

## **CONTRIBUTO DOS ESPAÇOS VERDES PARA O CONFORTO BIOCLIMÁTICO NAS CIDADES**

**J. Vasconcelos, R. Vieira**

### **RESUMO**

Com o objectivo de indentificar o contributo de um parque urbano no conforto nas cidades, foram analisadas temperaturas de superfície com recurso a imagens LANDSAT 7 e instalados registadores da temperatura do ar. Foram ainda efectuadas campanhas de medição itinerante para calcular um índice de conforto – o PET – em diferentes estruturas do espaço verde urbano. O estudo climático dos espaços verdes urbano na Amadora revelou que estes espaços podem desempenhar um papel importante na melhoria do clima urbano à escala local, nomeadamente na atenuação da temperatura do ar, sendo mais eficazes quando predomina o estrato arbóreo denso. As temperaturas de superfície do Parque Central revelaram uma atenuação da tendência da temperatura registada na área envolvente, sendo o Parque mais fresco do que a área urbana durante o Verão e menos frio durante o Inverno. Conclui-se da análise da temperatura do ar que os espaços verdes urbanos apresentam uma significativa diferenciação da temperatura do ar, podendo, deste modo contribuir para a melhoria do ambiente biofísico das cidades.

### **1 INTRODUÇÃO**

É consensual o reconhecimento da importância dos espaços verdes urbanos na melhoria da qualidade de vida dos cidadãos e na criação de uma imagem atractiva (e competitiva) das cidades. O seu contributo para a melhoria da qualidade de vida pode ser alcançado através das suas diversas funções, tais como: as funções biofísicas que se caracterizam essencialmente pelos benefícios climáticos, biológicos e hidrológicos.

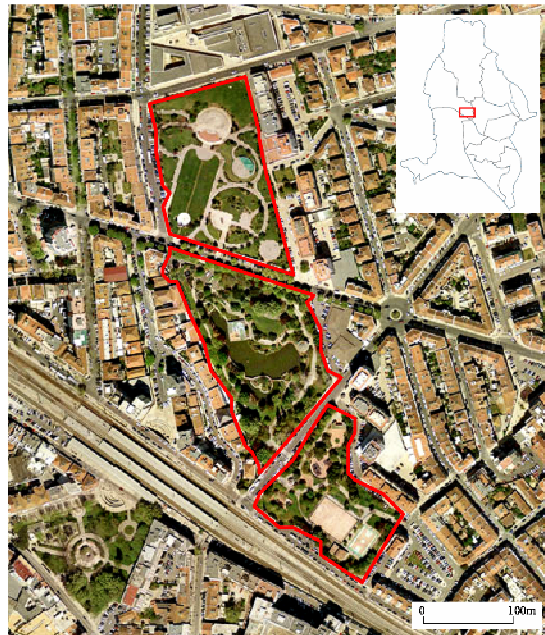
Para além destes benefícios, os espaços verdes têm também vindo a ser apontados como os principais mitigadores do efeito de ilha de calor urbano, nomeadamente através do efeito de sombra e de evapotranspiração. (Oke, 1989; Alcoforado, 1996; Oke, 1998).

Esta capacidade de arrefecimento dos espaços verdes urbanos torna-os particularmente importantes durante o período estival, onde a necessidade de arrefecimento nas cidades é mais acentuada (Sproken-Smith, 1998).

O estudo dos espaços verdes urbanos na Amadora pretende identificar o papel destes locais na melhoria do clima urbano, nomeadamente através da identificação das suas principais funções climáticas. O objectivo último deste estudo é o de contribuir para que se possam maximizar aqueles factores que mais contribuem para o conforto climático e minimizar os que eventualmente o agravam.

O estudo climático dos espaços verdes urbanos na Amadora foi aplicado ao Parque Central, localizado sensivelmente no centro do Concelho e envolvido na malha urbana. Este parque tem uma dimensão total de 5 ha e é composto por três sectores distintos assinalados na Figura 1: um sector sul que se caracteriza por uma ocupação

predominantemente arbórea, intercalada com alguns equipamentos desportivos, um sector central onde predomina a ocupação arbórea bastante densa em redor de um lago, localizado na área central e, finalmente, o sector norte, predominantemente relvado com ausência de sombra e com alguns equipamentos desportivos.



