

Clima local e ordenamento urbano - O exemplo de Coimbra

David Marques

Licenciado em Geografia, davidgeog985@hotmail.com

Nuno Ganho

Centro de Estudos de Geografia e Ordenamento do Território (CEGOT), Fac. de Letras da Univ. de Coimbra, nganho@netvisão.pt

A. M. Rochette Cordeiro

Centro de Estudos de Geografia e Ordenamento do Território (CEGOT), Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra, amrochette@pensarterritório.pt

1. Introdução

A procura de um ambiente urbano direccionado para uma melhor qualidade de vida dos cidadãos e uma maior eficiência energética, paradigma da utopia urbana de cidade sustentável, deve colocar os estudos de climatologia urbana num elevado patamar no âmbito do planeamento e do ordenamento do território.

Inúmeros são os casos estudados, que têm demonstrado que à escala local e a curto/médio prazo, o ser humano ao transformar o seu suporte biogeofísico, modifica de forma efectiva o balanço radiativo e energético dos espaços urbanos.

O acelerado processo de urbanização, muitas vezes desprovido de eficaz planeamento, tem originado vários impactes ambientais nos espaços urbanos, nomeadamente ao nível de um incremento da temperatura das superfícies e do ar ("Ilha de Calor Urbano"), assim como, uma degradação da qualidade do ar (FIGUEROLA e MAZZEO, 1998; GANHO, 1998; ARNFIELD, 2003; ALCOFORADO e ANDRADE, 2006; COLLIER, 2006; OKE, 2006) e alteração dos padrões de vento (LOPES, 2003).

Perante a crescente urbanização e concentração das actividades nas áreas urbanas, a complexidade e fragilidade deste território tem vindo a tornar-se evidente. Neste sentido, o caminho para uma melhoria da qualidade de vida dos cidadãos, assim como, uma maior eficiência energética, deve passar pela inclusão da temática ambiental nas estratégias de planeamento urbano e ordenamento do território (MILLS, 2006).

2. Objectivos

Com este estudo, pretendeu-se avaliar em primeira análise, o impacte do espaço construído e da morfologia da cidade de Coimbra no clima local, através do estudo da evolução do campo térmico da atmosfera urbana inferior e, num segundo momento, definir um conjunto de unidades de características

relativamente homogéneas - climatopos -, numa lógica de se propor algumas orientações climáticas espacializadas, com o intuito de melhorar a qualidade ambiental e o conforto bioclimático dos municípios.

3. Área de Estudo

A cidade de Coimbra, que se desenvolve no sector Centro Litoral de Portugal, com uma latitude de 40°12' Norte e uma longitude de 08° 25'Oeste (Figura 1), situa-se no contacto entre duas das principais unidades morfo-estruturais do território português: a Orla Meso-Cenozóica Ocidental e o Maciço Hespérico, pelo que apresenta, por esse facto um contexto geológico e geomorfológico muito particular.

Do ponto de vista morfológico, a intensa fracturação e a acção modeladora do rio Mondego, assumem-se como os elementos fundamentais na definição do espaço físico. No sector oriental do espaço urbano, e a marcar a separação clara entre as duas unidades morfo-estruturais, ergue-se ao longo da falha Porto - Tomar e com uma clara estrutura de *horst* em escadaria, o Maciço Marginal de Coimbra.

Igualmente de génese estrutural, destaca-se a rigidez do traçado de vários vales, nomeadamente o Vale da Ribeira de Coselhas (NE-SW), Eiras (E-W) e o Vale do Rio dos Fornos em Souselas (NE-SW).

No sector central, a morfologia acidentada dá lugar a colinas e cumeadas de topo aplanado densamente urbanizadas, sendo que no sector meridional do espaço urbano da margem direita do Mondego, é a forma deprimida do meandro abandonado da Arregaça de urbanização recente, que marca definitivamente a morfologia aplanada de todo este sector (REBELO, 1985; GANHO, 1998; CORDEIRO, 2004).

Já do ponto de vista climático, Coimbra corresponde em termos macroclimáticos ao domínio mediterrâneo, enquanto que numa análise à escala mesoclimática, e segundo a classificação de D. B.

FERREIRA (2005), para as regiões climáticas de Portugal continental, o território municipal integra a região climática de influência atlântica, onde, em ano médio P/ETP é francamente excedentário, sendo deste modo, nitidamente influenciado pela relativa proximidade do Oceano Atlântico e, modificado localmente, pela proximidade do Maciço Marginal de Coimbra a Este, pelo rio Mondego e seu plano aluvial, assim como, pelas próprias características da morfologia urbana.

Com uma população residente no ano de 2001, de cerca 150.000 habitantes, dos quais cerca de 2/3 habitam as suas freguesias urbanas, o Município de Coimbra possui no entanto, uma população utente de cerca de 200.000 habitantes, observando-se que o crescimento demográfico no último meio século foi na ordem de 50.000 habitantes ao qual acresce os milhares de residentes que anualmente se deslocam para a cidade por motivos escolares. Neste quadro de crescimento demográfico assistiu-se assim, na segunda metade do século XX, e em especial após a década de 80, a uma pressão antrópica e à consequente urbanização, que tem vindo a aumentar de forma significativa, em particular nos sectores Sul e Leste da margem direita do rio Mondego, sendo a área do Calhabé-Solum, o melhor exemplo da crescente urbanização da cidade, com mudanças radicais na impermeabilização da superfície, destacando-se neste contexto a construção de novos espaços residenciais e comerciais de dimensões significativas.

