

Importância dos espaços verdes para a promoção do *Conforto Bioclimático* e da *Qualidade do Ar* na cidade do Porto

Ana Monteiro¹
Departamento de Geografia
anamt@letras.up.pt

I. Introdução

O crescimento populacional (Fig.1), e a urbanização provocaram no suporte biogeofísico portuense inúmeras rupturas no *Ecosistema*. Os impactos gerados no *subsistema climático*, são apenas uma das consequências da artificialização e da multiplicidade de usos do solo, bem como das inúmeras actividades antrópicas que, quotidianamente, se desenrolam na cidade.

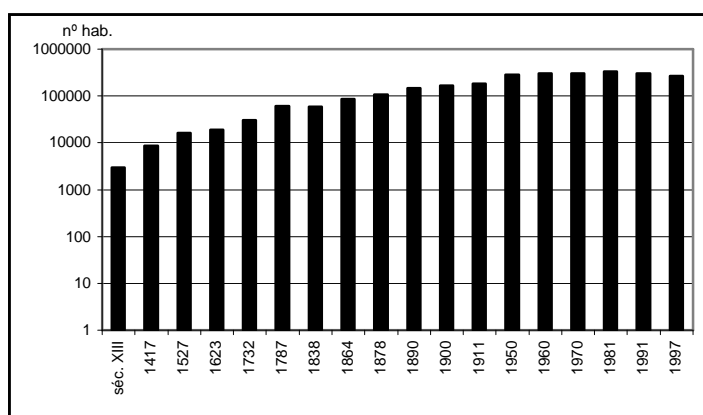


Fig. 1 – População residente no concelho do Porto.

O *climatopo* portuense, enquanto parte integrante de um biótopo onde uma comunidade biótica e abiótica se relaciona num *modus vivendi* de tipo urbano, traduz os reajustamentos que o *puzzle* de novos materiais, volumetrias e impermeabilizações lhe vai impondo.

No caso do Porto são já evidentes os **efeitos de uma cidade no clima regional e local** assim como as **consequências que a modificação de alguns elementos climáticos acarreta para os seres vivos** (Fig.2, 3 e 4).

As concentrações de CO_x, NO_x, SO₂, Acidez forte, Pb e Fumos negros ultrapassaram o percentil 90² num número considerável de. O ciclo semanal, com um pico à quinta-feira e um mínimo ao fim-de-semana, plasma os momentos de intenso movimento de pessoas e bens – entre segunda e sexta – e o período de descanso em que a *Limpeza da Atmosfera* é mais eficaz³ – sábado e domingo (Fig. 3).

¹ Professora associada, de nomeação definitiva, do curso de Geografia da Faculdade de Letras da Universidade do Porto (FLUP)

² Utilizamos, na nossa análise, o percentil 90 e não os valores-guia ou os valores-limite da OMS ou da U.E. para cada poluente, uma vez que a localização das estações de monitorização da qualidade do ar impede, em nossa opinião (Monteiro, A., 2000), a real avaliação das concentrações dentro da copa urbana.

³ Durante a semana, ainda que haja boas condições de *Limpeza da Atmosfera*, os contínuos inputs diários de novos efluentes gasosos não facilitam a manutenção duradoura de uma atmosfera menos poluída.

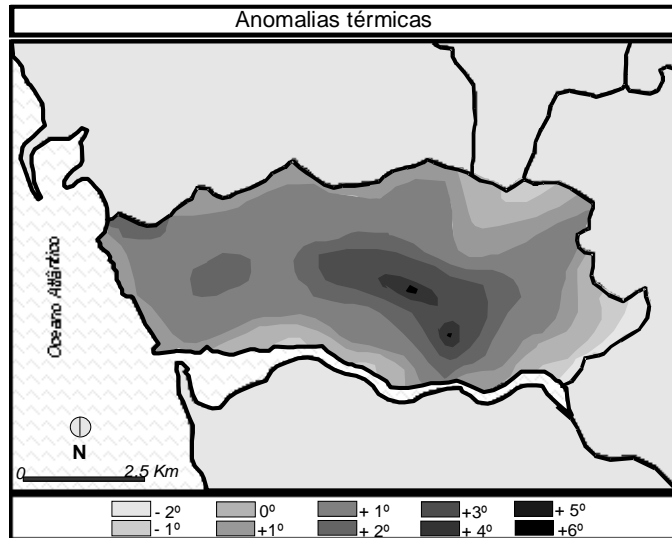


Fig.2 – Anomalias térmicas médias na cidade do Porto (1987-2000).

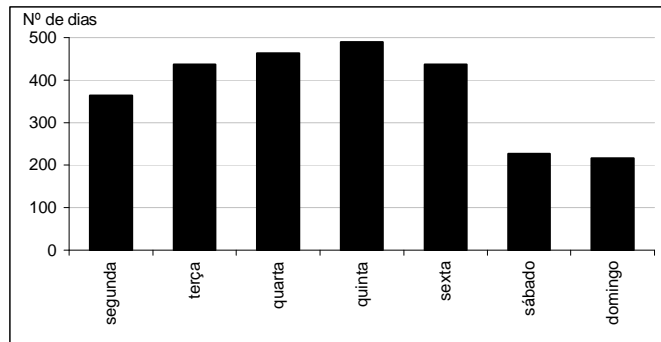


Fig. 3 – Distribuição semanal dos dias cujos valores de poluição (CO_x , NO_x , SO_2 , Pb), na Área Metropolitana do Porto, foram superiores ao percentil 90 entre 1989-1997⁴.

Entre 1989 e 1997, a frequência de registos, na urgência do Hospital de S. João (Porto), de crises asmáticas sobretudo em crianças entre os 5 e os 10 anos, coincidiu diversas vezes com dias em que a concentração de poluentes na atmosfera portuense foi bastante elevada (Fig.4).

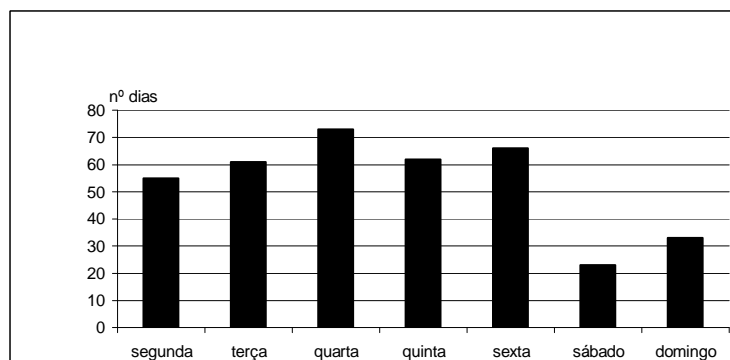


Fig.4 – Distribuição semanal dos dias com casos de crise asmática, em crianças entre os 5 e os 10 anos, na urgência do Hospital de S. João (Porto), cuja concentração de poluição ultrapassou o percentil 90 (Monteiro, A., 1998).

⁴ Sobre a história da rede de monitorização da qualidade do ar ver Monteiro, A., 2000.

A alteração na **natureza da superfície** e nas **propriedades da atmosfera** provocada pelo processo de urbanização afectou as condições de funcionamento de todas as componentes do *subsistema climático*⁵ (Quadro I e II).

Quadro I – Alguns impactes da urbanização nas propriedades da Atmosfera e, consequentemente, no *Sistema Climático*.

Materiais	Albedo	Emissividade	Pop. Urbana			
			Concentração (µg/m ³)			
Asfalto	0.05-0.20	0.95		Partículas	SO ₂	NO ₂
Betão	0.10-0.35	0.7-0.9	< 10 000	577	35	116
Tijolo	0.2-0.4	0.9	10 000	81	18	64
Pedra	0.20-0.35	0.85-0.95	25 000	87	14	63
Telha	0.10-0.35	0.9	100 000	134	69	163
Lousa	0.1	0.9	300 000 (Porto)	120	85	153
Al. ondulado	0.10-0.16	0.13-0.28				
Branco	0.5-0.9	0.85-0.95				
Vermelho	0.20-0.35	0.85-0.95				
Preto	0.02-0.15	0.90-0.98				

Adaptado de Goudie, 1990, p.283

Adaptado de Oke, 1990, p.281.

Quadro II – Estimativa de emissões para a atmosfera de CO, C_xH_y, NO_x e SO₂, geradas pelo tráfego automóvel nos espaços urbanos em análise.

CIDADE	Nº de veículos/dia	Velocidade (km/h)	Estimativa de emissões (kg/km percorrido)			
			CO	C _x H _y	NO _x	SO ₂
PORTO	300 000	35	6 300	780	540	9. 900
		100	4 800	540	1 140	9. 300
MATOSINHOS	100 000	35	2 100	260	180	3. 300
		100	1 600	180	380	3. 100
ESPINHO	30 000	35	630	78	54	0. 990
		100	480	54	114	0. 930
S.J.MADEIRA	30 000	35	630	78	54	0. 990
		100	480	54	114	0. 930

O nº de veículos é uma estimativa resultante da informação da CCRN, 1999 e da JAE, 1999. Para o cálculo das emissões consideraram-se os veículos como alimentados a gasolina. Os factores emissão utilizados foram os do MHEP, 1980, p.64.

Perfilhando um conceito *sistémico* de clima e observando-o como um *sistema* aberto, activo e complexo, cuja vitalidade está na dependência directa da capacidade de trocar energia e matéria com o exterior e como um *sistema* passível de uma multiplicidade de estados de equilíbrio, alguns dos quais podem colocar em risco a presença de vida à superfície da terra, entende-se que qualquer decisão de planeamento deve considerá-lo como um dos factores de (in)sucesso de cada acção a implementar.

Testemunhos de um passado próximo sublinham-nos, aliás, o instável equilíbrio do *sistema climático* e alertam-nos para a necessidade de compreender a complexidade da sua estrutura organizada capaz de memorizar acontecimentos e conferir-lhe consequências no tempo. Este *sistema* tem regras de funcionamento próprias. Os climas global, regional e local reflectem as várias soluções adoptadas pelos níveis estruturais inferiores (*subsistemas climáticos regionais e locais*) para filtrar, seleccionar e conduzir a energia e a matéria.

⁵ As consequências das inúmeras *artificialidades* típicas de qualquer meio urbano, geram *excedentes energéticos* que se repercutem na temperatura e noutros elementos climáticos.

Ao **construir a cidade**, os portuenses deveriam **compreender** e **avaliar** a importância de todas e de cada uma das suas **decisões de planeamento** na resolução geral do **sistema climático**.

A utilização de combustíveis fósseis, a canalização dos cursos de água, os efluentes sólidos líquidos e gasosos excretados pelo *metabolismo urbano*, as opções de localização de edifícios ou o desenho da rede viária juntam-se à impermeabilização do solo e à delapidação dos espaços verdes para promover a modificação dos balanços de energia e de massa no *sistema*.

As alterações da composição química da camada gasosa, que separa a superfície da Terra da principal fonte energética do *Ecosistema* – o Sol - incrementa o *efeito de estufa natural*, responsável por manter a Terra mais quente do que estaria sem o seu invólucro gasoso, e interfere directamente na **eficiência** deste *filtro*.

Ao provocar um aumento na concentração de alguns gases promotores do *efeito de estufa* e, dentre estes, de alguns dos mais eficazes no aprisionamento da radiação infra-vermelha, os cidadãos urbanos têm contribuído para alterar a composição química da atmosfera.

