMP

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 1968⁸.

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. 25, nº10);

ii) desde Janeiro de 1994, dos registos de mais duas estações automáticas, localizadas na Rua do Campo Alegre (Fig. 25, nº9) e na Rua Formosa (Fig. 25, nº11).

Embora o conjunto de poluentes atmosféricos monitorizados, actualmente, tenha sido consideravelmente alargado (SO₂, CO, NO_x, NO₂, O₃ e Pb), comparativamente com os parâmetros medidos na rede anterior (acidez forte expressa em dióxido de enxofre⁹ 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. 25).

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).

⁸Na 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^o Fernando Vasconcelos, Eng^a 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^a Ana Paula Carneiro, que desde já agradecemos.

⁹A **acidez forte** foi o único elemento de análise, utilizado pela Comissão de Gestão do Ar da Área do Porto, para avaliar a concentração de SO₂ 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 SO₂, quer no período em que a avaliação era efectuada em acidez forte, quer quando passou a ser efectuada em concentração de SO₂. 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 SO₂, comparando-os indiferenciadamente com os valores guia e limite de SO₂ legalmente estabelecidos, não nos parece razoável ignorá-los na leitura que pretendemos efectuar.

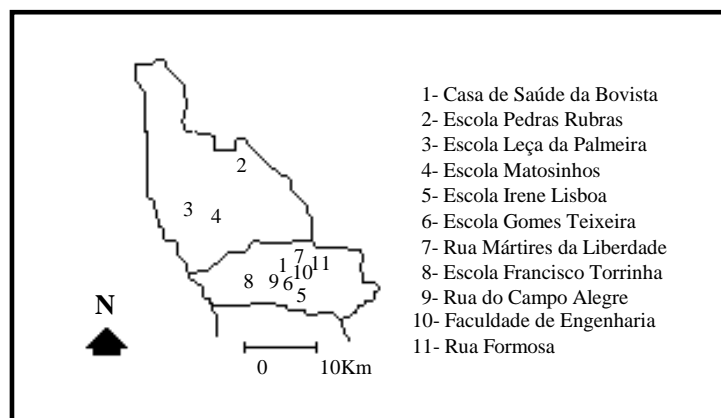


Fig. 25 - Rede de Monitorização da Qualidade do Ar na A.M.P. desde 1968 até 1998.

2. Critérios de definição de poluentes atmosféricos

Antes de prosseguir com a análise crítica dos registos de acidez forte, SO₂, fumos negros, CO, NO_x, NO₂, O₃ 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, coarcta 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 portuguesa 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.

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 Portugal¹⁰, têm vindo a estabelecer um conjunto de valores-guia e valores-limite para alguns dos poluentes considerados mais graves para o Ecossistema em geral e, para o Homem, em particular (Quadros III, IV e V).

	SO2	Partíc./ Fumos	CO	NO2	Ozono	Chumbo
O.M.S.						
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					
U.E.						
Valores Limites						
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	
Valores Guia						
média anual	40 a 60	40 a 60		50		
média de 24h	100 a 150	100 a 150				
percentil 98				135		

Quadro III - Qualidade do ar: valores-limite e valores-guia (concentração em µg/m³).

POLUENTE	0°C		20°C	
	ppb para µg/m ³	ppm para µg/m ³	ppb para µg/m ³	ppm para µg/m ³

¹⁰ A título de exemplo recordamos a Portaria nº286/93, publicada no Diário da República, nº60, I Série-B, de 12 de Março de 1993.

SO2	2,86	2860	2,66	2660
NO2	2,05	2050	1,91	1910
NO	1,34	1340	1,25	1250
O3	2,14	2140	2,00	2000
NH3	0,76	760	0,71	710
CO	1,25	1250	1,16	1160

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

Genebra 1979	Convenção da ECE- 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	Protocolo (EMEP)- 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	Protocolo Enxofre- 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	Protocolo NO_x- acordo para congelar as emissões de NO _x 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 _x ;
Genebra 1991	Protocolo VOC- 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	Protocolo Enxofre- substitui 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	Protocolo NO_x, Amónia e VOC- em 1996 iniciaram-se os trabalhos de preparação de um acordo de redução;

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

3. Os poluentes monitorizados na rede de Qualidade do Ar da AMP

O dióxido de enxofre (SO₂)

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 petróleo¹¹.