4. Metodologia

4.1. Rede de data loggers fixos

Com o objectivo de serem monitorizados os contrastes térmicos espaciais, tanto em meio urbano, como também em sectores peri-urbanos e rurais, procedeu-se à instalação de uma rede de 10 *data loggers* fixos¹, localizados em diferentes sectores do território Municipal, em particular no espaço urbano construído: "unidades clima-topológicas" (Figura 2).

A sonda da Solum, localizada no sector meridional, à cota de 50m, pretende representar esta área residencial e comercial, que tem vindo a manifestar um crescente tráfego automóvel, verificando-se pontualmente a existência de logradouros de vegetação.

A sonda IHouse, instalada no sector central na "cumeada de Celas" (82 m), assume esta designação

pelo facto de se encontrar fixa no edifício da International House, na rua Antero de Quental, área de características residenciais com edifícios de 2-3 pisos.

Por seu turno a, sonda FBorges, no conjunto da aglomeração urbana, para além de representar o núcleo histórico da cidade (elevada impermeabilização), como consequência de uma morfologia urbana densa, este termógrafo situa-se na rua pedonal que apresenta uma maior proximidade, ao que habitualmente se designa por "canhão urbano" das grandes cidades, com níveis de ocultação do horizonte significativos.

Já a sonda da FMagalhães, encontra-se localizada numa artéria essencialmente comercial e com elevado tráfego automóvel da cidade, numa área de fundo de vale (24m), e relativamente próxima do rio Mondego, apresentando uma área essencialmente comercial e com elevado tráfego automóvel. Num contexto relativamente diferente foi instalada a sonda VCoselhas, a qual se situa no fundo do vale da ribeira de Coselhas (24m), e que foi equacionada numa perspectiva de monitorizar o sector setentrional da cidade, área que apresenta uma topografia de desníveis significativos e com uma baixa densidade urbana.

Na tentativa de serem encontradas relações entre os espaços construídos e os espaços verdes arbóreos, foram instaladas três sondas: no Jardim Botânico, foram colocadas duas sondas, em espaços com diferentes características de coberto vegetal. Com a sonda Bambuzal (65 m), a representar o espaço de maior densidade de vegetação do Jardim, com uma ocultação do horizonte elevada, e a sonda Botânico (83m), por sua vez, localizada num sector do Jardim, com uma menor densidade de vegetação, assim como, uma maior proximidade ao espaço urbano envolvente. Relativamente à sonda Santa Cruz (102m), esta monitoriza o Jardim Santa Cruz, numa das áreas de menor densidade de coberto vegetal.

A sonda de Bencanta, localizada em plena planície aluvial do Mondego (24m), pretende representar o espaço peri-urbano, enquanto que a sonda de Souselas, foi localizada na Bacia de Souselas à cota de 24m e em espaço rural, apresentando características microclimáticas particulares no que diz respeito à insolação e à ventilação.

4.2 Medições Itinerantes de Automóvel

Em simultâneo, desenvolveu-se todo um conjunto de observações itinerantes numa perspectiva do estudo da distribuição espacial do campo térmico da atmosfera urbana inferior (Figura 2), com base na metodologia seguida nos estudos realizados por GANHO (1998) e mais recentemente DIAS (2007).

¹ Instalados segundo, as normas da Organização Mundial de Meteorologia, neste estudo foram utilizados termógrafos *Tinytag Plus 2* (TGP-4017/TGP-4020), os quais foram programados para efectuar leituras inter-horárias da variável temperatura, durante o período amostra de 01 de Janeiro de 2007 a 31 de Agosto de 2008.

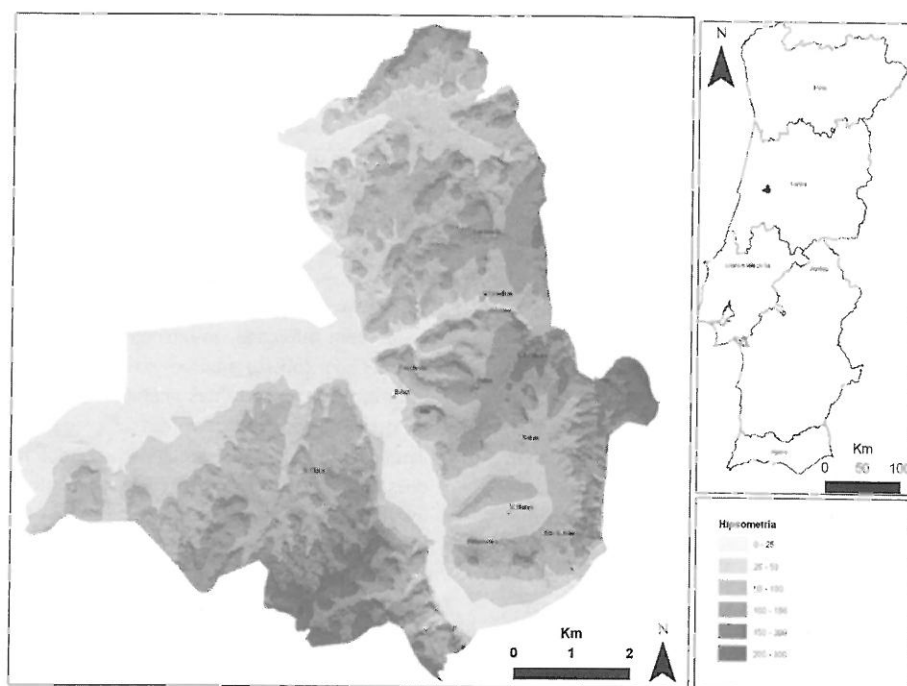


Figura 1
MDT do território do limite urbano de Coimbra. Esboço de enquadramento geográfico.