Embora o vapor de água seja o principal protagonista, o CO₂ e outros gases, gerados pelas diversas actividades humanas⁶, são também responsáveis pelo aumento do *efeito de estufa* e pela *degradação da qualidade do ar*.

À magnitude e intensidade dos impactes da urbanização no *subsistema climático local e regional*, junta-se o facto do Porto estar localizado na zona⁷ onde as repercussões do previsível *Aquecimento Global* se prevêem particularmente graves. Todavia, enquanto temos de aguardar algumas décadas, pelas consequências do primeiro tipo de causas, os efeitos da urbanização podem ser, como veremos, fácil e rapidamente detectáveis no comportamento de alguns elementos climáticos.

II. Caracterização Climática Regional Portuense⁸

A cidade desenvolveu-se sobre uma plataforma ligeiramente inclinada para o oceano Atlântico cujas altitudes oscilam entre os 0m e os 160m (Areosa). O rio Douro e o rio Leça⁹ têm, juntamente com o Homem, modelado o substracto físico onde a cidade se foi implantando (Fig. 5). A maioria

⁶Embora a duplicação da concentração de CO₂ na atmosfera nos permita pensar que o nível médio das águas do mar poderá subir quer pela expansão térmica da água, quer pelo degelo de alguns glaciares, têm vindo a ser divulgadas algumas evidências contraditórias ilustrativas da enorme fragilidade destas deduções demasiado *simplistas*.

Para além dos degelos e da expansão térmica da água provocados pelo aumento da temperatura, outros factores como a estabilidade ou instabilidade tectónica, de cada região ou o ritmo a que se processarem as extracções do subsolo, contribuirão, igualmente, para a *resolução final* patenteada pelo *Ecosistema* no futuro.

Segundo MILLIMAN, J.D., 1992, p.51, apesar da costa Mediterrânica ter, em média, assistido a uma subida do nível médio das águas do mar próximo do previsto (1-2 mm/ano), nos últimos anos, e de não ser uma região demasiado instável, do ponto de vista tectónico, o nível médio das águas do mar subiu muito mais do que o previsto no Nilo (4.8mm/ano), em Thessaloniki (4.0mm/ano) e em Veneza (7.3mm/ano), enquanto no delta do Reno (1.4mm/ano) foi inferior à média e em Alexandria até desceu (-0.7mm/ano).

O exemplo da cidade de Banguecoque, citado no mesmo trabalho, cujo ritmo de subsidência atinge, desde os anos 60, 13 cm/ano, coincidindo com a intensificação do processo de urbanização e com o consequente aumento dos consumos de água por parte de um maior número de pessoas, é particularmente interessante na medida em que patenteia claramente a necessidade de incluir nas *projeções* outras *variáveis* para além do aumento do *efeito de estufa*.

⁷A cidade do Porto ocupa uma área de cerca de 4000 ha, entre os paralelos 41°8' N e 41°11' N e entre os meridianos 8°33'W e 8°41'W Greenwich.

⁸Monteiro, A., *O clima urbano do Porto*, Porto, 1993, polic., p.79 e seguintes.

⁹Dois dos afluentes da margem esquerda do Rio Leça têm a sua nascente dentro do concelho do Porto. Um próximo do Hospital de S.João e outro na freguesia de Paranhos perto da Av.Fernão Magalhães.

dos afluentes destes dois cursos de água foram reorientados pelas necessidades crescentes de espaço e não são visíveis à superfície, ou são-no apenas em pequenos troços.

Os fortes declives de toda a margem S da cidade, área de grande compacidade, com ruas muito estreitas, edifícios antigos e altos, e, a oposição morfológica evidente entre a metade oriental e ocidental da cidade ajuda-nos a compreender também, as *nuances* em termos de tipologia de ocupação do espaço urbano a que se tem assistido nos últimos anos (Fig. 5).

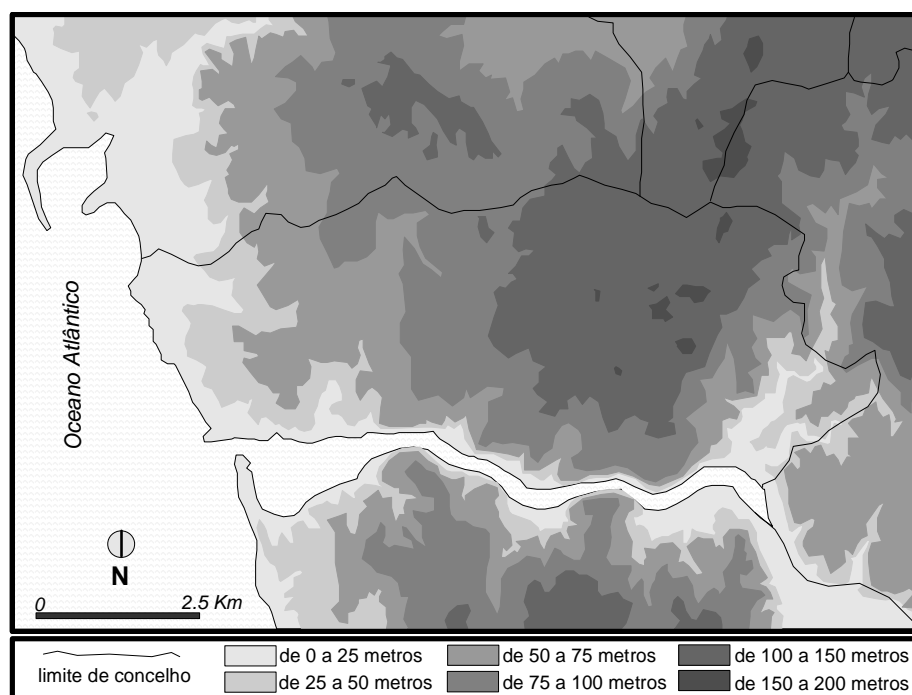


Fig. 5 - Hipsometria da região portuense.

Os declives, o desvio e canalização de uma série de pequenos cursos de água, a sobreocupação do solo e ainda a uma rede de esgotos e de abastecimento de água muito antiga, incapaz de dar resposta às necessidades crescentes da população, justificam algumas das rupturas de equilíbrio já ocorridas, e alertam para a urgência de definição de estratégias de intervenção no espaço adequadas, de forma a prevenir futuros acidentes.

Embora ainda esteja envolta em grande controvérsia, no seio da comunidade científica especializada nestes temas, gostaríamos de sublinhar a *vitalidade* do substracto físico em que a cidade assenta. Vitalidade, que pode emergir da constatação que a faixa litoral atlântica da Península Ibérica se está a transformar numa *margem activa* (RIBEIRO, A., CABRAL, J., 1986) e alvo desde meados do século XIX de uma subida do nível do mar responsável pela fase erosiva actual.

O facto da escala temporal a que se processam estes fenómenos ser quase imperceptível, em termos de uma ou várias gerações, tem feito com que se esqueça, ao nível do planeamento urbanístico, esta *vitalidade* do substracto físico.

Localizada, geograficamente, numa área, frequentemente, influenciada pela acção moderadora do mar, a cidade do Porto (Fig. 5), reflecte, ao longo do ano, uma diversidade de mosaicos climáticos que, em média, se caracterizam por uma oscilação térmica entre os 20°C em Julho e Agosto e os 9°C em Dezembro e Janeiro e ocorrência de precipitação em cerca de metade dos dias do ano (Quadro III).

Quadro III - Síntese das características climatológicas da área do Porto
(valores registados na estação climatológica de Porto-Serra do Pilar entre 1951 e 1980).

Temperatura	média de Janeiro	9.3°C
	média de Julho	19.8°C
	amplitude anual	10.5°C
	média anual	14.4°C
	média das mínimas de Janeiro	5.2°C
	média das máximas de Julho e Agosto	24.8°C
	mínima absoluta	- 3.8°C (Fevereiro)
	máxima absoluta	38.2°C (Julho e Agosto)
Precipitação	total anual	1235.5 mm
	máxima diária	101.2 mm (Novembro)
	dias de chuva	148/ano
Nebulosidade	nebulosidade média anual	6/10 (9h); 6/10 (15h); 5/10 (21h)
	insolação média anual	2583 horas/ano
	insolação mínima em Janeiro	126 horas/mês
	insolação máxima em Julho	329 horas/mês
Vento	predominantes	E (Outono/Inverno) e NW (Verão)
	média anual da velocidade	18.1 Km/h ¹⁰

A grande proximidade do mar contribui para **suavizar os valores extremos de temperatura**. Nas quatro últimas décadas, raros foram os dias em que a temperatura desceu abaixo dos 0°C (2 a 3 dias, em média, entre Dezembro e Fevereiro). A temperatura média do ar pode ultrapassar os 25°C esporadicamente, entre Maio e Outubro, época em que muito excepcionalmente as temperaturas médias mínimas ultrapassam os 20°C¹¹.

O período de **Verão**¹² 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.

¹⁰ Vento bonançoso, escala 3 de Beaufort (3.4-5.4 m/s). O vento desdobra bandeiras leves, o cabelo é ligeiramente despenteado e as roupas podem esvoaçar.

¹¹ "...Sabendo que temperaturas mínimas próximas de 4°C no abrigo correspondem a temperaturas muito mais baixas ao nível do solo, capazes de favorecer o aparecimento de geada, vemos que no Porto a sua probabilidade de ocorrência é teoricamente forte, especialmente, no período entre 1 de Novembro e 1 de Abril (cerca de 40% de probabilidade). A temperatura mínima com maior probabilidade de ocorrência na época de Inverno oscila entre os 4°C e os 6°C. 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 temperatura máxima mais provável no Inverno situa-se entre os 12°C e os 14°C.

Valores da ordem dos 8°C têm pouca probabilidade de ocorrer (4%). Raros são também os dias em que se ultrapassam os 16°C (<10%). No Verão, as temperaturas mínimas mais prováveis situam-se entre 14°C e 16°C. Entre finais de Junho e meados de Agosto, não têm grande significado, em termos de probabilidade de ocorrência, os valores próximos dos 18°C (<7%), nem as temperaturas mínimas à volta dos 12°C (10%). Os valores de temperatura máxima mais prováveis no período de Verão rondam os 24°C - 26°C. Dias com temperatura máxima superior a 32°C e inferior a 18°C são relativamente pouco prováveis (10%)..." in Monteiro, A., *O clima urbano do Porto*, Porto, 1993, polic., p.79 e seguintes.

¹² Utilizando a palavra para traduzir apenas a época mais quente do ano.

O período de **Inverno**¹³ 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 do ano mas têm uma grande irregularidade ($T \approx 5^{\circ}\text{C} \pm 4^{\circ}\text{C}$), as máximas são baixas e muito regulares ($T \approx 13^{\circ}\text{C} \pm 2.5^{\circ}\text{C}$).

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

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 análise dos totais mensais de precipitação, ao longo dos últimos 90 anos, traduz claramente a posição litoral e desabrigada, relativamente à influência do ar húmido proveniente do Oceano Atlântico. 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.

O **período mais pluvioso** inicia-se, nesta área, em **Outubro**, culmina em **Dezembro** e só atinge totais médios mensais abaixo dos 50 mm em Julho e Agosto (Monteiro, 1993).