A oxidação do enxofre produz dióxido de enxofre (SO₂) 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.

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.

¹¹ A combustão de carvão e de linhite é responsável por 80% do SO₂ emitido para a atmosfera. A combustão de petróleo apenas contribui com uma parte dos restantes 20%. Os veículos a gasolina emitem pouco SO₂ para a atmosfera, uma vez que o conteúdo de SO₂ neste combustível é de apenas 0.04%. Os veículos a gasóleo emitem um pouco mais, já que o conteúdo de SO₂ no gasóleo é de 0.2%.

Os maiores emissores de SO₂ para a atmosfera são: centrais térmicas, siderurgias, indústria química, produção de pasta de papel e incineração de resíduos.

O número e rapidez de reacções fotoquímicas, em que o enxofre se envolve na troposfera, impede o seu transporte para a estratosfera¹².

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 SO_2 ultrapassou os $100\mu\text{g}/\text{m}^3$ ¹³ (Fig. 26).

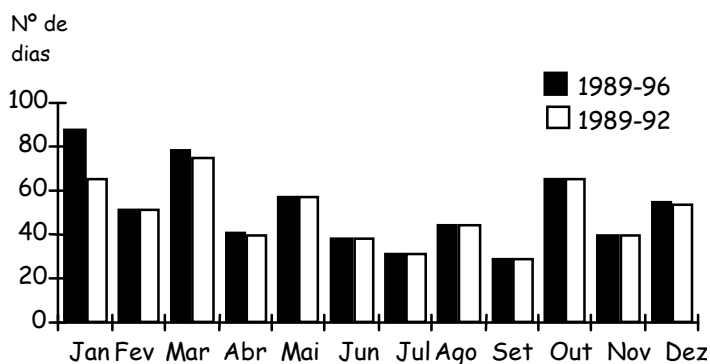


Fig. 26 - Número de dias com concentrações de acidez forte/ SO_2 acima de $100\mu\text{g}/\text{m}^3$ nas estações da rede de monitorização da qualidade do ar da A.M.P (1989-96).

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/ SO_2 acima de $100\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Fig. 26). O facto de 95.2% destas concentrações de acidez forte/ 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. 26), sublinha a pertinência da manutenção das duas redes, simultaneamente, em funcionamento.

Assim, é impossível esclarecer, se esta, quase absoluta, ausência de dias com acidez forte/ SO_2 acima de $100\mu\text{g}/\text{m}^3$, após Janeiro de 1993, se justifica pela fraca representatividade das três estações em actualmente em funcionamento (Faculdade de Engenharia, Rua Formosa e Campo Alegre), ou se é explicada pela alteração no equipamento e tipo de medição efectuada¹⁴.

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_2 acima de $100\mu\text{g}/\text{m}^3$, 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.

¹² O COS constitui uma excepção já que, dificilmente, é removido da troposfera conseguindo atingir a estratosfera onde é convertido fotoquimicamente em SO_2 e SO_4 .

¹³ Convém recordar que os registos disponíveis nesta rede têm inúmeras lacunas de informação (Monteiro, 1997).

¹⁴ Rever n.p.p. número 5.

Sempre afirmámos (Monteiro, A., 1997), que a acidez forte/SO₂ 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/SO₂ acima de 100µg/m³, de 150µg/m³ e mesmo de 200µg/m³ no interior do tecido urbano portuense.

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/SO₂ elevadas em postos distantes das principais fontes emissoras.

Embora o carvão e a linhite 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/SO₂.

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.

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 PM_{2.5}¹⁵) 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 PM_{2.5} 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/m³ (Fig. 27).

¹⁵Partículas com um diâmetro inferior a 10 µm e 2.5 µm.

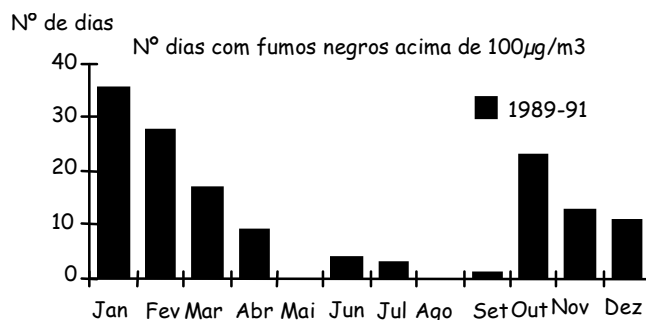


Fig. 27- Número de dias com fumos negros acima de 100 µg/m³ na A.M.P., entre Janeiro de 1989 e Dezembro de 1991 (Monteiro, A., 1997).