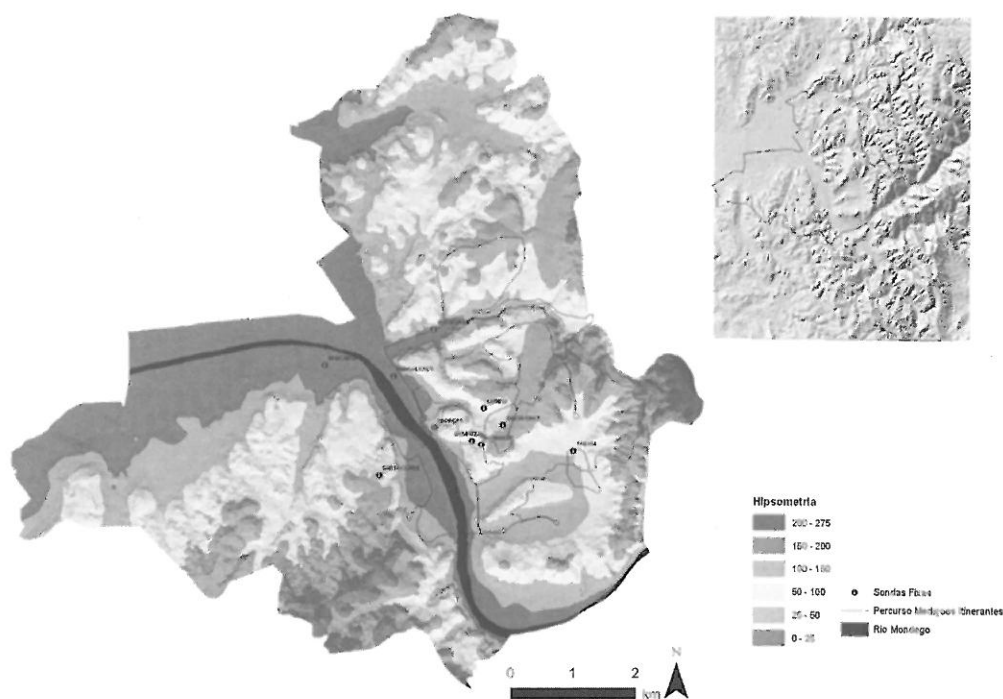


Figura 2
Localização das sondas fixas e do percurso itinerante no contexto topográfico.

O período de análise decorreu entre Novembro de 2007 e Agosto de 2008, tendo sido realizados um total de 24 observações itinerantes de automóvel, durante as quais, se tentou evitar a interferência de factores exógenos, segundo o enunciado por GANHO (1998). No entanto, optou-se por utilizar como referência um ponto de registo exterior aos percursos realizados em espaço urbano, pelo que se escolheu, para tal, a sonda localizada a cerca de 7km a Norte da cidade, em Souselas, permitindo assim, definir as anomalias térmicas relativamente ao espaço rural.

Com vista a proporcionar uma amostra o mais diversificada possível, procurou distribuir-se as campanhas de recolha de dados, ao longo do período amostra, de modo a que fossem consideradas as variações sazonais do campo termohigrométrico, bem como, fosse efectuada a monitorização do comportamento das variáveis climáticas sob diferentes tipos de tempo e em diferentes momentos do dia. Porém, foi dada especial ênfase ao período nocturno, dado que é algumas horas após o ocaso, que se verificam diferentes taxas de arrefecimento no conjunto da aglomeração urbana, resultando assim em comportamentos termohigrométricos espacialmente contrastados.

5. Resultados

5.1. Registadores Fixos

Relativamente aos dados obtidos nos registadores fixos, procuraram relacionar-se as observações dos termógrafos localizados na cidade de Coimbra, com sondas localizadas em meio peri-urbano (Bencanta) e rural (Souselas). Os parâmetros estatísticos das séries horárias de diferenças de temperatura máxima (ΔT_x °C), são assim apresentados relativamente a cada par de sondas permitindo deste modo retirar leituras sobre o comportamento térmico diurno da cidade e dos seus espaços envolventes (Quadro I).

Quadro I

Parâmetros estatísticos das séries horárias de diferença de temperatura máxima ΔT_x

ΔT_x (°C)	Média		Desvio-Padrão		Máximo		Mínimo	
Sondas	SOUS	BENC	SOUS	BENC	SOUS	BENC	SOUS	BENC
FMAGALHÃES	-1,6	0,6	1,9	0,5	3,9	6,4	-7,9	-2,3
SOLUM	-1,5	0,7	2,4	1,7	5,5	6,1	-7,3	-2,4
FERREIRA BORGES	-0,4	1,7	2,4	2,4	6,4	6,9	-7,3	-4,7
IHOUSE	-2,2	0,0	2,0	1,4	2,8	4,4	-9,2	-3,4
BAMBUZAL	-4,3	-2,3	1,6	2,5	1,5	5,3	-7,9	-8,2
SANTA CRUZ	-2,8	-0,5	1,9	1,8	1,6	6	-8,0	-8,9
BOTÂNICO	-3,2	-1,0	1,7	1,4	0,9	5,8	-8,1	-7,1
VALE DE COSELHAS	-1,9	0,5	0,8	0,5	0,2	1,5	-3,0	-0,2

Quanto às diferenças de temperatura máxima entre o espaço urbano e rural (ΔT_x °C $_{u-r}$), os resultados mostram a manifestação de uma "ilha de frescura" em todos os espaços monitorizados da cidade, variando a sua intensidade de acordo com o grau de urbanização presente.