Entre **Outubro e Fevereiro** são frequentes os dias com totais diários de precipitação iguais ou **superiores a 10 mm**. O número de dias com pluviosidade baixa substantivamente entre Junho e Setembro.

A humidade relativa às 9h é, em média, sempre **muito elevada** (>75%) em qualquer época do ano, o que se compreende face à grande proximidade do litoral e à inexistência de obstáculos à penetração do ar húmido (Monteiro, 1993).

O número de dias de **nevoeiro**, na região, é significativo entre **Outubro e Março** (Monteiro, 1993), e junto ao litoral em **Julho e Agosto**.

A circulação do ar na área do Porto é, em **Outubro e Novembro**, predominantemente de **E**, podendo sofrer ligeiros desvios e soprar de SE ou de NE. Entre **Junho e Agosto** os ventos sopram predominantemente dos quadrantes **W, NW ou SW** (Monteiro, 1993). Abril e Outubro são os

meses que marcam a época do ano em que se inicia uma rotação no sentido e direcção predominantes do vento. 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 qualquer dos outros quadrantes (Monteiro, 1993).

As **velocidades** médias mensais podem ultrapassar, em média, os **20Km/h** (5,5m/s), no Porto Serra do Pilar em qualquer dos meses do ano, embora os quadrantes em que se registaram as velocidades mais elevadas raramente coincidam com os rumos mais frequentes (Monteiro, 1993).

No Porto-Serra do Pilar os ventos mais velozes foram, na maioria dos anos, os de S em Janeiro e Fevereiro e os de NW no resto do ano. As **maiores velocidades** ocorreram em **Março, Abril e Maio**. As velocidades atingidas nos meses de Verão, por exemplo em Agosto, são idênticas às atingidas nos meses de Inverno e superiores às do Outono (Monteiro, 1993).

À superfície, as situações **anticiclónicas** foram, claramente, **predominantes** entre 1987 e 1997 (Monteiro, 1999). As situações depressionárias, pelo contrário, não ocorreram, preferencialmente, em nenhum mês, embora tenham uma ligeira predominância em Outubro e Dezembro. Em altitude o tipo de circulação predominante foi a meridiana.

III. Manifestações de mudança climática na região do Porto

A *mudança* tem sido, no Porto, mais evidente nas **temperaturas mínimas** do que nas temperaturas máximas. A temperatura média mínima tem sido mais elevada nos últimos anos, sobretudo nos meses de Fevereiro, Junho, Julho, Agosto, Setembro, Novembro e Dezembro. Pelo contrário, Março, Abril, Maio e Outubro têm vindo a assistir a uma diminuição das temperaturas médias mínimas.

A precipitação também concorre para reforçar a *impressão memorizada* pelo cidadão comum, de *desorganização estacional*, ao totalizar valores anuais superiores nos últimos anos e/ou ocorrer com um ritmo e intensidade diversa da habitual (Monteiro, A., 2001)¹⁴. As **estações de transição** tornaram-se **indefinidas** ou desapareceram e, as passagens entre o Inverno e o Verão, passaram a ocorrer de uma forma impetuosa e impulsiva.

¹³ Utilizando a palavra para traduzir apenas a época mais fria do ano.

¹⁴ Recorde-se, apenas a título de exemplo, que o Inverno de 2000/2001 que registou, entre Novembro de 2000 e Março de 2001, 134 dias de precipitação (83%), totalizando a maior quantidade de precipitação acumulada desde 1900 (1724,4mm). Janeiro e Março de 2001 foram os mais chuvosos desde 1900 e Novembro de 2000 foi o segundo mais húmido do século.

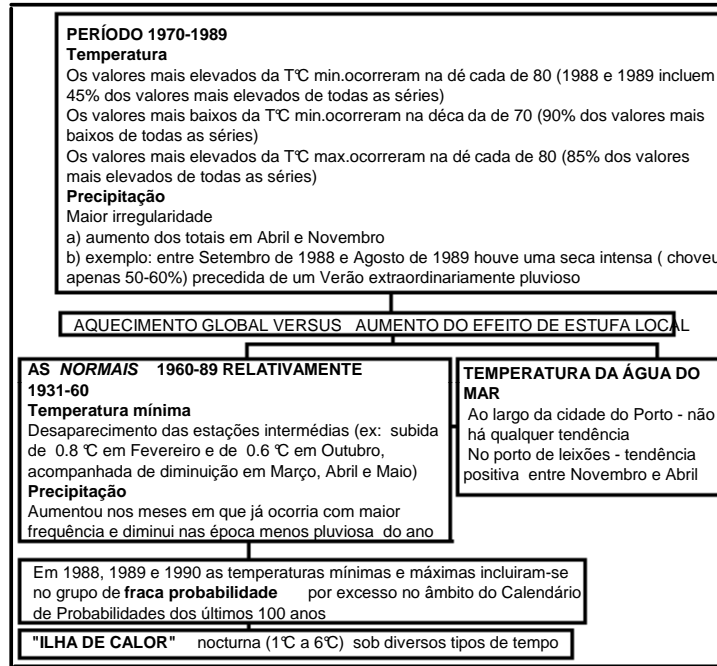


Fig. 6 – Síntese das evidências de mudança climática detectadas na região portuense (Monteiro, A., 1993, adaptado).

É pouco provável que este *aquecimento* seja um fenómeno acidental resultante de mais uma das muitas irregularidades que tipificam este parâmetro climatológico. A comparação das *Normais Climatológicas* de 1901-30, 1931-60 e 1971-2000 parece confirmar a tendência de subida da temperatura, sobretudo das mínimas, a um ritmo que não parece nem casual, nem aleatório (Quadro IV e Fig. 7 e 8).

Quadro IV – Médias de 30 anos na estação de Porto Serra do Pilar (1900-2000).

	Temp. Máx. (°C)	Temp. Mín. (°C)	Precip. Anual (mm)
1901-1930	18.3	10.2	1205.8
1931-1960	19.0	9.7	1139.7
1961-1990	19.0	9.9	1260.7
1971-2000	19.1	10.3	1245.8

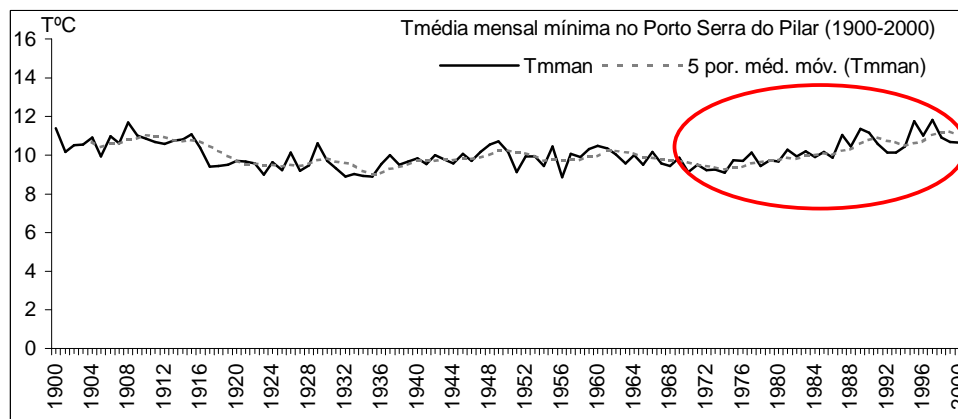


Fig. 7 – Média e médias móveis de 5 anos da temperatura mensal mínima no Porto Serra do Pilar (1900-2000).

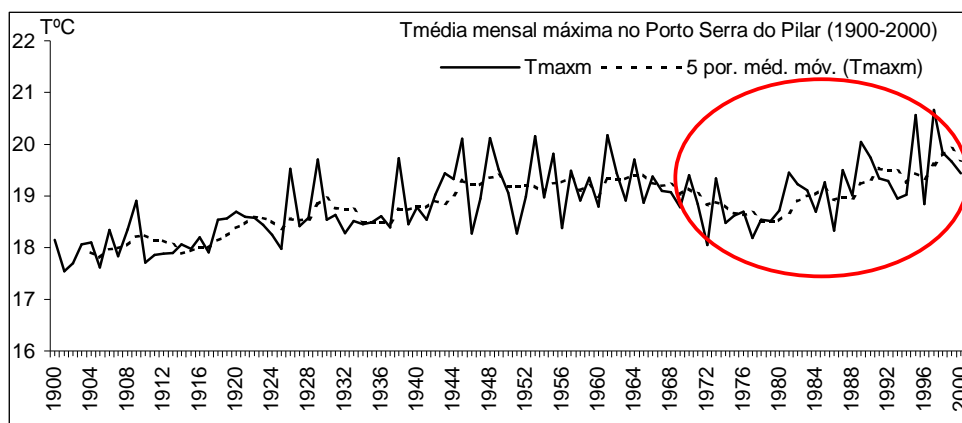


Fig. 8 – Média e médias móveis de 5 anos da temperatura mensal máxima no Porto Serra do Pilar (1900-2000).

Os **sinais de mudança**, traduzidos num aumento da temperatura e/ou no desaparecimento das estações de transição, confirmados em anteriores trabalhos de investigação na área portuense (Monteiro, A., 2001), parecem revelar, dentre outros, os efeitos da intensificação do processo de urbanização a que esta área tem estado sujeita.

De facto, no período mais frio do ano e, sobretudo, durante a noite e início da manhã, encontram-se, na cidade do Porto, vários mosaicos sobreaquecidos, criados pela morfologia urbana e pelas inúmeras actividades antrópicas quotidianas (Fig. 2). A circulação de bens e pessoas, a iluminação, o aquecimento, a poluição atmosférica e a forma compacta de muitos dos quarteirões portuenses, garante um conjunto de fontes energéticas complementares do Sol, ausente durante a noite e emissor, durante o dia, de menor energia, nesta época do ano, para esta latitude.

A magnitude, intensidade e forma das *ilhas de calor urbano* portuenses (Fig. 9a) a 9l)), é condicionada pela presença do rio Douro, do oceano Atlântico e da diferenciação altimétrica mas, também, pela morfologia urbana, materiais e cores do espaço construído, e, claro, pela distribuição e características dos espaços verdes.

Consoante a situação sinóptica, a influência do *modus vivendi* urbano e do *puzzle* artificial de cores, materiais e formas, nos mosaicos climáticos criados, expande-se ou retrai-se para além do eixo *Baixa-Boavista* (Fig. 9a) a 9l)).

As *ilhas de calor* mais intensas ocorrem sobretudo durante a noite, quando as fontes artificiais de calor de origem antrópica compensam a ausência da fonte energética principal – o Sol - em dias de grande estabilidade atmosférica¹⁵, sem grande turbulência, nem movimentação do ar. Persistem e aumentam sempre que há uma sequência de dias sem precipitação (Monteiro, A., 1993).

¹⁵ A presença do Anticiclone Atlântico Subtropical com uma inversão térmica entre os 1000 e os 2000 metros coincide, nesta área, com *ilhas de calor*, normalmente, intensas.