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..

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 composição¹⁶. Forma-se quando, na ausência de oxigénio, o combustível não queima integralmente (Quadro VI).

	Sólido	Líquido	Gasosos	Chama de Gás	Fabrico de Cimento	Total de emissões	Emissões de CO2 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	
Portuga	10 974	32 467	0	0	3 737	47 181	4,8

Quadro VI- Emissões de CO₂ pelos processos industriais, 1992, 1000 ton. (adatado 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.

¹⁶Os 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.

N A.M.P. só existem registos de CO desde Janeiro de 1993. Entre 1993 e 1996, verificaram-se 162 dias em que as concentrações de CO ultrapassaram os 10 000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

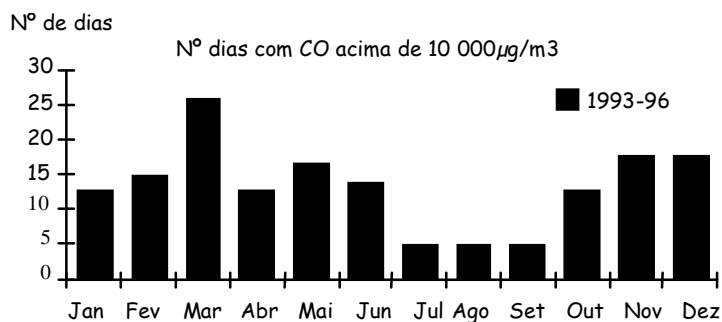


Fig. 28 - Número de dias com CO acima de 10 000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, na A.M.P., entre Janeiro de 1993 e Dezembro de 1996.

À semelhança do que sucede com o SO_2 , 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. 28).

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 elevada¹⁷ 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.

¹⁷ Consideramos elevada uma concentração superior a 10 000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, embora a legislação portuguesa aponte como valor guia uma média diária de 1000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Portaria n° 286/93, p.1172).

Do conjunto de compostos de azoto existentes, vulgarmente, na atmosfera de espaços urbanizados, destaca-se o NO₂ e NO₃.

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 O₃ nas latitudes médias. O NO₂, é um gás vermelho acastanhado, extremamente irritante para os olhos e para o aparelho respiratório.

A remoção do NO e NO₂ da atmosfera pode ser conseguida pela formação de ácido nítrico (HNO₃), 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 lacrimajante, 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 NO₂, desde o centro do eixo viário até aos passeios. Associado a este aumento da concentração de NO₂, está o quase total desaparecimento do ozono, utilizado para oxidar o NO. Percebe-se, portanto, que as concentrações de NO₂ 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 NO₂ superiores a 150 µg/m³ são consideradas, pela O.M.S. e pela legislação nacional, gravosas para a saúde. Sobretudo, quando a população exposta a estas concentrações de NO₂, têm já algumas fragilidades ao nível respiratório ou alergológico (asma, bronquite, febre dos fenos, etc.).

A curta série de registos de NO e NO₂ na A.M.P. (iniciada em Janeiro de 1993), evidencia uma fraca ocorrência de episódios com elevada concentração de NO₂ (Fig. 29)¹⁸. O número de dias com elevada concentração de NO foi significativo especialmente no Outono e Inverno.

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. permite estimar, com razoabilidade, uma degradação da qualidade do ar na "copa urbana", nomeadamente, por NO₂, bastante superior à registada em qualquer das três estações automáticas da DRA-Norte.

¹⁸Ocorreram 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.