De maior intensidade nos espaços verdes, principalmente para o par BAMBUZAL-SOUS, em função de uma ocultação do horizonte elevada, apresenta uma anomalia média de -4,3 °C, seguida da sonda BOTÂNICO-SOUS com -3,2 °C e SANTA CRUZ-SOUS com -2,8 °C. A "ilha de frescura" vê-se assim reforçada, assumindo-se estes espaços (jardins urbanos com coberto arbóreo) no conjunto da aglomeração urbana, como importantes "células de frescura". Aliás, a importância dos espaços verdes arbóreos sai realçada, no Jardim Botânico, onde a comparação dos resultados das duas sondas provam a existência de contrastes térmicos internos, que são explicados tanto pela relativa proximidade aos espaços urbanos envolventes, como fundamentalmente com a importância do coberto vegetal nas diferenças existentes ao nível da ocultação do horizonte (BAMBUZAL -4,3 °C e BOTÂNICO -3,2 °C).

Com um comportamento térmico distinto, as sondas representativas dos espaços urbanizados, apresentam igualmente anomalias térmicas negativas, mas de menor magnitude, destacando-se FBORGES-SOUS (-0,4 °C) como o principal núcleo quente do espaço urbano, seguido da SOLUM-SOUS (-1,5 °C).

Por seu turno, a situação de "ilha de frescura" anteriormente descrita em relação ao espaço rural, não se verifica quando se comparam as temperaturas máximas registadas em meio urbano com o espaço peri-urbano (ΔT_x °C $_{u-sub}$). Se, os espaços verdes monitorizados continuam a representar núcleos de frescura bem definidos na malha urbana, os espaços construídos já apresentam, em média, anomalias térmicas positivas, o que parece comprovar a interferência da "ilha de calor" nos registos de temperatura máxima, ao mesmo tempo que reforça a importância dos espaços verdes na mitigação da mesma.

Com base na leitura do Quadro II, quanto à análise das diferenças de temperatura mínima (ΔT_n), esta permite verificar um aumento dos contrastes térmicos espaciais, confirmando desde logo, que é durante o período nocturno que a "ilha de calor" atinge uma maior intensidade, em particular quando relacionado com o espaço rural.

5.2. Medições Itinerantes

5.2.1 Dinâmica espacial da "ilha de calor" - Polinucleada

Em termos de medições itinerantes, e já que o número de percursos foi significativo, o percurso realizado na noite de 12 de Dezembro de 2007, revelou-se como aquele que apresentava maiores contrastes térmicos espaciais, observando-se mesmo uma amplitude térmica de 9,7°C ao longo do percurso. Não só a forma, mas em particular a intensidade da ilha de calor urbana (ICU) tornou-se evidente, muito por força das condições de estabilidade atmosférica e da circulação de Este, presentes.

Tratava-se assim de um excelente exemplo das descontinuidades que caracterizam o campo térmico urbano, facto que levou a uma análise mais detalhada em torno das temperaturas reais verificadas em cada ponto de observação (com a sua devida normalização), já que nesta noite, estas descontinuidades térmicas intraurbanas eram por demais evidentes, assumindo a "ilha de calor" uma forma polinucleada (Figura 3-A).

As áreas com temperaturas superiores, correspondiam aos núcleos da ICU, centrando-se com maior intensidade na área de Celas, Av. Dias da Silva, Santo António dos Olivais (Cumeada de Celas), onde se verificaram temperaturas superiores a 9°C.

De igual modo toda a área da Solum, Bairro Norton de Matos, Vale das Flores (meandro abandonado da Arregaça) e inclusivé a ladeira do Chão do Bispo, representavam um outro núcleo da ICU, também com temperaturas relativamente próximas dos 9°C. Mais individualizado ainda, encontrava-se o núcleo quente correspondente à Alta e Baixa da cidade, principalmente centrado na Rua da Sofia.

Por outro lado, verificou-se o efeito mitigador da ICU, por parte dos espaços verdes, surgindo bem demarcadas "células de frescura" no campo térmico, correspondendo à influência topoclimática dos espaços verdes relativamente aos espaços construídos envolventes, destacando-se a "ilha de frescura" de 2°C, localizada na Praça da República, na proximidade do Jardim Santa Cruz e no Jardim Botânico, embora aqui de menor intensidade dada a sua posição sobre-elevada, com menos 1°C (Figura 3-B).

Ao longo da Av. António Portugal, nas proximidades da Quinta da Maia, aparece de forma explícita, a drenagem de ar frio que aí ocorre em noites anticiclónicas de intenso arrefecimento nocturno, coalescendo efectivamente com, a drenagem proveniente da Av. Elísio de Moura (Figura 3-B).

Quadro II
Parâmetros estatísticos das séries horárias de diferença de temperatura mínima ΔT_n .