Mapa de anomalias térmicas em relação ao Hospital de S. João

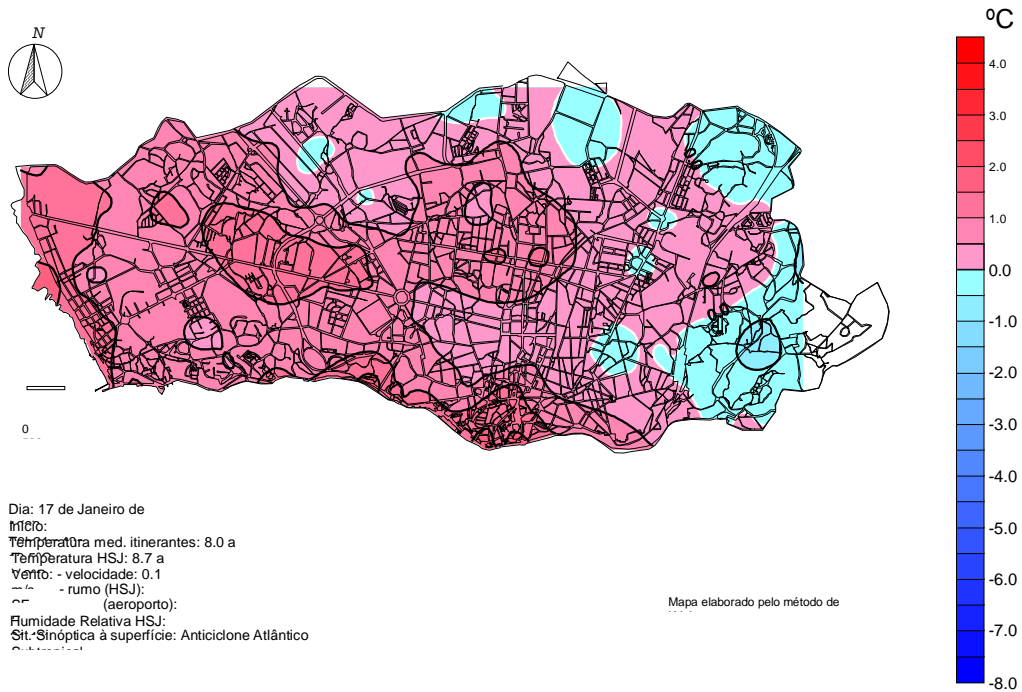


Fig. 9 a – Anomalias térmicas calculadas em relação à estação climatológica do Laboratório de Geografia Física localizada no Hospital de S. João.

Mapa de anomalias térmicas em relação ao Hospital de S. João

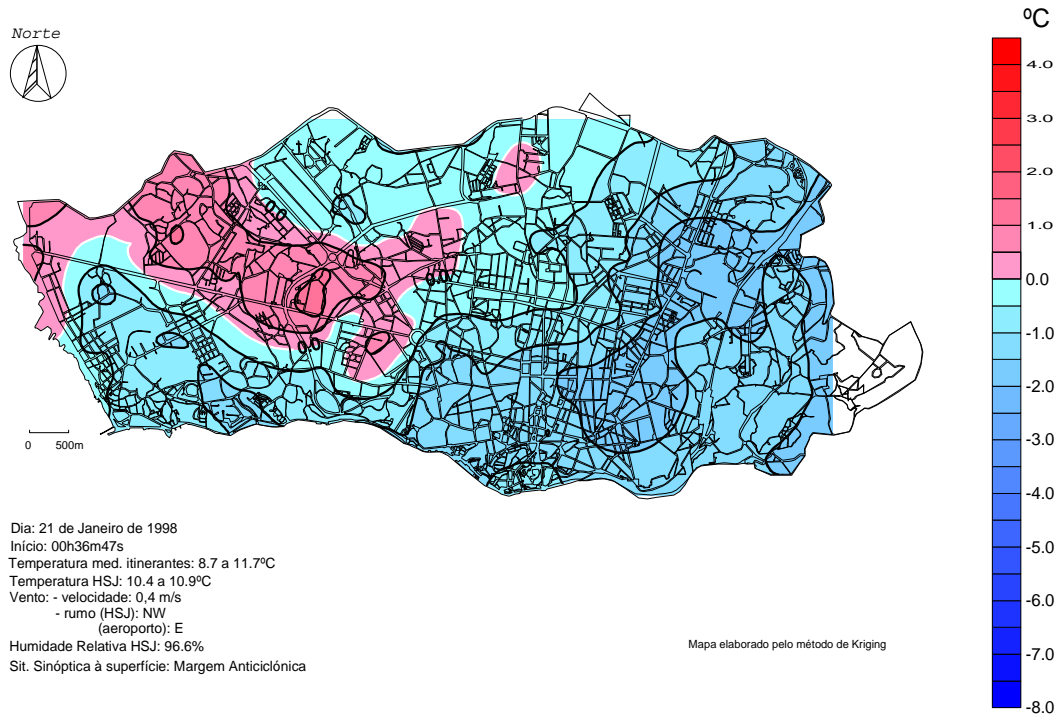


Fig. 9 b – Anomalias térmicas calculadas em relação à estação climatológica do Laboratório de Geografia Física localizada no Hospital de S. João.

Mapa de anomalias térmicas em relação ao Hospital de S. João

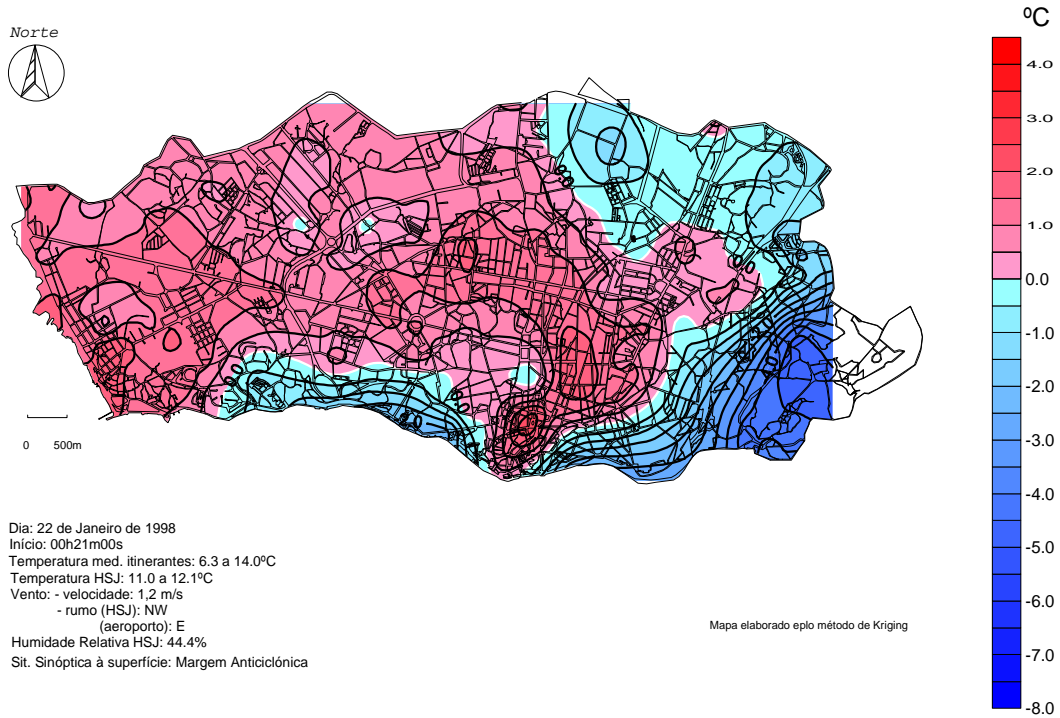


Fig. 9 c – Anomalias térmicas calculadas em relação à estação climatológica do Laboratório de Geografia Física localizada no Hospital de S. João.

Mapa de anomalias térmicas em relação ao Hospital de S. João

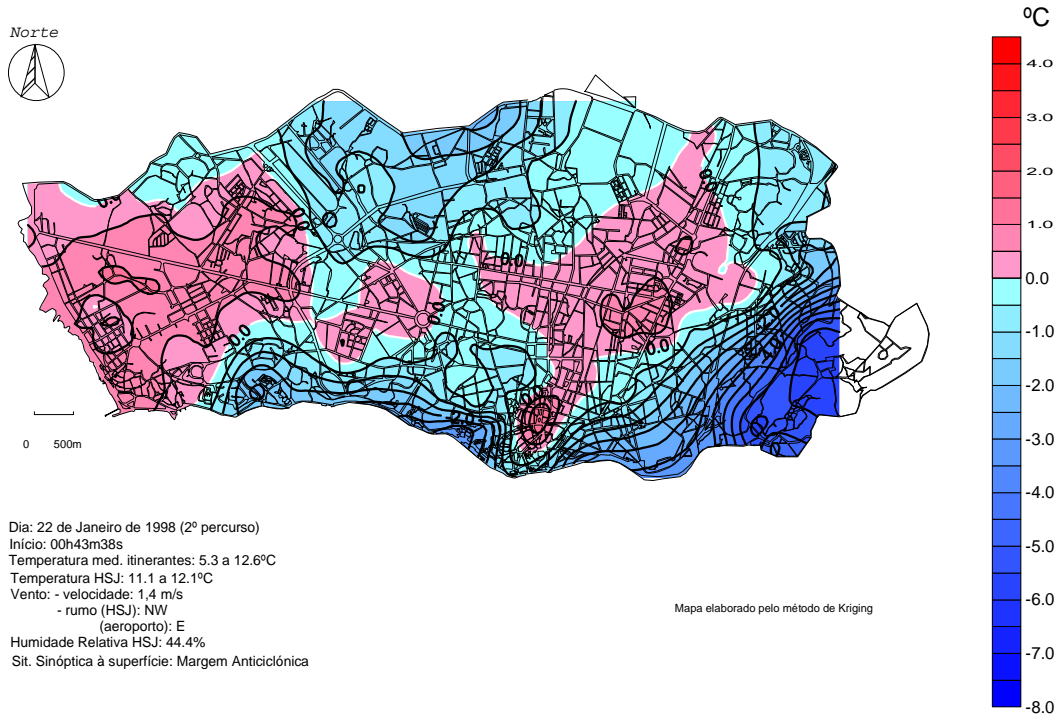


Fig. 9 d – Anomalias térmicas calculadas em relação à estação climatológica do Laboratório de Geografia Física localizada no Hospital de S. João.