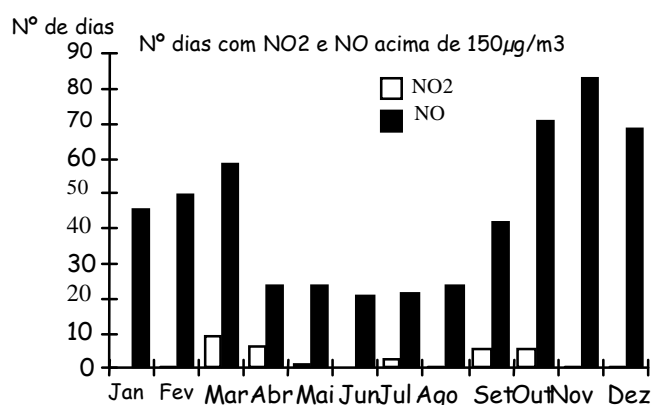


Fig. 29 - Número de dias com NO e NO₂ acima de 150 µg/m³, na A.M.P., entre Janeiro de 1993 e Dezembro de 1996.

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 NO_x, 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).

O ozono

O ozono (O₃)¹⁹ resulta da combinação de um átomo de oxigénio (O) com uma molécula de oxigénio (O₂). 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).

¹⁹A 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 (O₂), 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 O₂ + 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

Compreende-se portanto, que na A.M.P., os registos de O₃ raramente tenham ultrapassado os 150µg/m³²⁰. 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.

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 2.0µg/m³.

VI. Evidências indirectas da degradação da Qualidade do Ar na AMP: 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 (Fig. 134), e o elevado número de crises asmáticas em crianças, com menos de 13 anos residentes na A.M.P. (Fig. 30).

²⁰Apenas no dia 1 de Março de 1995 e 24 de Janeiro de 1997 no posto localizado na Rua Formosa.

Nº casos com asma (1989-97)

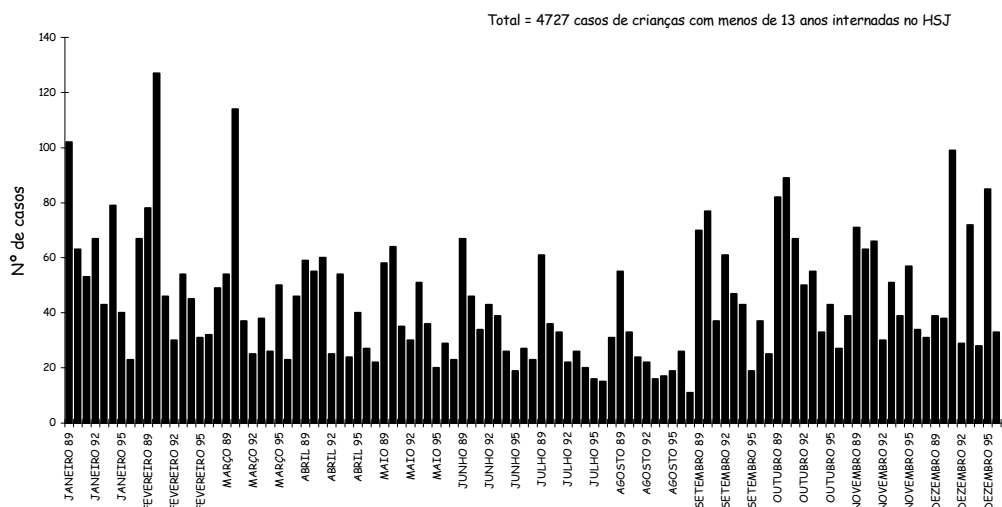


Fig. 30 –Nº de crianças, com menos de 13 anos, internadas no hospital de S. João (Porto), entre 1989 e 1997.

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 grosseiro²¹ somatório dos dias em que as concentrações foram elevadas, evidencia os picos de tráfego do início e do fim da semana.

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.

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.

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 longas²², parece cada vez mais inequívoco o papel do transporte privado na delapidação da qualidade do ar.

²¹Estão neste somatório adicionadas seqüências críticas que ocorreram sob estados de tempo e em épocas do ano muito diversas.

²² O CO pode permanecer cerca de dois meses na atmosfera. O NO e NOx pode permanecer um dia e meio na atmosfera. O SO₂ pode permanecer cinco dias na atmosfera. O Pb pode permanecer alguns minutos na atmosfera.