**Figura 1 – Localização da área de estudo**

O Parque Central é considerado, segundo critérios típicos, como um espaço de dimensão média, embora na realidade do concelho seja um dos de maior dimensão. Estes espaços verdes de média dimensão podem apresentar uma razoável influência térmica nas áreas urbanas envolventes, sendo, no entanto, mais evidente o seu benefício quando apresentam dimensões superiores a 8ha (Andrade e Vieira, 2005).

Para além do critério da dimensão, o facto deste espaço verde estar localizado no centro do concelho, bem envolvido na malha urbana, contribuiu fortemente para a sua selecção como área de estudo, uma vez que as diferenças térmicas poderão, assim, ser mais facilmente observáveis.

Deste modo, definiu-se o Parque Central e a sua área envolvente como área de estudo tendo sido aplicados duas metodologias distintas para o seu estudo climático: i) estudo da temperatura de superfície do jardim em comparação com a temperatura de superfície da área urbana circundante; ii) estudo da temperatura do ar e diferenciação climática entre o jardim e a área urbana envolvente e iii) estudo do conforto bioclimático em diferentes estruturas do espaço verde urbano.

## **2 TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE**

### **2.1 Metodologia para obtenção da temperatura de superfície em espaços verdes**

O uso de imagens de satélite para fins meteorológicos tem algumas vantagens face às medições climáticas tradicionais, uma vez que as primeiras permitem a aquisição simultânea de informação sobre vastas áreas e de um modo contínuo em áreas muitas vezes inacessíveis, ao contrário das medições climáticas tradicionais que são geralmente realizadas em locais pontuais ou segundo um perfil previamente definido, mas que não

cobrem a totalidade da área estudada. É frequentemente feita a extrapolação destes resultados para as áreas onde não se realizaram observações.

Embora sejam pouco frequentes, a aplicação de imagens de satélite em estudos de climatologia urbana à escala local em Portugal foram desenvolvidos por Lopes e Vieira, 2001; Lopes, 2003, Alcoforado *et al.*, 2005 e servirão de referência para o desenvolvimento da aplicação no presente estudo.

## 2.2 Processamento das imagens Landsat7 (ETM+)

Para elaboração dos mapas das temperaturas de superfície do concelho da Amadora, foram utilizadas as imagens do satélite Landsat-7 (ETM+), obtidas nos dias 24 de Junho de 2000 (imagem de Verão) e dia 31 de Dezembro de 1999 (imagem de Inverno). As imagens foram descarregadas do site da Universidade de Maryland, College Park, dos Estados Unidos da América.

Estas imagens servem para representar a temperatura de superfície do concelho da Amadora num dia de Inverno e num dia de Verão. Saliente-se que, ao analisar estas imagens, não se pretende extrapolar os resultados para todo o período de Verão e de Inverno, uma vez que não foi feita uma selecção de imagens de dias representativos destes períodos, mas antes de dois momentos nestas estações para os quais foi possível obter informação.

O tratamento das imagens foi realizado com recurso ao software IDRISI Kilimanjaro.

A banda térmica do Landsat 7 é representada através de uma imagem composta por 255 tons de cinza. Cada pixel que compõe esta imagem está associado a um número digital (DN - digital number). Segundo o guia técnico da NASA para o Satélite Landsat 7, é possível converter uma imagem DN em temperaturas de superfície, através do cálculo da radiância espectral, utilizando a equação (1):

$$L\lambda = ((L_{\max\lambda} - L_{\min\lambda}) / (Q_{\text{calmax}} - Q_{\text{calmin}})) * (Q_{\text{cal}} - Q_{\text{calmin}}) + L_{\min\lambda} \quad (1)$$

Onde:

$L\lambda$ : Radiância espectral em  $\text{watts/m}^2$

$L_{\min\lambda}$ : Radiância espectral atribuída ao  $Q_{\text{calmin}}$  em  $\text{watts/m}^2$  (detalhes no livro técnico)

$L_{\max\lambda}$ : Radiância espectral atribuída ao  $Q_{\text{calmax}}$  em  $\text{watts/m}^2$  (detalhes no livro técnico)

$Q_{\text{cal}}$ : Valor do pixel calibrado no DN

$Q_{\text{calmin}}$ : O mínimo valor do pixel calibrado no DN

$Q_{\text{calmax}}$ : O máximo valor do pixel calibrado no DN

Com esta informação, é possível estimar as temperaturas de superfície através da equação (2):

$$K2 / (\ln(K1 / L\lambda + 1)) \quad (2)$$

Onde:

T = Temperaturas efectiva (em Kelvin)

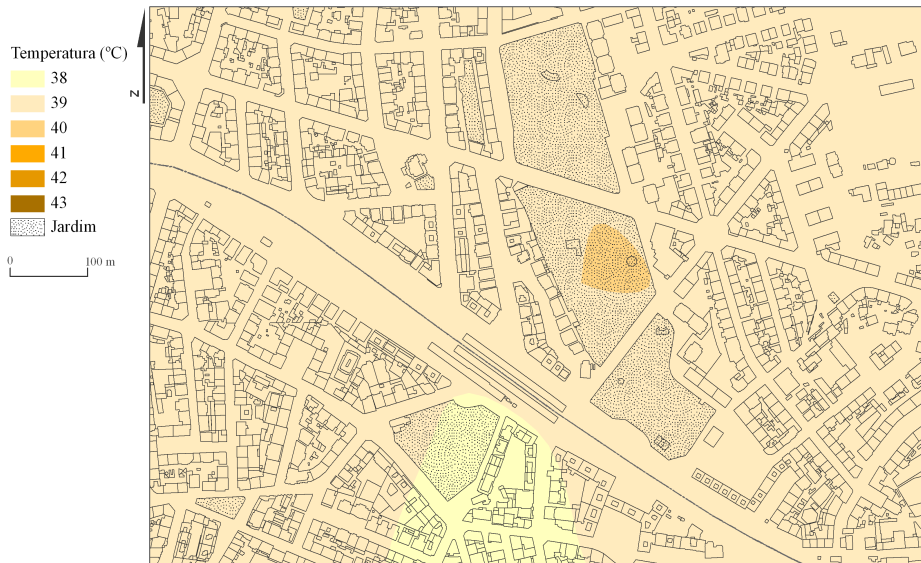
K2 = Constante de calibração 2

K1 = Constante de calibração 1

$L\lambda$  = Radiância espectral em  $\text{watts/m}^2$

### 2.3 Resultados

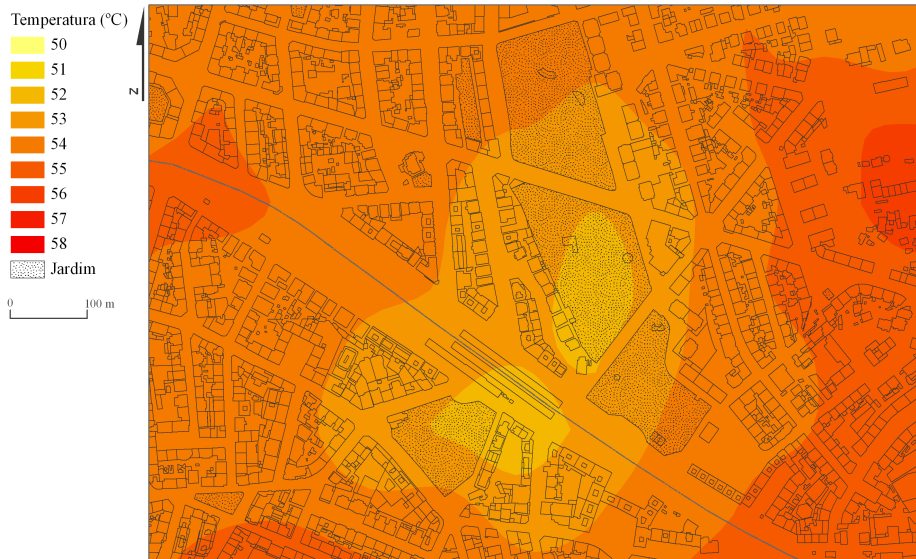
Na imagem da temperatura de superfície, obtida para o dia 31 de Dezembro de 1999 às 10:00 UTC verifica-se uma diferenciação térmica entre a parte central do Parque e a área urbana envolvente, sendo esta última mais fria do que o primeiro. As temperaturas variam entre 42°C e 44°C na parte central do Parque e na área envolvente entre 40°C e 42°C (Figura 2). Esta diferença de temperatura pode ser justificada pelo facto de a área central do parque ser ocupada por um lago e a sua envolvente ser principalmente constituída por vegetação arbórea alta e densa, originado desta forma, um local de abrigo e consequentemente mais quente.