ΔT_n (°C)	Média		Desvio - Padrão		Máximo		Mínimo	
Sondas	SOUS	BENC	SOUS	BENC	SOUS	BENC	SOUS	BENC
F. MAGALHÃES	2,6	1,4	1,9	1,6	7,5	5,8	-3,9	-5,9
SOLUM	5,4	4,3	2,4	2,0	11,1	10,4	-1,0	-1,7
FERREIRA BORGES	5,8	4,7	2,0	1,8	11,2	10,2	-0,3	-0,7
IHOUSE	5,0	3,9	2,5	2,1	10,5	9,8	-4,1	-2,7
BAMBUZAL	2,3	0,9	2,9	2,7	9,4	8,6	-11,0	-10,9
SANTA CRUZ	2,2	1,1	1,7	1,5	6,0	6,5	-3,7	-6,7
BOTÂNICO	2,4	1,3	1,8	1,7	7,2	7,5	-3,1	-6,5
VALE DE COSELHAS	0,5	1,6	1,5	2,5	4,7	5,9	-1,7	-5,3

Por seu turno, no sector setentrional da cidade, ao longo do vale de Coselhas, verificava-se uma situação intensa de "lago de ar frio", constatando-se no topo da cumeada, no início da Calçada do Gato, a temperatura de 8,8°C, sendo que, no fundo de vale, num desnível de cerca de 100m, registavam-se 0°C, diminuindo a intensidade do lago de ar frio com a aproximação à Casa do Sal.

Relativamente à colina de Lordemão (delimita a Norte o vale de Coselhas), as diferenças de temperatura em relação ao fundo do vale são claramente menores, registando-se 6°C na ARCA e 5,9°C no Bairro do Ingote, o que se explica pela ocupação urbana de menor densidade, tendo em conta que se encontram à mesma cota da "cumeada de Celas".

5.2.2 Evolução do campo médio de temperaturas da atmosfera urbana inferior durante o período nocturno

O estudo da evolução do campo médio de temperaturas nocturnas da cidade de Coimbra, assumindo em termos comparativos trabalhos realizados há cerca de uma década (GANHO, 1998), parece mostrar um aumento da intensidade da "ilha de calor", na área da Solum, expandindo no essencial para Sul.

A dinâmica espacial recente da "ilha de calor" parece assim evidenciar, as transformações ocorridas no sector meridional da cidade, nomeadamente com um aumento significativo da densidade de construção na zona Calhabé - Solum, o que associado à sua localização topograficamente deprimida e de abrigo, relativamente aos ventos dominantes (diminuição da velocidade do vento e de capacidade dispersante), terá contribuído para um aumento do excedente térmico e mesmo para uma degradação da qualidade do ar neste sector da cidade.

Se a manutenção dos núcleos "quentes" da Alta, Baixa, Celas, Tovim, Chão do Bispo e Santo António, não oferece muitas dúvidas por seu turno, ao longo da Av. Elísio de Moura e Av. António Portugal (Quinta São Jerónimo) parece verificar-se uma certa atenuação da drenagem e acumulação de ar frio, no seu sector mais deprimido. A questão dessas modificações poderá ser devido ao facto de se ter verificado na última década um significativo aumento do edificado bem como de um aumento do tráfego automóvel (Av. Elísio de Moura passou a integrar a nova circular externa).

Apesar de o vale de Coselhas não ter sido totalmente monitorizado por GANHO (1998), já que a, referida circular externa que foi instalada nesses dois vales - Coselhas e Elísio de Moura é posterior, desde logo, o considerou como um importante "lago de ar frio", facto que foi agora comprovado, assumindo-se claramente como uma das áreas de maior risco ambiental do espaço

urbano de Coimbra, quando da manifestação, por exemplo, de vagas de ar frio.

6. Orientações climáticas para o ordenamento urbano em Coimbra

Depois das etapas de compreensão do campo térmico da atmosfera urbana inferior da cidade de Coimbra, esta última etapa consiste na aplicação desses conhecimentos na definição de orientações climáticas definidas por ALCOFORADO *et. al.* (2005), como as "*medidas que possam contribuir para mitigar ou melhorar as componentes do clima urbano*".

Deste modo, procuramos em primeiro lugar definir áreas de resposta climática relativamente homogénea, para de seguida se apresentarem as nossas orientações climáticas para a cidade de Coimbra, tendo como referência, o trabalho desenvolvido tanto por ALCOFORADO (*ibidem*), como por GANHO (1998), na lógica da definição e caracterização dos climatopos para o sector urbano do Município.

Neste contexto uma abordagem preliminar aos climatopos da cidade de Coimbra, foi assumida, no essencial em função da topografia e da densidade urbana. Num território como o de Coimbra, com um complexo contexto morfológico, quando se consideram as "unidades de relevo", definiram-se simultaneamente as áreas de maior ou menor ventilação (classes de ventilação), assim como áreas de maior ou menor susceptibilidade à formação de "lagos de ar frio" nos sectores topograficamente deprimidos. Tomando como fronteira artificial o limite urbano, foram definidas "unidades de relevo", considerando-se os fundos de vale, as áreas sobreelevadas, assim como as vertentes.

Associada às questões topográficas, e por associação às classes de ventilação, utilizou-se a ocupação urbana das subsecções do INE, a fim de se representar a densidade urbana, assim como foi efectuada uma correcção em termos de trabalho de campo. Para além destas variáveis, foram introduzidos outros níveis de análise, nomeadamente a influência do rio Mondego, com a definição da frente ribeirinha, assim como, a importância dos espaços verdes no clima urbano. Procedeu-se ainda à distinção entre os espaços verdes que possuem, ou não, cobertura arbórea, dado que a resposta climática (termohigrométrica) será forçosamente diferenciada.