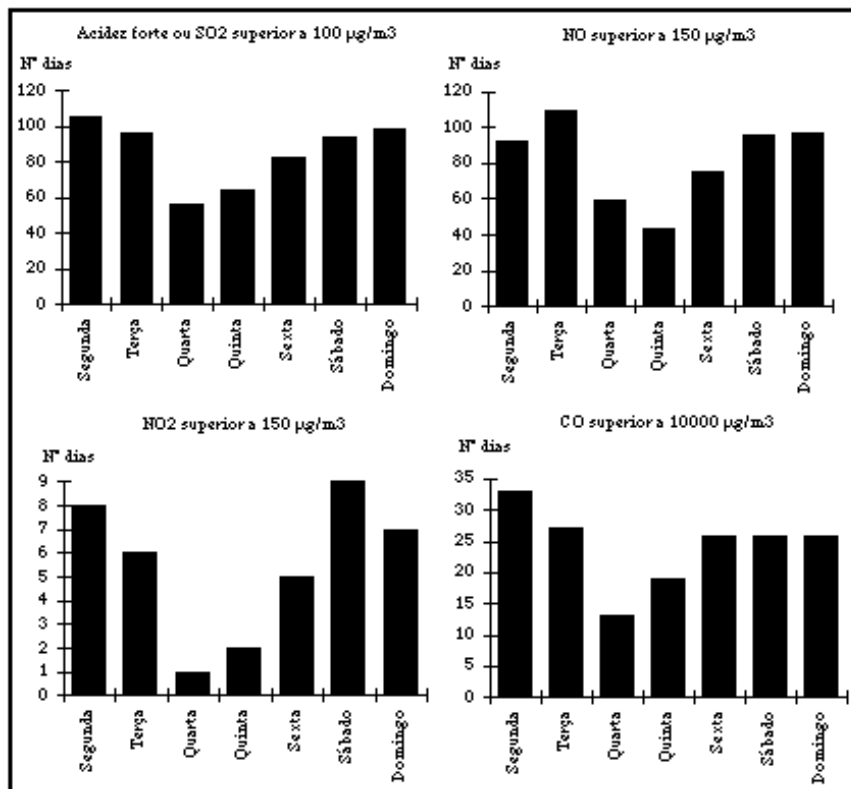


Fig. 31- Ritmo semanal de ocorrência de concentrações "críticas" de alguns poluentes na A.M.P.; entre 1989-96.

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 *Smokless 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 alérgico**.

Só a partir dos 5 anos é que começa já a ser possível associar sintomas como falta de ar, tosse seca, irritabilidade brônquica e obstrução geral das vias respiratórias com a “asma” e, conseqüentemente, a procurar entender a combinação e o peso relativo de cada um dos hipotéticos factores desencadeantes (ambientais, emocionais e fisiológicos), responsáveis pelo seu aparecimento.

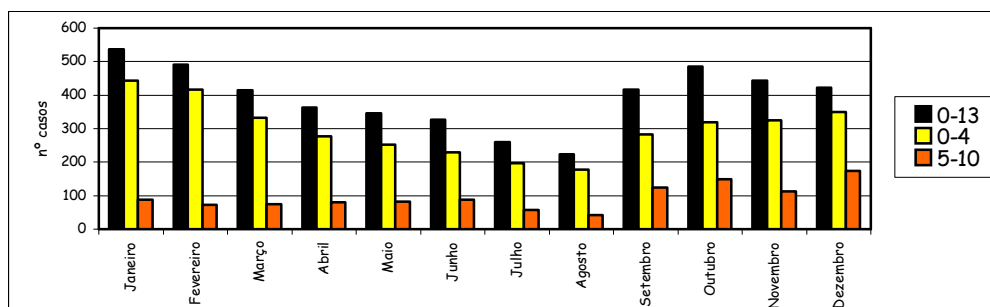


Fig. 33 - Distribuição anual do número de “crises asmáticas”, registadas na urgência do HSJ, entre 1989 e 1997.

As crianças com mais de 5 anos que recorreram à urgência do HSJ, especialmente, entre Setembro e Dezembro, sucederam-se em algumas sequências bastante curiosas²⁴ :

- i) 26 de Setembro a 2 de Outubro de 1989;
- ii) 10 a 15 de Novembro de 1989;
- iii) 6 a 13 de Março de 1990;
- iv) 29 de Setembro a 9 de Outubro de 1991;
- v) 13 a 17 de Outubro de 1991;
- vi) 22 a 28 de Setembro de 1992;
- vii) 21 de Setembro a 4 de Outubro de 1993;
- viii) 26 de Setembro a 3 de Outubro de 1994.