**Figura 2 – Temperatura de superfície de Inverno**

Na imagem da temperatura de superfície do dia 22 de Junho de 2000 às 10:00UTC (Figura 3), verifica-se uma clara diferenciação entre a área central do Parque, com temperaturas a variarem entre 44°C e 46°C e a área construída. Esta varia 50°C e 54°C. Ao contrário do que foi observado durante o Inverno, no Verão, a área central encontra-se mais fresca do que a envolvente, podendo registar-se uma diferença de 10°C entre si.

A área fresca a sudoeste do Parque Central corresponde ao Jardim Delfim de Guimarães – não incluído neste estudo – e que se caracteriza por uma ocupação razoável de árvores e relvado. Do mesmo modo que o Parque Central, também este espaço verde parece apresentar temperaturas de superfície mais baixas que a área urbana envolvente.



**Figura 3 – Temperatura de superfície de Verão**

Verifica-se que as temperaturas de superfície do Parque Central têm uma resposta distinta durante o ano, apresentando-se mais quente do que a área envolvente no Inverno e mais fresco durante o Verão.

Podemos verificar que em ambas as situações, Verão e Inverno, as áreas relvadas ou com pouca densidade arbórea, apresentam um comportamento térmico semelhante às áreas urbanas envolventes, sugerindo que apenas as áreas com grande densidade de vegetação arbórea mantêm uma diferenciação térmica face à área urbana envolvente. Tal situação pode, por outro lado, ser explicada pelo efeito de sombra produzido pela vegetação arbórea que diminui o aquecimento das superfícies e do ar. Por outro lado, este efeito justifica-se por 60% a 65% da energia solar incidente na vegetação ser consumida em processos fisiológicos, uma vez que as plantas não armazenam calor nas células e que o equilíbrio térmico se dá por meio de trocas de calor com o ar (Bernartzky, 1982), o que favorece o arrefecimento do ar nas áreas com mais vegetação, em oposição às áreas sem vegetação onde essa quantidade de energia é utilizada para aquecimento da atmosfera.

### 3 TEMPERATURA DO AR NO PARQUE CENTRAL

#### 3.1 Metodologia da medição da temperatura do ar no Parque Central

Para o estudo da temperatura do ar na área de estudo instalada uma rede de instalação fixa de monitorização. Nesta rede de instalação fixa, foram utilizados registadores de temperatura marca *Gemini*, modelo *Tinytag eXtra TGX-3080*. Estes equipamentos registam a temperatura do ar através de sensores internos, desenhados especificamente para a monitorização das condições climáticas em ambiente exterior. Os aparelhos foram instalados num abrigo meteorológico, também da marca *Gemini*, modelo *Stevesson type ACS 5050*, de modo a minimizar o efeito da radiação solar e da precipitação. Estes abrigos não são, contudo, totalmente estanques, estando desenhados para permitir a advecção de ar no seu interior.