Mapa de anomalias térmicas em relação ao Hospital de S. João

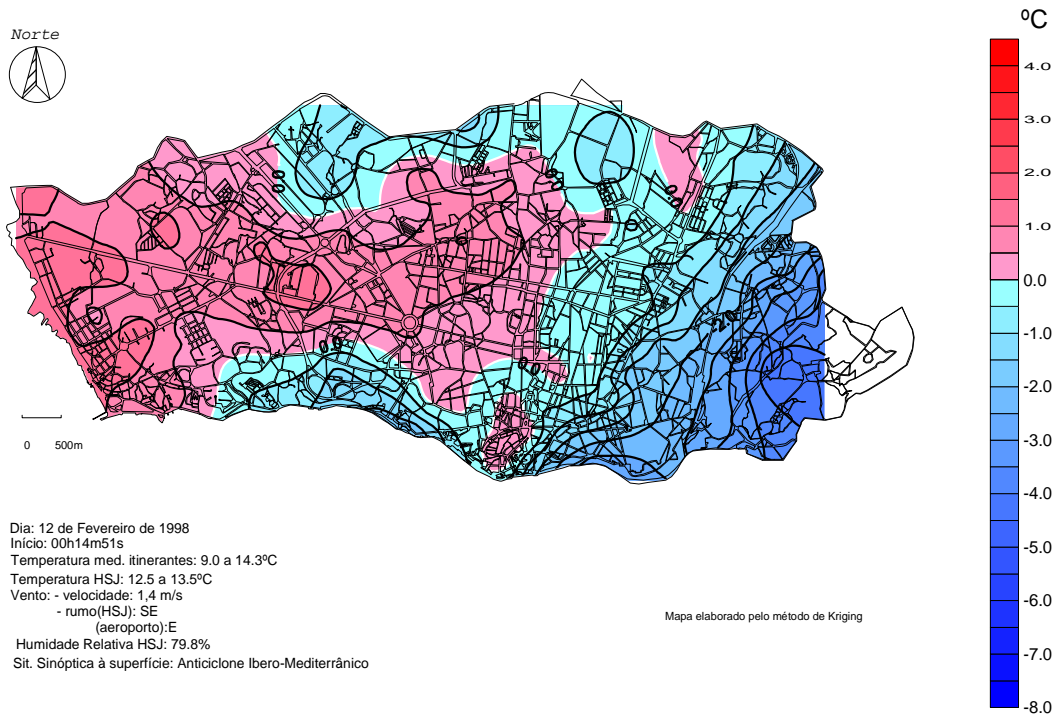


Fig. 9 e – Anomalias térmicas calculadas em relação à estação climatológica do Laboratório de Geografia Física localizada no Hospital de S. João.

Mapa de anomalias térmicas em relação ao Hospital de S. João

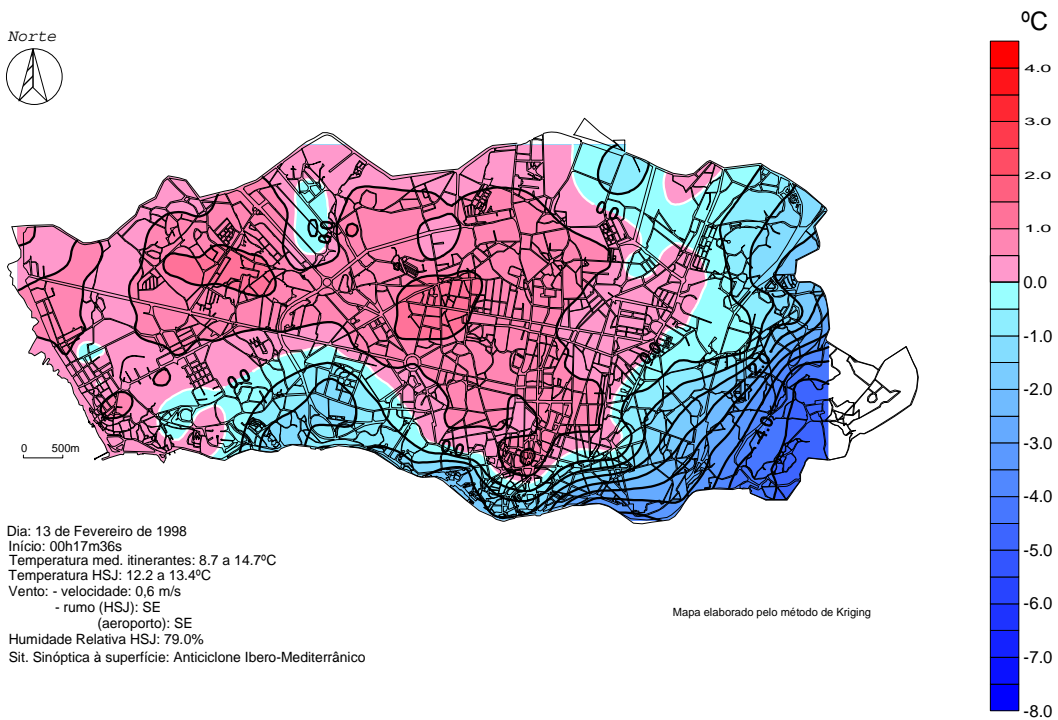


Fig. 9 f – Anomalias térmicas calculadas em relação à estação climatológica do Laboratório de Geografia Física localizada no Hospital de S. João.

Mapa de anomalias térmicas em relação ao Hospital de S. João

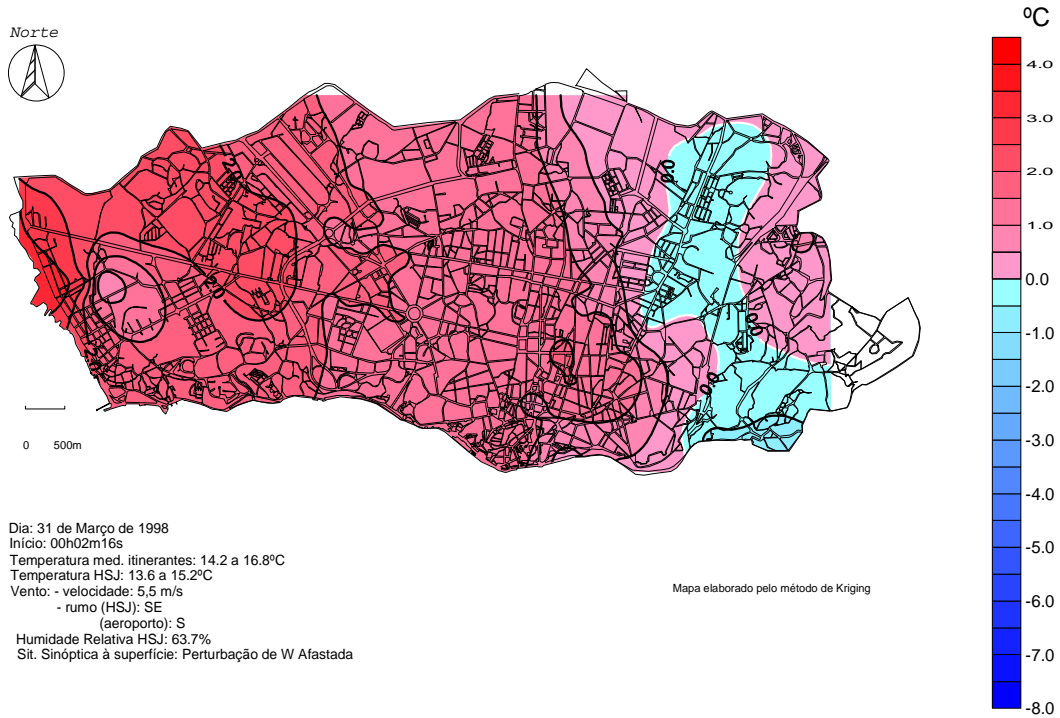


Fig. 9 g – Anomalias térmicas calculadas em relação à estação climatológica do Laboratório de Geografia Física localizada no Hospital de S. João.

Mapa de anomalias térmicas em relação ao Hospital de S. João

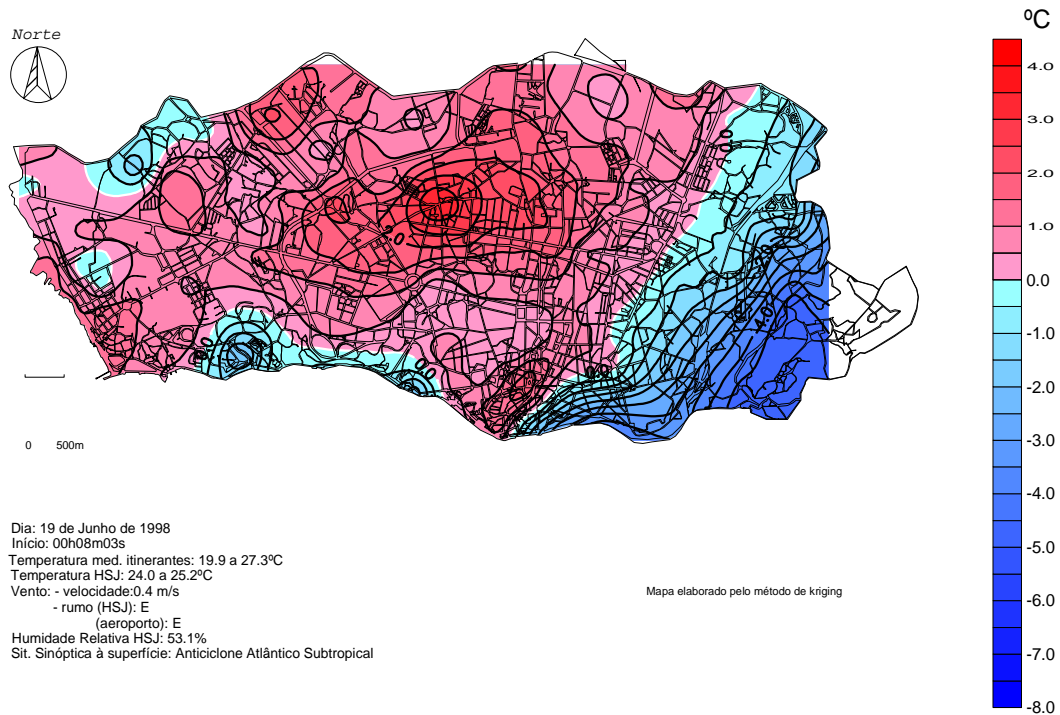


Fig. 9 h – Anomalias térmicas calculadas em relação à estação climatológica do Laboratório de Geografia Física localizada no Hospital de S. João.

Mapa de anomalias térmicas em relação ao Hospital de S. João

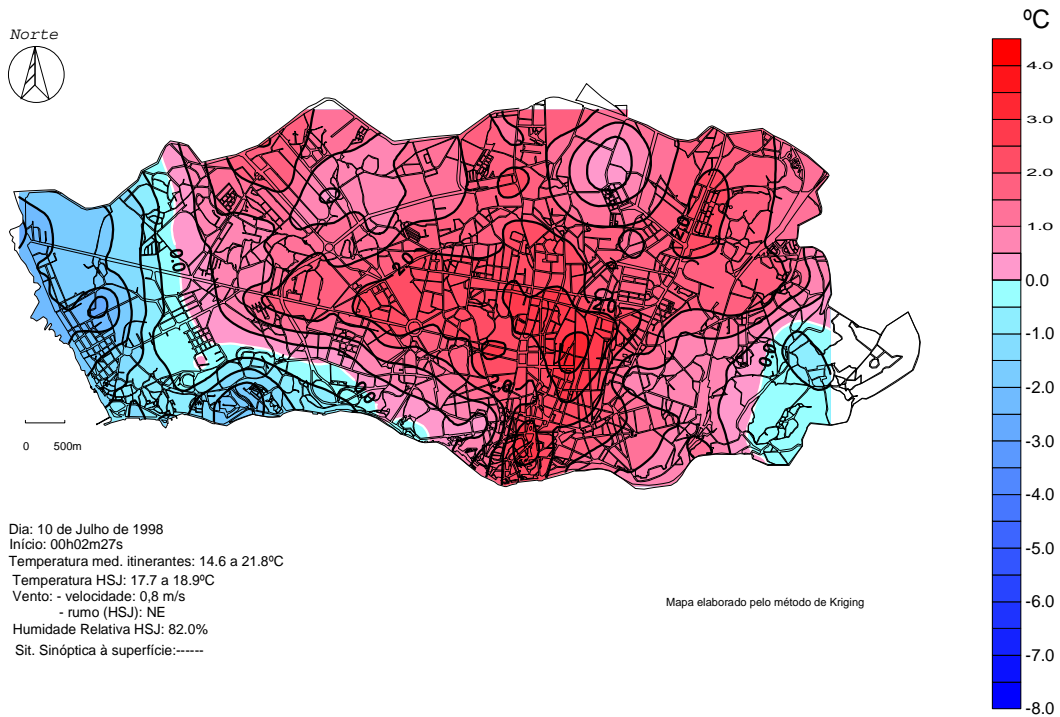


Fig. 9 i – Anomalias térmicas calculadas em relação à estação climatológica do Laboratório de Geografia Física localizada no Hospital de S. João.