Do cruzamento dos diferentes níveis de informação e com base no conhecimento do campo termohigrométrico de Coimbra, foram definidos sete grupos de climatopos, tendo como critérios principais a topografia e densidade da ocupação urbana (Quadroll).

Tornou-se assim possível efectuar a análise ao

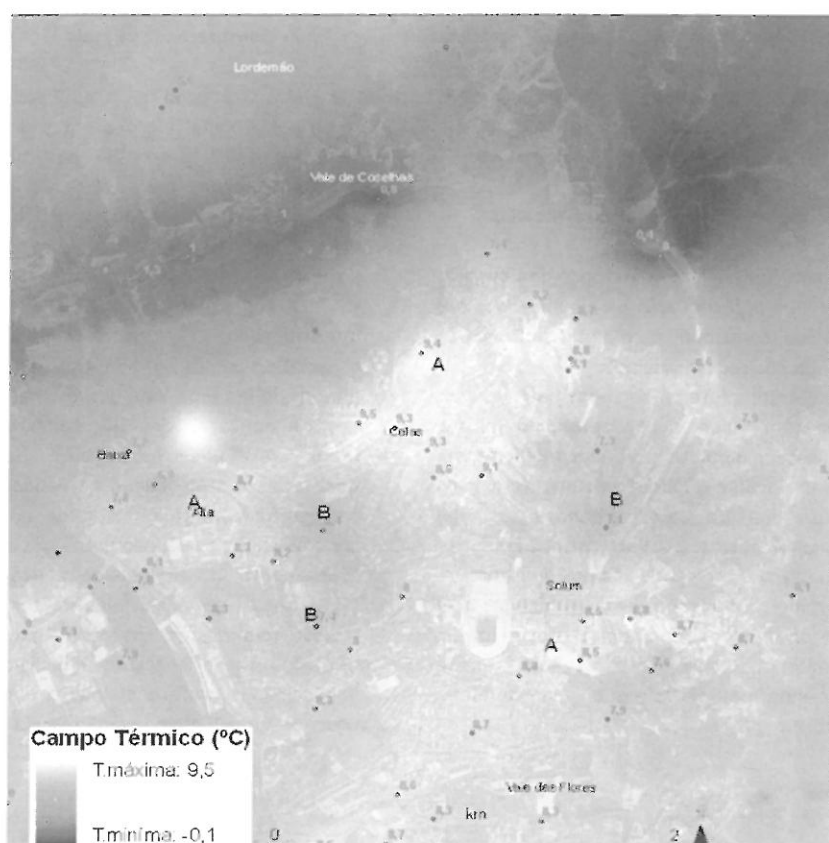


Figura 3
Dinâmica espacial da ilha de calor na noite de 12/12/2007 (A- Núcleos da ICU; B- "Ilhas de Frescura").

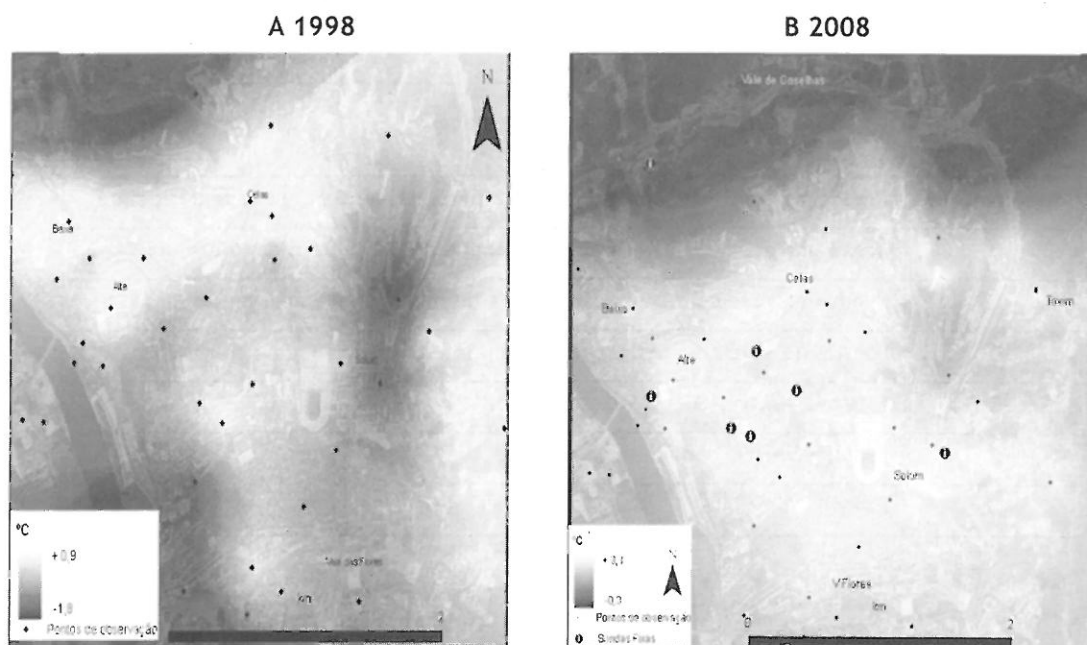


Figura 4
A) Campo térmico médio noturno em 1998 (Adaptado GANHO, 1998); B) Campo térmico médio noturno em 2008;

comportamento térmico e aerodinâmico de cada climatopo, referindo-se as principais áreas do espaço urbano em que se enquadraram e enunciando (Figura 5) o conjunto das principais características de cada uma delas (Quadro IV).