Numa série onde abundam os registos de “0”, “1” e “2” crianças internadas com crises asmáticas, é extraordinário encontrar dias em que acorreram à urgência do HSJ, 5, 6, 8 ou 9 casos de crianças com a mesma patologia. Mais excepcional se torna ainda quando estes totais diários se perpetuam elevados em sequências de mais de oito (8) dias.

Sabendo que qualquer destas crianças reside, brinca e frequenta a escola, numa área do NW português que tem vindo a observar, nas últimas décadas, um dos mais intensos processos de urbanização (Fig. c, d e e), onde a impermeabilização dos solos conquistou a maioria do território para poder ancorar edifícios e espaços de circulação²⁵, desequilibrando inequivocamente a relação do Homem com o seu suporte biogeofísico, não é difícil acreditar que possam existir algumas coincidências entre o **ritmo metabólico urbano portuense** e o **ritmo** a que o **corpo humano** – especialmente o sistema imunitário e respiratório – reage.

²⁴ Isto porque a extensa lista de cerca de 3000 dias (8 anos), para os quais conhecemos o número de crianças que recorreram à urgência do HSJ e às quais foi diagnosticada “asma”, a maioria dos casos correspondem a “0” e “1”.

²⁵ Onde circulam, em grande número vários meios de transporte emissores de partículas e compostos gasosos para baixa atmosfera que a transformam num *cocktail* gasoso irrespirável.

Apesar da diversidade de factores desencadeantes deste síndrome, é provável que a **qualidade do ar ambiente** e as **características climatológicas vividas no(s) dia(s) anteriores** possa ser um dos poucos argumentos capazes de justificar a coincidência de tantas crianças, com **agravamento desta patologia**, no mesmo momento.

O conhecimento das eventuais relações entre o **contexto climatológico** e de **qualidade do ar** vivido e o desencadear de uma “**crise asmática**” que, recorde-se, representa, no Serviço de Urgência do Hospital de S. João, um considerável número relativo de utentes, pode traduzir-se, por um lado, numa melhor qualidade de vida para as crianças se a medicação adequada for antecipadamente prescrita evitando assim o agudizar da crise²⁶, e, por outro, numa planificação dos recursos humanos, das unidades de saúde, mais adequada à dimensão esperada de utilizadores.

A exaustiva pesquisa dos contextos climatológicos e da qualidade do ar presentes nestes *meses e sequências críticas* que constituiu o corpo principal deste trabalho, permitiu-nos concluir que a maior coincidência de crianças entre os 5 e os 10 anos²⁷, na urgência do HS, com crises asmáticas aconteceu em dias com:

- i) temperatura média mínima inferior ao habitual;
- ii) temperatura média máxima acima do “normal” em Março, Abril e Outubro, e, ligeiramente inferior ao habitual nos restantes meses;
- iii) ausência de precipitação;
- iv) velocidade do vento ligeiramente superior ao habitual;
- v) vento do quadrante E²⁸;
- vi) nebulosidade superior ao habitual;
- vii) a presença de situações de estabilidade atmosférica (anticiclone ibero-mediterrânico e atlântico subtropical) e circulação zonal, em altitude;
- viii) concentrações de SO₂ frequentemente acima do percentil 90.

A análise do comportamento dos elementos climáticos e das concentrações diárias de alguns poluentes atmosféricos, durante as sequências de dias críticos e, simultaneamente, nas 24h, 48h e 72h anteriores ao agravamento da patologia, permitiu-nos concluir que foi bastante frequente verificar a ocorrência de uma grande **variabilidade térmica**²⁹.

Apesar de não existir uma relação clara com a matriz climática e de qualidade do ar vivenciada pelas crianças nos dias anteriores, veja-se a título exemplificativo, como nos

²⁶O Professor Luis Delgado, imunologista do HSJ, deu, na comunicação oral que apresentou no Clias's Workshop, realizado em Outubro de 1998, inúmeros exemplos de crises asmáticas desencadeadas pela ocorrência de estados de tempo inesperados. Existe, no serviço, uma prescrição de medicamentos programada de acordo com a expectativa de ocorrência de determinados estados de tempo típicos em cada estação do ano. A antecipação de uma sequência de estados de tempo típicos, por exemplo, de Inverno, no início de Outono, apanha desprevenidos e desprotegidos os asmáticos, aumentando o afluxo à urgência.