Mapa de anomalias térmicas em relação ao Hospital de S. João

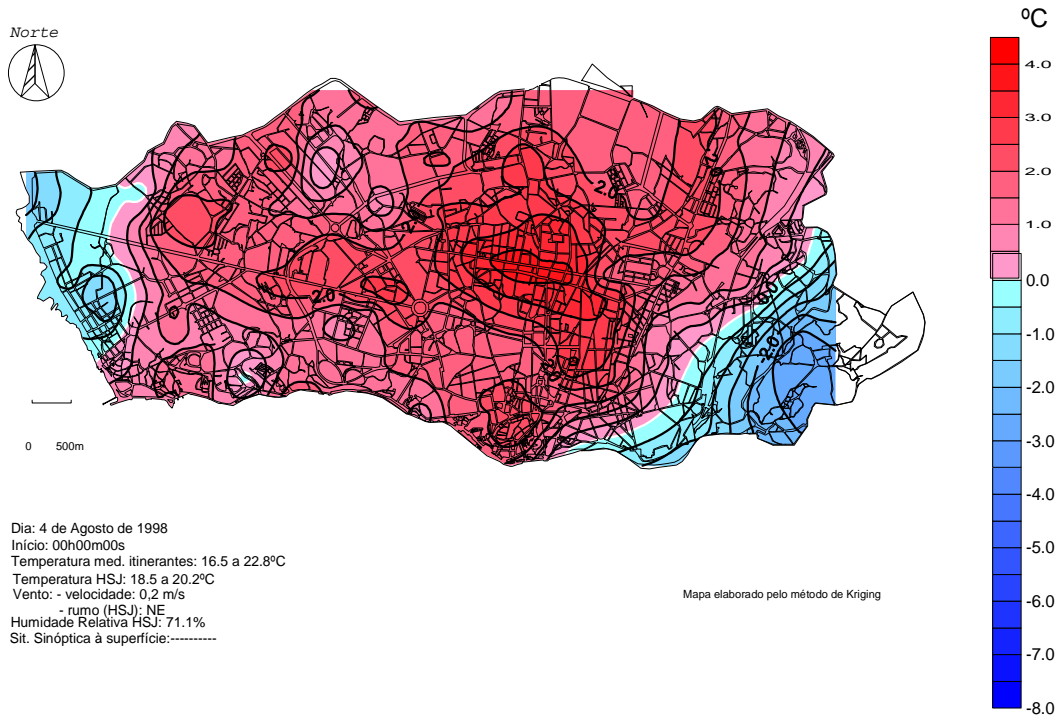


Fig. 9 j – Anomalias térmicas calculadas em relação à estação climatológica do Laboratório de Geografia Física localizada no Hospital de S. João.

Mapa de anomalias térmicas em relação ao Hospital de S. João

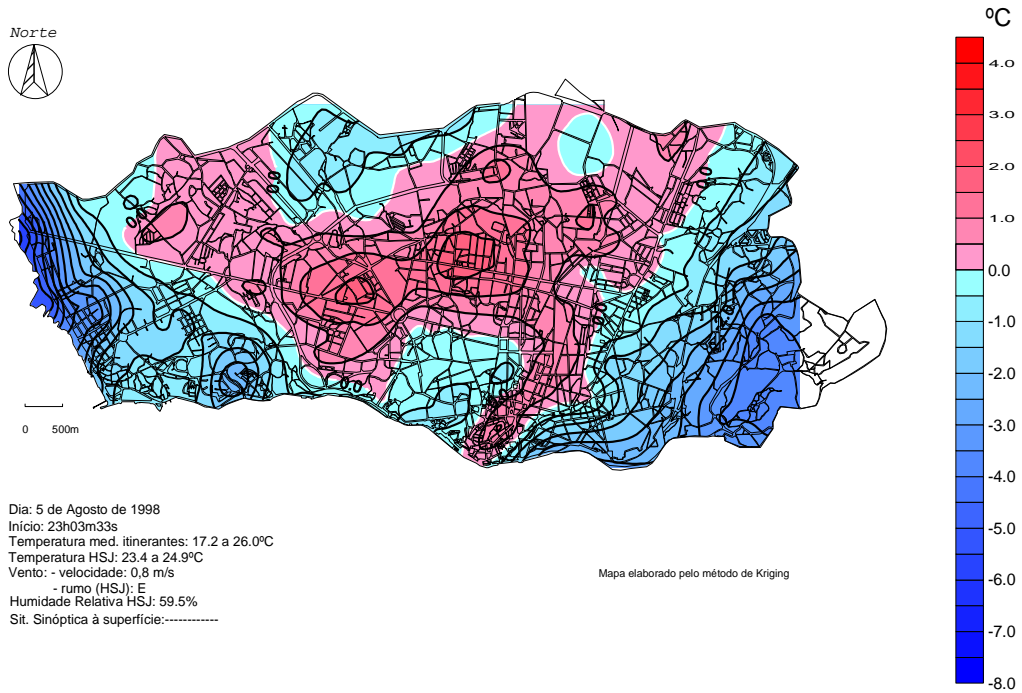


Fig. 9 k – Anomalias térmicas calculadas em relação à estação climatológica do Laboratório de Geografia Física localizada no Hospital de S. João.

Mapa de anomalias térmicas em relação ao Hospital de S. João

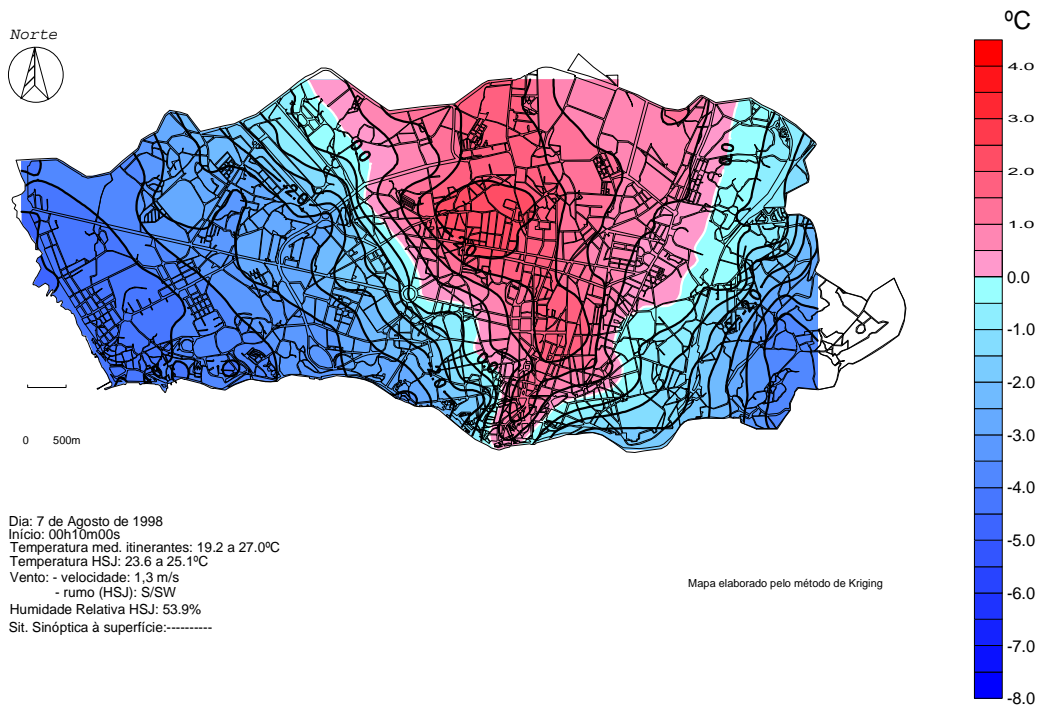


Fig. 9 l – Anomalias térmicas calculadas em relação à estação climatológica do Laboratório de Geografia Física localizada no Hospital de S. João.

IV. O papel dos espaços verdes na mitigação dos impactes provocados pela urbanização

Os espaços verdes, densamente arborizados, são, frequentemente, *ilhas de frescura*, funcionando como *reguladores térmicos* de dia e de noite¹⁶. São, quase sempre, áreas com fraca amplitude térmica diurna ao longo de todo o ano.

Contudo, apesar de muito procurados, sobretudo durante as noites de Verão, os *espaços verdes* públicos, podem ser, por vezes, consideravelmente desconfortáveis. As *massas verdes* são reservatórios de água e energia. A respiração e a fotossíntese e podem, consoante o momento e as circunstâncias, transformar estes espaços em áreas aprazíveis ou muito desconfortáveis. A maior quantidade de vapor de água libertada e mantida nos espaços verdes muito arborizados (Monteiro, A., 1993)¹⁷, pode, por exemplo, provocar um incremento da sensação de calor¹⁸, tornando-as menos confortáveis do que esperaríamos.

A combinação de valores elevados de temperatura e humidade absoluta, pode ainda, corporizar condições óptimas para o desenvolvimento de alguns vírus que, juntamente com o pó, os pólenes de flores ou de árvores, esporos de fungos e partículas de pele de animais, podendo criar condições para o agravamento de patologias do foro alergológico e/ou respiratório, especialmente, nos indivíduos suprasensíveis e hiperreactivos a elementos irritantes.

Todavia, apesar de não ser o elixir para a mitigação de todos os impactes negativos da urbanização, a vegetação pode ser um importante *regulador climático* dentro da cidade. O facto de armazenar, temporariamente, água e energia e de, consoante as suas características, interceptar mais ou menos luz solar, torna-a indispensável para *compensar* as profundas alterações no balanço energético introduzidas pelos materiais utilizados no espaço construído (ex: asfalto, telha, cimento, alumínio, vidro, espelho, etc.), e pelas novas geometrias e volumetrias urbanas.

No caso do Porto, os testemunhos da presença frequente de mosaicos climáticos com anomalias térmicas positivas (Fig. 9), gerados pela excessiva artificialização do suporte biofísico, não têm sido carreados para o processo de planeamento e, conseqüentemente também, para a decisão, sobre a tipologia e a localização de novos espaços verdes, nem para apoiar os modelos de conservação, reabilitação e/ou reconstrução dos já existentes.

Ao incluir, na fase de reflexão sobre as opções da revisão do *Plano Director Municipal* da cidade do Porto, uma **Estratégia para os Espaços Verdes** espera-se otimizar as soluções adoptadas maximizando o conforto e a qualidade de vida sem empolar os custos económicos, sociais e ambientais.

¹⁶ Almendros, M.A., *Aspectos climáticos de los parques madrileños*, Madrid, 1990, polic..