6.1 Orientações climáticas espacializadas

Com a identificação dos climatopos de Coimbra, tornou-se possível a apresentação de algumas medidas que possam vir a contribuir para uma melhoria da qualidade de vida dos seus munícipes.

Nesse sentido, foram seguidos alguns dos objectivos que têm vindo a ser defendidos e que devem passar essencialmente por uma melhoria das condições de ventilação e qualidade do ar, assim como a mitigação da ilha de calor urbano e as suas consequências ambientais (FEHRENBACH *et al.*, 2001).

Num quadro, e tomando como decisivos os diferentes parâmetros encontrados, avança-se com propostas de orientações climáticas espacializadas para cada climatopo, sempre numa lógica de primeira abordagem de uma melhoria da qualidade do clima urbano (Quadro V).

7. Considerações Finais

Mesmo tendo em linha de conta que este estudo se encontra numa fase preliminar de desenvolvimento, permitiu desde já concluir que, ao longo da última década, por um lado, e muito por força de um significativo aumento da superfície construída, bem como das características da própria morfologia urbana, se observa uma modificação na forma da ICU, já que passou a polinucleada, bem como na sua intensificação, e por outro lado, a própria estrutura espacial do campo térmico urbano, nomeadamente na área da Solum e do Vale de Coselhas.

A aplicação dos SIG, também em climatologia urbana revelou-se fundamental para uma melhoria qualitativa desta, quando na aplicação à produção de cartografia temática destinada ao ordenamento do território, nomeadamente como importante "ferramenta" no processo de planeamento.

Neste sentido, julga-se ter sido realçada a importância destes estudos à escala local, para a definição de orientações climáticas espacializadas, vocacionadas preferencialmente para o planeamento urbano, numa lógica de cidade sustentável.

Quadro III
Definição dos Climatopos

Grupo de Climatopos	Designação
A	Áreas Sobreelevadas com ocupação urbana de média e elevada densidade.
B	Áreas Sobreelevadas com ocupação urbana de baixa densidade urbana.
C	Fundos de Vale com ocupação urbana de média e elevada densidade.
D	Fundos de Vale com ocupação urbana de baixa densidade.
E	Espaços Verdes sem coberto arbóreo.
F	Espaços Verdes com coberto arbóreo.
G	Frente Ribeirinha.

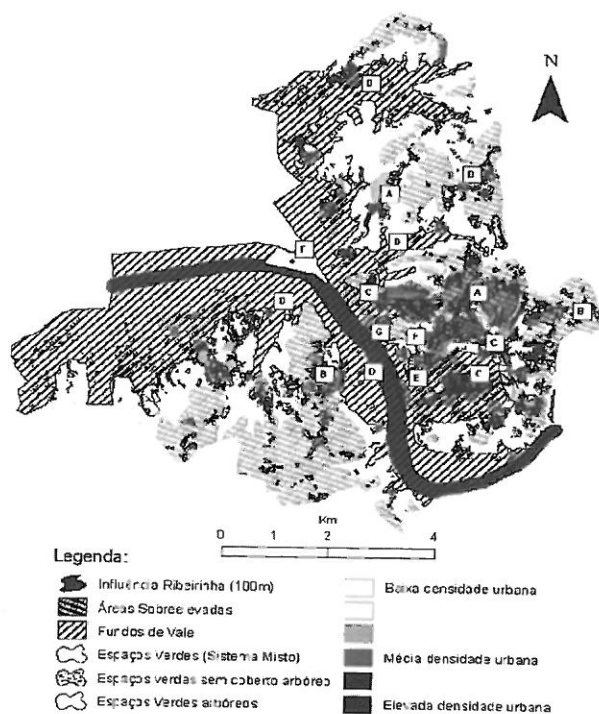


Figura 5
Mapa de Climatopos.

Quadro IV
Caracterização dos Climatopos

Climatopo	Principais áreas na cidade	Comportamento aerodinâmico	Comportamento Térmico
A	Alta, Celas, Sto António dos Olivais, Av. Dias da Silva, Conchada, Montes Claros, B. Norton de Matos;	Rugosidade média, boa ventilação, sendo algumas áreas propensas a ventos fortes;	"Ilha de calor" de intensidade máxima muito frequente, nas áreas de elevada densidade urbana, moderada onde o factor topográfico é superior ao urbano; ilha de secura.
B	Chão do Bispo, Lordemão, Planalto de Santa Clara;	Fraca redução da velocidade do vento; boa ventilação.	"Ilha de calor" de baixa intensidade, essencialmente de origem topográfica; ilha de secura.
C	Baixa, "Meandro Abandonado da Arregaça" (Solum).	Variável, consoante a orientação e o tipo de morfologia urbana; Corredor de ventilação ao longo da Av. Fernão de Magalhães; Rugosidade média.	"Ilha de calor" intensa, muito frequente; ilha de secura.
D	Vale de Coselhas, B. do Brinca/B.S.Miguel, Bencanta, Urb. Quinta das Lágrimas, Circular Interna, Rego do Bonfim	Áreas de canalização dos fluxos, drenagem e acumulação de ar frio, especialmente no Inverno;	Condições extremas, formação de lagos de ar frio. Desconforto Bioclimático.
E	Parque Verde, Corredor verde do Vale de Flores	Baixa rugosidade.	Semelhante aos espaços construídos; elevada humidade (desconforto bioclimático estival, principalmente no P. Verde).
F	Jardim Botânico, Parque Santa Cruz, Choupal, Mata do Geofísico, Parque Dr. Manuel Braga.	Média rugosidade, diminuição da velocidade do vento.	"Ilha de frescura" e humidade relativa elevada, muito frequente.
G	Margem Direita e Margem Esquerda do rio Mondego (100m).	Baixa rugosidade, importante corredor de ventilação da cidade;	Conforto bioclimático no Verão; Desconforto bioclimático no Inverno;