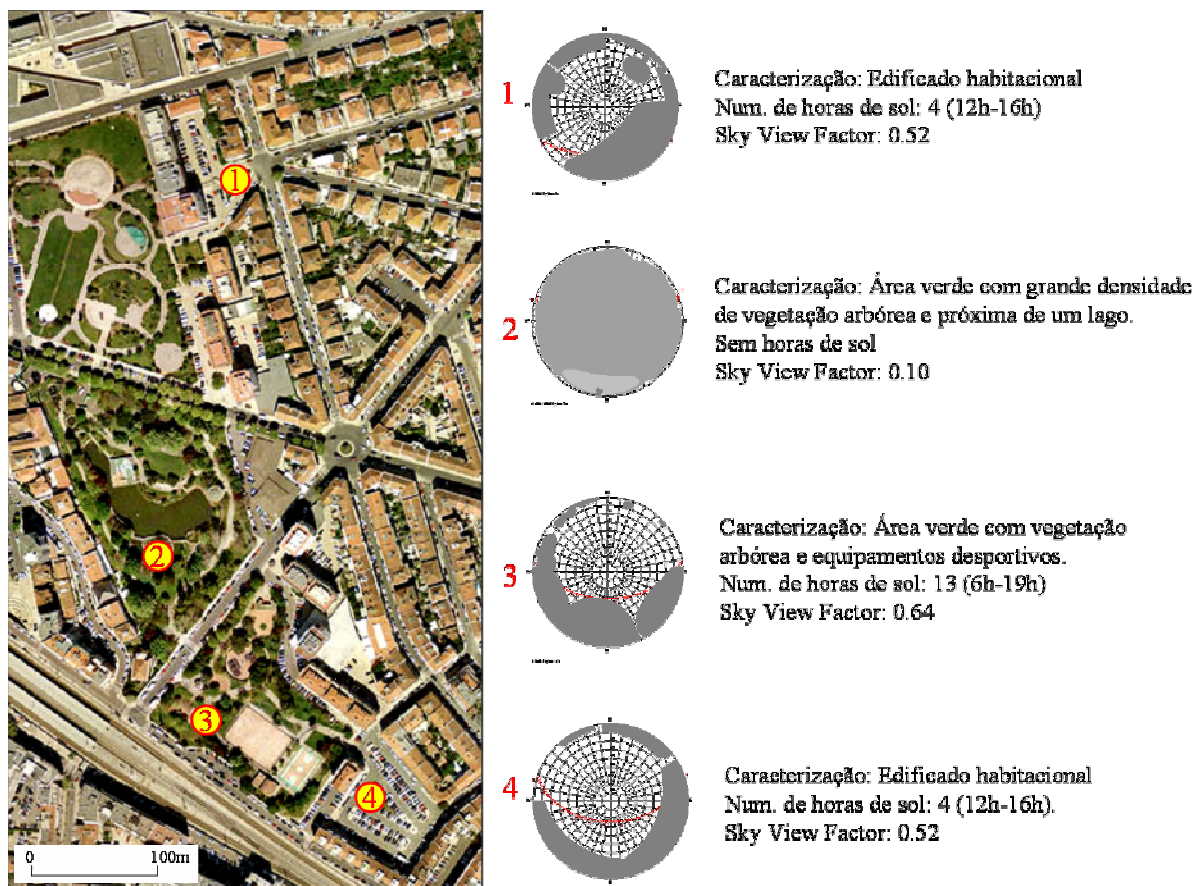
Os registos da temperatura do ar foram efectuados de 10 em 10 minutos, sendo a análise dos dados efectuada para médias de 30 minutos.



A rede para estudar o Parque Central foi instalada de modo a que se pudesse medir a temperatura tanto no interior como no exterior do espaço verde. Deste modo, foram instalados quatro aparelhos: dois dentro do Parque e dois na área urbana (Figura 4).

O equipamento no exterior do parque foi instalado em postes de iluminação pública, sensivelmente a 3 metros de altura com uma folha de cortiça de 100mm de espessura entre o abrigo e o poste, de modo a minimizar uma eventual influência do aquecimento/arrefecimento do poste nos registos. No entanto, e por não ter sido possível colocar os registadores em postes de electricidade dentro do Parque, optou-se por colocá-los em ramos de árvores, sensivelmente a 3 metros de altura, aplicando nestes casos duas camadas de material isolante a separar o abrigo do ramo, de modo a minimizar a transferência de calor para os registadores.

Para cada local de medição foi calculado o número de horas de sol através do software *Rayman 2.0*



**Figura 4 – Localização e caracterização dos pontos de medição no Parque Central**

### 3.2 Resultados

Um espaço verde urbano é geralmente mais fresco durante o dia do que os seus arredores devido ao efeito de sombra e de evapotranspiração que favorecem o arrefecimento das superfícies e da atmosfera (Santamouris, 2001). As temperaturas medidas no Parque Central da Amadora registaram igualmente este padrão térmico, apresentando-se o centro do Parque (Ponto 2) o local mais fresco e os locais fora do espaço verde os mais elevados (tabela 1).

**Tabela 1 Valores médios da temperatura do ar no Parque Central e área circundante**

°C	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4
Média	25.3	24.6	25.4	26.1
Mín.	17.4	17.7	18.1	18.2
Máx.	32.5	30.6	31.7	32.6

Procedeu-se à identificação do contraste térmico médio entre o Parque central e a área urbana circundante (AU), calculado através da diferença média entre os dois locais de acordo com a equação (3)

$$\Delta TJ = \text{Medau} - \text{Medev} \quad (3)$$

Onde:

Medau: média das temperaturas dos locais da área urbana (Pontos 1 e 4 da figura 5)

Medev: média das temperaturas dos locais do Parque Central (Pontos 2 e 3 da figura 5)

Esta comparação revelou a presença do efeito de ilha de frescura diurna do Parque com uma intensidade média de 0.6°C (Tabela 2). Foi igualmente registada uma diferença acentuada entre os dois locais dentro do parque, onde o local predominantemente à sombra (ponto 2) revelou uma ilha de frescura diurna com uma intensidade média de 1.0°C e o local do parque com equipamentos (Ponto 3), de 0.2°C. De salientar que em alguns casos a IF o espaço verde (EV) pode atingir de diferença entre a área urbana superior a dois graus centígrados.