²⁷ Os *meses críticos* para as crianças dos 5-10 anos foram: Janeiro, Abril, Junho e Outubro de 1989, Março, Setembro, Outubro e Novembro de 1990, Outubro e Novembro de 1991, Outubro de 1992 e Janeiro de 1993.

As *sequências críticas* para as crianças dos 5-10 anos foram: Abril, Julho, Setembro, Outubro e Novembro de 1989, Fevereiro, Março, Junho e Setembro de 1990, Setembro, Outubro, Novembro e Dezembro de 1991, Setembro de 1992, Setembro e Outubro de 1993, Setembro de 1994, , Novembro de 1995 e Outubro de 1996.

²⁸ Na região portuense os quadrantes predominantes do vento na Primavera e Verão é de N ou NW e no Outono e Inverno de E ou ESE.

²⁹ Quer na temperatura mínima, quer na temperatura máxima,

três dias mais críticos de toda a série – 6 de Março de 1990, 11 de Março de 1990 e 20 de Dezembro de 1991³⁰ – parece perceber-se que existe uma associação com:

- i) o aumento contínuo da pressão atmosférica;
- ii) uma enorme variabilidade térmica (nas mínimas e nas máximas);
- iii) diminuição da velocidade do vento que sopra predominantemente de ESE;
- iv) ausência de precipitação;
- v) aumento significativo da humidade relativa e da nebulosidade;
- vi) situações de estabilidade atmosférica;
- vii) concentrações de SO₂ e fumos negros acima do percentil 90.

VII. Conclusão

Conhecendo já alguns sinais de mudança climática nesta área geográfica, traduzidos sobretudo, num **aumento da temperatura** e/ou no **desaparecimento das estações de transição e alteração no ritmo climático inter-estacional** e, sabendo os benefícios, para a definição de estratégias de desenvolvimento sustentável de espaços urbanos, que um reforço das ligações entre a Climatologia e as Ciências da Saúde pode carrear, pelo menos, para motivar os decisores e os fazedores de cidades a adoptar o *Princípio da Precaução*, nos casos de dúvida ou desconhecimento.

O reconhecimento desta grande dependência entre os **novos padrões de desenvolvimento económico** e a **qualidade das diversas componentes ambientais**, faz com que, **até do ponto de vista económico**, se torne urgente reverter, absolutamente, os inúmeros impactes ambientais adversos detectados na região da Área Metropolitana do Porto.

A demonstração da *coincidência* entre os momentos de **maior afluxo** à urgência do HSJ de crianças com **crises asmáticas** nos dias de grande variabilidade térmica, com ausência de precipitação, com velocidade do vento ligeiramente superior ao habitual e do quadrante E, com nebulosidade superior ao habitual e com a presença de situações de estabilidade atmosférica (anticiclone ibero-mediterrânico e atlântico subtropical) e de circulação zonal, em altitude, e com elevadas, ainda que fugazes, concentrações de SO₂, NO, CO e alguns metais pesados na baixa atmosfera, veio sublinhar:

- i) a importância científica de prosseguir na investigação transdisciplinar no domínio da Climatologia e da Saúde;
- ii) a importância da elaboração de políticas de desenvolvimento sustentável de espaços urbanos ancoradas numa leitura sistémica deste tipo de tecidos territoriais, reconhecendo que a saúde e a qualidade de vida dos utilizadores depende também do clima e da qualidade do ar do lugar em que vivem e que estes são profundamente alterados pelas opções de localização de pessoas e actividades que se adoptar;
- iii) a importância para a gestão dos recursos humanos dos serviços de saúde da antecipação dos contextos climatológicos e de qualidade do ar potencialmente promotores de agravamento de crises asmáticas.

³⁰ No dia 6 de Março de 1990 e no dia 20 de Dezembro de 1991 acorreram à urgência do HSJ, 8 crianças com crise asmática. No dia 11 de Março de 1990 foram atendidas na urgência do HSJ, 9 crianças com crise asmática.