Quadro V
Resumo das Orientações Climáticas Especializadas

Climatopo	Orientações
A	1. Manter uma razão H/W <1 nas construções urbanas; 2. Promover a criação de logradouros de vegetação, mas se possível, criar corredores de vegetação arbórea caducifólia; 3. Incentivar o aproveitamento das energias renováveis (eólica, solar), dadas as boas condições existentes; 4. Limitar a construção;
B	1. Manter uma razão H/W <1 nas construções urbanas, principalmente nas novas urbanizações planeadas para o Planalto de Santa Clara; 2. Promover a criação de logradouros de vegetação; 3. Incentivar o aproveitamento das energias renováveis (eólica, solar), dadas as boas condições existentes; 4. Utilizar materiais de construção de baixa condutividade (cores claras);
C	1. Limitar a construção no "Meandro Abandonado da Arregaça"; 2. Manter uma razão H/W <1 nas construções urbanas e aumentar o albedo das superfícies urbanas; 3. Incentivar o aproveitamento da energia solar; 4. Promover a manutenção de corredores de ventilação; 5. Procurar diminuir o tráfego automóvel; 6. Aumentar e melhorar os espaços públicos abertos;
D	1. Preservar os fundos de vale de novas construções; 2. Consciencializar as populações do desenvolvimento de desconforto térmico provocado pela formação de "lagos de ar frio"; 3. Promover uma maior eficiência energética dos edifícios;
E	1. Aumentar a densidade de vegetação arbórea caducifólia e/ou sub-arbustiva, nas margens do Mondego;
F	1. Manter os espaços verdes existentes;
G	1. Impedir a construção nas áreas marginais de edifícios altos, paralelos ao rio Mondego, mantendo-o como importante corredor de ventilação;

Bibliografia:

- ALCÓFORADO, M. J.; ANDRADE, H.; LOPES A.; VASCONCELOS, J. e VIEIRA, R. (2005) - *Orientações climáticas para o ordenamento em Lisboa*. Área de Investigação de Geo-Ecologia, Relatório n.º 4, Centro de Estudos Geográficos, Lisboa 81 p.
- ALCÓFORADO, M. J. e ANDRADE, H. (2006) - "Nocturnal urban heat island in Lisbon (Portugal): main features and modelling attempts". *Theor. Appl. Climatol.* 84, 151-159.
- ARNFIELD, A. J. (2003) - "Two decades of urban climate research: A review of turbulence, Exchanges of energy and water and the urban heat island". *Int. J. Climatol.* 23, Columbus - Ohio, pp. 1-26.
- COLLIER, C. G. (2006) - "The impact of urban areas on weather". *Q.J.R. Meteorol. Soc.*, 132, Reading, pp. 1-25.
- CORDEIRO, A. M. Rochette (2004) - "Uma nova perspectiva de ordenamento do território para o Concelho de Coimbra: uma abordagem segundo a "filosofia" dos corredores verdes". *Cadernos de Geografia*, 21-23, Coimbra, pp. 67-78.
- DÍAS, C. (2007) - *O campo térmico de Coimbra*. Seminário final de Licenciatura em Geografia Física. Coimbra, p. 80 (policopiado).
- FERREIRA, D. de Brum (2005) - *O Ambiente Climático. Geografia de Portugal*, vol.1 *Ambiente Físico*, dir. Carlos Alberto Medeiros, coord. António de Brum Ferreira, Círculo de Leitores, Lisboa.
- FEHRENBACH, U. et al. (2001) - "Automated classification of planning objectives for the consideration of climate and air quality in urban and regional planning for the example of the region of Basel/Switzerland". *Atmospheric Environment*, vol. 35, number 32, Basel, pp. 5605-5615.
- FIGUEROLA, P. e MAZEO, N. (1998) - "Urban-Rural differences in Buenos Aires". *Int. J. Climatol.* 18, Buenos Aires, pp. 1709-1723.
- GANHO, N. (1998) - *O Clima Urbano de Coimbra: estudo de climatologia local aplicada ao ordenamento urbano*. Dissertação de Doutoramento. Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra, Instituto de Estudos Geográficos, Coimbra, p. 551.
- LOPES, A. (2003) - *Modificações no Clima de Lisboa como consequência do crescimento urbano, vento, ilha de calor de superfície e balanço energético*. Dissertação de Doutoramento em Geografia Física. Lisboa. (ed.cd)

MARQUES, D. (2008) - *Clima urbano e ordenamento: O exemplo de Coimbra*. Seminário final de Licenciatura em Geografia Física. Coimbra, p. 142 (policopiado).

MILLS, G. (2006) - "Progress toward sustainable settlements: a role for urban climatology". *Theor. Appl. Climatol.* 84, Viena, pp. 69-76.

REBELO, F. (1985) - "Nota sobre o conhecimento geomorfológico da área de Coimbra (Portugal)". *Memórias e Notícias*, 100, Coimbra, pp. 193-202.

OKE, T. R. (2006) - "Towards better scientific communication in urban climate". *Theor. Appl. Climatol.* 84, Viena, pp. 179-190.