**Tabela 2 Valores médios da temperatura do ar no Parque Central e área circundante**

°C	AU - EV	AU - Ponto 3	AU - Ponto 2
Média	<b>0.6</b>	0.2	<b>1.0</b>
Mín.	-0.6	-0.9	-0.3
Máx.	<b>2.2</b>	1.8	2.7

## 4 CONFORTO BIOCLIMÁTICO NO PARQUE CENTRAL

A procura de áreas urbanas para motivos de lazer está intimamente ligada ao bem-estar e conforto que cada indivíduo sente nesses mesmos espaços.

Do ponto de vista climático, estas áreas são geralmente apontadas como importantes na amenização da temperatura, na redução da velocidade do vento, nos níveis de humidade mais elevados, na redução de níveis de radiação solar directa (sombra) e na melhoria da qualidade do ar, favorecendo, assim, as condições de conforto bioclimático.

### 4.1 Metodologia da medição da índice de conforto

A utilização de um índice térmico tem por objectivo exprimir, através da combinação de um conjunto de variáveis, as condições de conforto de um determinado espaço ou local (Matzarakis et al., 1999). No presente presente artigo foi utilizado o *Physiological Equivalent Temperature* (PET) para identificar as diferenças de conforto dentro e fora de um espaço verde urbano. Este é um índice de conforto térmico estacionário e com carácter geral, utilizável em qualquer tipo de condições térmicas (Andrade, 2003), que se expressa

em graus centígrados. O PET indica a “sensação térmica” apreendida pelos indivíduos. Esta “sensação térmica” tem uma correspondência com o esforço termoregulatório do corpo humano

Para calcular o PET Nas medições itinerantes foram utilizados: termohigrómetro digital A1 Rotronic; Anemómetro de mão *Kestrel 3000 Neilsen-Kellerman*; Piranómetro *CM 21 Kipp & Zonen* e Pirgeómetro *CG1 Kipp & Zonen*.

Foram realizadas campanhas de medição itinerante, tendo sido previamente definidos (Figura 5).



- 1 - Estacionamento sol (Praceta)
- 2 - Jardim Sul (sombra)
- 3 - Jardim Sul (relva húmida)
- 4 - Estrada (Sol)
- 5 - Jardim Centro (relva húmida)
- 6 - Jardim Centro (sombra junto ao lago)
- 7 - Estrada (Sombra)
- 8 - Jardim Norte (sol - relva húmida)
- 9 - Jardim Norte (sombra - relva húmida)
- 10 - Rua sol
- 11 - Rua Sombra

**Figura 5 – Locais de medição do índice de Conforto**

## 4.2 Resultados

As medições de PET no Parque Central da Amadora revelaram uma grande variação de classes de PET (Tabela 3), tendo sido registado desde o correspondente a ausência de esforço termoregulatório (22.8°C – registado no Jardim Centro junto ao lago) até esforço extremo (45.2°C - Estrada).

Na análise à variação do PET nos locais de medição, denotou-se imediatamente a relação entre áreas que se encontravam à sombra e as que estavam expostas ao sol, não obstante a sua localização, demonstrando que o papel da radiação solar é determinante na variação do PET. Esta informação, embora pouco surpreendente, vem reforçar a noção da importância das áreas de sombra no conforto estival nas cidades.