¹⁷ Monteiro, A., *Est-ce qu'il y a des raisons suffisantes pour parler d'un îlot d'humidité urbain dans la ville de Porto?*, *La Secheresse en Mediterranee et dans les pays environnants*, Publications de l'Association Internationale de Climatologie, vol.6, Thessaloniki, Grèce, 1993, p.585-593

¹⁸ A sensação térmica que temos para uma determinada temperatura ambiente varia consoante a humidade relativa (HR):
- a 20°C, a sensação térmica pode ser de 21.1°C (se a HR for 50%), de 22.8°C (se HR for 80%), de 23.4°C (se HR for 90%), ou 23.9°C (se HR for 100%);
- a 25°C, a sensação térmica pode ser de 26.7°C (se a HR for 50%), de 28.9°C (se HR for 80%), de 30°C (se HR for 90%), ou 31.1°C (se HR for 100%);
- a 30°C, a sensação térmica pode ser de 32.2°C (se a HR for 50%), de 37.2°C (se HR for 80%), de 37.8°C (se HR for 90%), ou 39.4°C (se HR for 100%).

A selecção de um arranjo funcional, de uma morfologia urbana e/ou de um conjunto de materiais de construção deverá ser efectuada numa *perspectiva sistémica* considerando, simultaneamente:

- i) os seus efeitos na temperatura, na precipitação, na velocidade do vento, na nebulosidade, na visibilidade, na humidade relativa etc.;
- ii) as repercussões no equilíbrio dos *habitats* existentes;
- iii) o papel regulador que algumas espécies florísticas podem desempenhar na limpeza da atmosfera.

Se a avaliação dos impactes de qualquer acção no tecido urbano tiver implícita esta *leitura organicista* da cidade, a solução final encontrada será, em princípio, a menos dispendiosa, a médio e longo prazo, a melhor integrada no ambiente e, naturalmente, a mais confortável para quem dela pretenda usufruir, isto é, a que garante maior sustentabilidade.

V. A qualificação dos espaços de lazer e recreio ao ar livre em espaços urbanos e o conforto bioclimático

A alteração do ciclo de nutrientes e de energia imposta pela cidade cria uma profusão de novos *habitats* – insectos, pássaros, mamíferos, fetos, musgos, líquenes, micróbios, etc. – que são, porém, segundo os cânones da moda, indesejados e repulsivos. Ninguém aprecia ou frui a biodiversidade de uma porção de solo expectante. Quase todos preferem o arranjo artificial de uma porção de solo relvado salpicado de espécies arbóreas ou arbustivas coloridas e aromáticas. A insistente combinação de espaços relvados com algumas, poucas, árvores levou aliás, Dorney (1979), a designar o *ecossistema* citadino de *Savana Intraurbana*.

Esta *Savana Intraurbana* que se intercalou entre a vastidão dos espaços impermeabilizados - suporte de ruas ou do conglomerado de edifícios de volumetrias, materiais e cores diversas - contribuiu para alterar o contexto climático local e regional. Passamos a observar, nas cidades, um mosaico termo-higrométrico muito complexo.

A introdução de fontes energéticas artificiais associadas à natural, proveniente do Sol, e de sumidouros e emissores de vapor de água e compostos gasosos – nos quais a *Savana Intraurbana* se inclui – alterou a composição química da atmosfera e, portanto, as suas propriedades enquanto *filtro* das trocas energéticas entre a Terra e a Atmosfera.

A proliferação de espaços ajardinados e espelhos de água contribuiu para qualificar esteticamente muitos espaços urbanos mas, nem sempre serviu para mitigar a degradação da qualidade de vida dos cidadãos. O aumento do *stress* e das patologias do foro psíquico, alergológico, respiratório e circulatório, testemunha a inadaptação fisiológica e psicológica dos seres humanos aos novos espaços artificiais que construiu.

A função fotossintética consumidora de CO₂, H₂O e luz e, produtora de hidratos de carbono e O₂, a respiração consumidora de O₂ e hidratos de carbono e produtora de CO₂, vapor de H₂O e energia, ou a capacidade para filtrar partículas, poeiras e alguns metais pesados, não é suficiente para

fazer dos espaços verdes a panaceia para a degradação da qualidade de vida das cidades. A quantidade de espécies necessárias para servir de sumidouro eficaz a toda a poluição atmosférica existente na cidade é excessivamente elevada¹⁹. A multiplicidade de combinações temperatura-humidade relativa existentes nos espaços urbanos pode, se não for previamente conhecida, transformar os *inputs* de espaços verdes, em espaços bioclimáticos desconfortáveis.

A necessidade de dotar os espaços urbanos de canais de circulação de pessoas, de animais e de água - **corredores verdes** – onde os cidadãos possam fruir de horizontes visuais aprazíveis, ou beneficiar de outras actividades de lazer e recreio, em harmonia com um suporte biogeofísico, faunística e floristicamente, diverso, é recente. Remonta aos finais da década de 80 e surgiu, oficialmente, quando o presidente da *Commision on Americans Outdoors* (1987), defendeu a necessidade de cerzir as áreas rurais e urbanas com um sistema de circulação natural e ambientalmente equilibrado, acessível a todos os cidadãos.

A planificação destes **sistemas de circulação**, ambientalmente, equilibrados terá de considerar, desde a sua concepção, as características do suporte biológico e físico, bem como do contexto climatológico onde se vão desenvolver. Dentre estes, salientaremos, ao longo desta reflexão, a importância da climatologia regional e local, quer para o sucesso do *puzzle* biológico a *reservar/conservar*, quer para a eficácia do(s) desempenho(s) ao qual se destina. É necessário reconhecer que a água, o ar, as plantas ou os animais, não são, exclusivamente, objectos decorativos mas, podem e devem ser, também, reguladores climáticos, hóspedes do ecossistema, fontes de diversidade, geradores de paisagens multifuncionais, etc.

O lazer e recreio em áreas ao ar livre exige uma planificação funcional criteriosa dos espaços disponibilizados para os diversos tipos de actividades –jogos, ciclismo, corrida, passeio, contemplação, etc.- de modo a propiciar as melhores condições de **conforto bioclimático** a cada um dos utilizadores, maximizando o equilíbrio dos *habitats* que se pretendem conservar ou recriar.

O (des)conforto bioclimático é avaliado, pelos utilizadores de um espaço verde público, a partir da combinação entre os níveis metabólicos exigidos pelo tipo de actividade recreativa e a combinação de elementos climáticos presente no momento do seu desempenho (Quadro V).

Quadro V – Níveis metabólicos estimados para diferentes actividades (Garcia, 1995, modificado).

Actividade	Energia (W) ²⁰
Sentado tranquilamente	120
Andar calmamente	230-290
Corrida moderada	290-400
Corrida acelerada	430-600

Os elementos climáticos, sobretudo a temperatura, a humidade, o vento e a radiação solar condicionam o conforto dos utilizadores podendo ora incrementar as potencialidades, ora agravar os constrangimentos. Embora não exista um *ótimo climático* para cada uma das actividades

¹⁹ Hough, M, 1989, p.43, "...para absorver as mais de 455 000 ton. de SO₂ emitidas anualmente em St Louis (Missouri), seria necessário plantar 50 milhões de árvores, o que significaria ocupar 5% da área da cidade..." (tradução nossa).

recreativas é consensual que a **qualidade cénica** e o **repouso biológico** proporcionado pelo estado de tempo é uma das condições de atractividade da clientela potencial de qualquer espaço verde público.

Qualidade cénica porque a ausência de nebulosidade e de precipitação propicia um céu mais azul e faz com que as cores dos elementos da paisagem ganhem brilho qualificando o cenário em que se desenrolará a actividade.

Repouso biológico porque a homeostasia é fundamental para poupar aos seres humanos o esforço biológico excessivo necessário sempre que tem de activar mecanismos de compensação que permitam suportar temperaturas muito elevadas ou muito baixas, sem alterar a sua temperatura corporal (Quadro VI).

Quadro VI - Síntese das características climatológicas geradoras de "Ambiências (Des)Confortáveis" (extraído de Rodrigues, B., 1978²¹)

T°C acima dos 24°C Humidade Relativa acima dos 60%	Ambiência Quente Lassidão física e intelectual Transpiração ao mais pequeno movimento Mal-estar psíquico se a humidade relativa ultrapassar os 80%
T°C acima dos 30°C Humidade Relativa = 40%	Ambiência Quente Sensação incómoda de abatimento e cansaço Excitação nervosa, depressão, abrandamento do ritmo cardíaco
T°C ≥ 38°C Humidade Relativa = 70%	Ambiência Quente Pode ocasionar um "Golpe de Calor Fatal" (morte)
T°C ≤ 14°C Humidade Relativa = 70%	Ambiência Fria Constricção dos vasos sanguíneos dos dedos, orelhas e nariz
T°C entre os 0°C e os 10°C	Ambiência Fria Efeitos patológicos associados com a constricção dos vasos sanguíneos cujos efeitos podem ser irreversíveis se a exposição for prolongada

Existe um número considerável de **Indicadores de Conforto Bioclimático** que permitem classificar os *lugares* de acordo com as funções que lhes estão atribuídas (Quadro VII e VIII).

Para avaliar o *(des)Conforto Bioclimático* vivido na cidade do Porto seleccionámos apenas alguns dos indicadores²²: o *Complexo Termo-Anemométrico* (K)²³, o *Complexo Termohigrométrico* (THI)²⁴, o Índice de Qualidade da Estação Estival (IS)²⁵, o Índice de Atractividade de Áreas Litorais (ICM)²⁶; a *Tabela de Mahoney* e as *Curvas de Conforto de Carrier*.

²⁰ Recorde-se que $1,16\text{W/m}^2 = 1\text{Kcal/m}^2/\text{h}$.

²¹ RODRIGUES, B. "A bioclimatologia e a produtividade laboral", *Rev. Inst. Nac. Met. Geof.*, vol.1 (1) : 5, Lisboa, 1978.

²² Note-se que a utilização de cada um dos indicadores obriga à utilização de informação climatológica específica que, neste, como em muitos outros estudos, nem sempre existe. Assim, para a aplicação de alguns dos procedimentos metodológicos utilizaremos as *Normais Climatológicas* da estação de Porto-Serra do Pilar.

²³ Índice de Siple, P., Passel, C. (1945) em que o K é expresso em watts/m^2 de superfície corporal. O conforto acontece quando o K assume valores entre 350 e 700 W/m^2 . Abaixo de 350W/m^2 o organismo começa a desencadear os mecanismos de protecção contra o aquecimento excessivo da temperatura corporal. Acima de 700W/m^2 inicia-se a luta fisiológica contra o excessivo arrefecimento do corpo.

²⁴ Índice de Thom, E. (1959) em que o THI é expresso em graus Celsius. O conforto acontece quando o THI assume valores entre 15 e 20°C.

²⁵ Índice utilizado por Poulter, R. (1962) para avaliar a qualidade da estação estival no Reino Unido. Quanto maior for o valor de IS melhor é a estação estival.

²⁶ Índice de Sarraméa, J. (1980) para avaliar as características atractivas/repulsivas para o lazer e recreio em áreas litorais. Quanto maior o valor mais atractivas são as condições climáticas para o lazer e recreio ao ar livre. Valores negativos significam a interdição absoluta a qualquer actividade recreativa ao ar livre e valores abaixo de 20 tornam-na pouco aconselhável.

Quadro VII – *Índice de Atractividade* (ICM) de equipamentos de lazer e turismo próximos do litoral de Sarraméa (1980) aplicado aos registos climatológicos de Porto Serra do Pilar.

(amarelo – interdito; verde - pouco aconselhável)

ICM			
Jan	-1,96	Jul	37,0
Fev	3,08	Ago	31,2
Mar	8,83	Set	25,7
Abr	17,5	Out	18,4
Mai	21,9	Nov	8,5
Jun	30,6	Dez	-0,6

Quadro VIII - *Tabela de Mahoney* aplicada aos registos da estação climatológica de Porto Serra do Pilar.

TEMPERATURA DO AR

Temp.°C	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Máx. m. mensais	13,4	14,0	15,9	17,9	20,0	22,6	24,8	24,8	23,7	21,0	16,6	13,8
Min. m. mensais	5,2	5,5	7,0	8,3	10,4	13,2	14,8	14,3	13,5	11,1	7,5	5,5
Variações m mensais	8,2	8,5	8,9	9,6	9,6	9,4	10,0	10,5	10,2	9,9	9,1	8,3

25	15
5	20

Humidade (%)	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Máx. m. mensais	88	86	82	76	75	75	74	78	81	84	86	88
Min. m. mensais	71	68	65	63	65	65	62	61	64	66	68	71
Média	80	77	74	70	70	70	68	70	73	75	77	80
Grupo de Humidade	4	4	4	3	3	3	3	3	4	4	4	4
Pluviosidade(mm)	179	167	145	93	87	52	17	28	62	124	119	164
Vento												
dominante	E	E	E	NW	NW	NW	NW	NW	NW	E	E	E
secundário	SE	S	NW	E	W	W	W	W	E	SE	SE	SE

1237
TOTAL

DIAGNÓSTICO - LIMITES DE CONFORTO

Temp.°C	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Máx. m. mensais	13,4	14,0	15,9	17,9	20,0	22,6	24,8	24,8	23,7	21,0	16,6	13,8
Máximo	25	25	25	28	28	28	28	28	25	25	25	25
Mínimo	20	20	20	21	21	21	21	21	20	20	20	20
Grupo de Humidade	4	4	4	3	3	3	3	3	4	4	4	4
Min. m. mensais	5,2	5,5	7,0	8,3	10,4	13,2	14,8	14,3	13,5	11,1	7,5	5,5
Máximo	20	20	20	21	21	21	21	21	20	20	20	20
Mínimo	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
RIGOR TÉRMICO												
Dia	F	F	F	F	F	BE	BE	BE	BE	BE	F	F
Noite	F	F	F	F	F	F	BE	BE	F	F	F	F

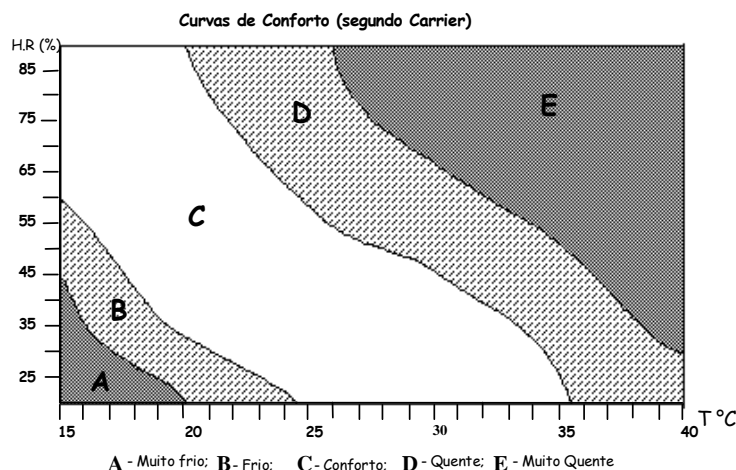


Fig. 10 – Curva de Conforto segundo Carrier (adaptado de Rodrigues, 1978).

No Porto, o elevado teor de vapor de água, sempre presente no ar, faz com que a sensação térmica seja **desconfortavelmente quente** mesmo que a temperatura não seja muito elevada. A presença de humidade relativa elevada afecta também o sistema respiratório prejudicando as trocas e renovação do ar entre o organismo e o exterior.

A apreciação da qualidade, para o lazer e recreio, dos espaços verdes de uma cidade costeira como é o Porto, utilizando o índice *ICM* de Sarraméa (1980), e efectuada a partir dos registos das Normais Climatológicas 1951-80 do I.M. para a estação de Porto-Serra do Pilar²⁷ (Quadro ?), mostra que em **Dezembro e Janeiro** as condições são absolutamente **repulsivas** para a fruição dos espaços verdes ao ar livre. Só entre **Maio e Setembro** existem boas condições para qualquer actividade de recreio ao ar livre.

De acordo com as *Curvas de Conforto de Carrier* (Fig. 10), a cidade do Porto apresenta uma combinação termohigrométrica no **Inverno do tipo B (frio)** e, no **Verão do tipo C (conforto)**.

O contexto climatológico que caracteriza a área NW da cidade do Porto traduz-se em **razoáveis condições de conforto** durante os meses de **Verão** (entre Maio e Outubro). Nesta época do ano, a temperatura ultrapassa os 15°C e a humidade relativa ronda os 70%. Entre **Novembro e Abril** a área envolvente deste projecto regista, frequentemente, **condições desconfortáveis**. A temperatura desce abaixo dos limiares de conforto térmico recomendados por Carrier (adaptado de Rodrigues, 1978²⁸).

Utilizando os índices da *Tabela de Mahoney*²⁹ para os limiares de conforto térmico (Quadro ?), constata-se, de facto, que o binómio temperatura-humidade cria condições, durante a maior parte do ano, **abaixo dos limites de bem-estar (F)**.

As condições de **conforto térmico** só são atingidas, nesta área apenas **durante o dia e só entre Junho e Setembro** (Quadro VIII). Durante a restante parte do ano, mesmo durante o dia, a

²⁷ Utilizamos os valores de Porto-Serra do Pilar porque para calcular este índice é necessário dispor dos registos da temperatura média do ar e do mar, do número de horas de sol, do total de precipitação, do número de dias com vento superior a 16m/s e do número de nevarieiro, geada e neve, elementos disponíveis, na região, apenas nesta estação climatológica.

²⁸ RODRIGUES, B. - "A Bioclimatologia e a produtividade laboral", *Rev. Inst. Nac. Met. Geof.*, vol.1(1):5-71, Lisboa, 1978, p.49.

ambiência climatológica é desconfortavelmente fria. As noites, são, em qualquer época do ano, desconfortáveis (Quadro VIII).

Mesmo durante o Verão, a cidade é frequentemente afectada por nevoeiros de advecção litoral gerados pela condensação da humidade da atmosfera em contacto com águas mais frescas. Este fenómeno típico da época estival, ocorre sobretudo entre o início da madrugada e as primeiras horas da manhã, arrastando-se ao nível do solo para o interior.

VI. Conclusão

Os métodos e técnicas de identificação da localização das *ilhas de calor* portuenses, bem como da sua intensidade e magnitude, não nos permitem reproduzir, à escala 1:10 000, as isoanomalias térmicas médias no espaço urbano, com cenários prováveis semelhantes aos visíveis nas figuras 9a) a 9l)³⁰.

Apesar de algumas experiências efectuadas no decurso deste e de outros trabalhos fora do habitual percurso de medição itinerante, os resultados obtidos não possuem a solidez suficiente para nos permitir uma extrapolação fiável.

Assim, decidimos identificar no espaço urbano áreas de dois tipos, no que respeita à probabilidade de ocorrência de ilhas de calor urbano: ocorrência muito provável e frequente e provável consoante a situação sinóptica (Carta ?).

O contexto climatológico do espaço portuense resulta de uma combinação complexa entre condicionantes diversas – a posição geográfica na costa ocidental de um continente localizado numa latitude onde a circulação atmosférica gera fluxos de ar W-E, o mar, o rio, a diferenciação altimétrica e a actividade antrópica de tipo urbano.

Simplificando, poder-se-á dizer que a presença do mar se faz sentir até um eixo N-S que atravessa a Av. da Boavista no cruzamento com Antunes Guimarães (Carta ?). O rio Douro prolonga a sua presença pelos vales do Tinto e do Torto até à Circunvalação, e envolve toda a vertente declivosa que limita a cidade a S. A partir daí para N. e do cruzamento Av da Boavista-Antunes Guimarães para E., é o efeito da urbanização que controla as *nuances* térmicas existentes.

As áreas da cidade mais poluídas, onde o metabolismo urbano evidencia maior vitalidade e os quarteirões são de enorme compacidade, evidenciam a presença muito frequente de *ilhas de calor*. Correspondem à **Baixa** e à área **Cedofeita-Pç. Carlos Alberto-Cordoaria**.

Noutras áreas da cidade - Boavista-Júlio Dinis-Carvalhido-Prelada, Costa Cabral-Bonjardim-Camões, S.Roque-Pç. das Flores-Fernão Magalhães e Stª Catarina-Fernandes Tomás-Formosa – consoante a situação sinóptica e o dia da semana a *ilha de calor* emerge, ao início da noite, com maior ou menor intensidade. Neste grupo é curioso verificar que, num grande número de dias, a

²⁹ - L.R.MASCARÓ, 1983-Luz, clima e arquitectura, Livraria Nobel SA, S.Paulo, p.165-182

³⁰ Recorde-se que estas representações são o resultado da aplicação do método de *krigging* aos registos obtidos nas medições itinerantes efectuadas em algumas centenas de pontos na cidade.

altitude, a canalização do vento em avenidas largas e extensas ou a presença de mosaicos verdes, não é suficiente para diluir a alteração no balanço energético da *copa urbana* provocado pelo ritmo e modo de vida urbano (Carta ?).

A área oriental da cidade – vales dos rios Tinto e Torto – desde o Freixo até à Asprela e toda a margem direita do rio Douro são recorrentemente muito mais húmidas e mais frias do que o resto da cidade.

Pese embora, a diferenciação termo-higro-anemométrica intra-urbana existente, a morfologia, a distância aos mosaicos de água, a orientação/exposição e largura da rede viária, os materiais construtivos e a vitalidade urbana diurna, parece possível **mitigar** a intensidade e magnitude de algumas **ilhas de calor** utilizando a disseminação de algumas espécies arbóreas e arbustivas cuidadosamente seleccionadas para reproduzirem efeitos termo-reguladores nas áreas sujeitas a maiores anomalias térmicas positivas.

No centro da cidade – Baixa – a vegetação pode, para além de incrementar a intercepção de alguns poluentes, promover alterações na temperatura em curtas distâncias, favorecendo a movimentação e arejamento do ar, diluindo, em consequência, a *ilha de calor* urbano.

As áreas de ilhas de calor provável correspondem a espaços vividos intensamente durante o quotidiano urbano, a que se junta, em alguns casos, um arranjo espaço edificado-rede viária que favorece o aprisionamento de energia junto ao solo. Nestas áreas, a vegetação, desde que adequadamente seleccionada e (re)localizada pode contribuir para promover a *Limpeza da Atmosfera* e a atenuação das anomalias térmicas positivas.