As medições dentro do jardim revelaram uma forte atenuação do PET nestes locais. Em média identificou-se que os jardins são 5.5°C menos desconfortáveis durante as tardes de



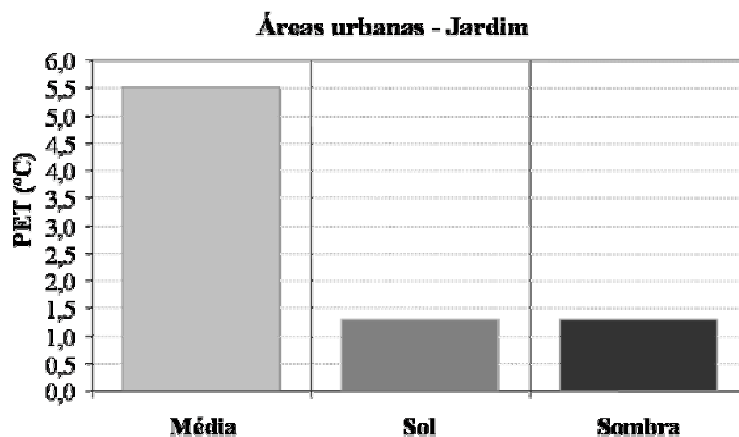
Verão. Este valor médio entra em consideração com a média de todas as medições dentro do jardim, com a média das medições no exterior do mesmo.

**Tabela 3 Valores de PET na rede local do Parque Central**

Num.	Local	Acesso solar	T°C ar	V (m/s)	Tmrt (°C)	PET
1	Estacionamento ( Praceta)	sol	24,8	0,7	57	38,1
2	Jardim Sul	sombra	23,4	0,5	29,4	24,3
3	Jardim Sul (relva húmida)	sol	25	0,4	58,7	41,2
4	Estrada	sol	26	0,1	59,1	45,2
5	Jardim Centro (relva húmida)	sombra	24,4	0,3	27,7	24,9
6	Jardim Centro (junto ao lago)	sombra	23,5	0,4	25	22,8
7	Estrada	sombra	24,2	0,7	31,5	25,2
8	Jardim Norte (relva húmida)	sol	26,2	1,3	60,7	38,5
9	Jardim Norte (relva húmida)	sombra	25,7	0,8	29,6	25,3
10	Rua	sol	26,5	0,8	59,6	40,2
11	Rua	sombra	26	0,9	31,4	26,1

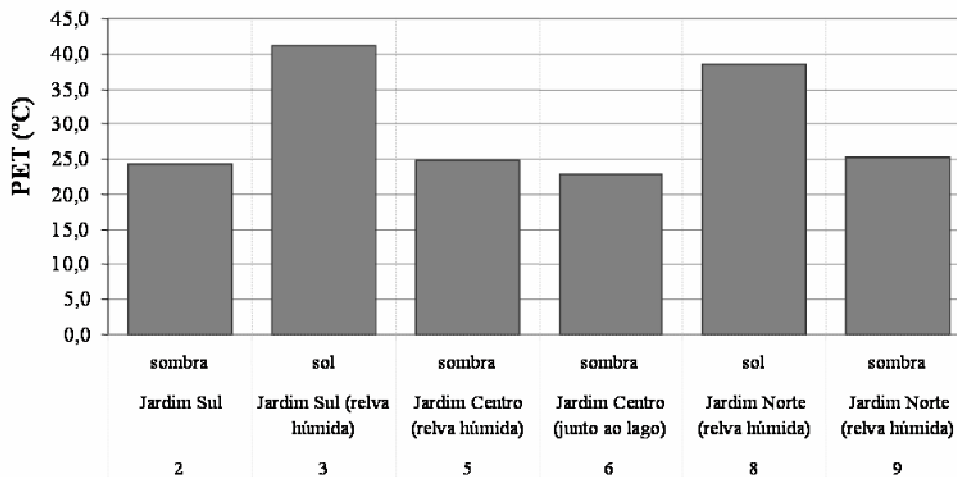
Como foi referido anteriormente, a radiação solar é determinante na variação do PET, pelo que se optou por analisar separadamente as medições feitas ao sol e à sombra, tanto as dentro do Jardim, como as fora deste. Desse modo, procedeu-se ao cálculo das diferenças entre as áreas urbanas e o Parque para os locais de sombra e de sol através da subtracção da média das medições das áreas urbanas (AU) à média das medições dentro do Parque, sendo que para o cálculo do PET(sombra) apenas se comparam as medições realizadas à sombra e para a PET(sol) os locais expostos ao sol.

As diferenças registadas revelaram que o jardim à sombra é responsável por atenuar o PET em 1.3°C (Figura 6), quando comparado com as medições realizadas nas mesmas condições no exterior do jardim. Os locais ao sol dentro do Jardim são em média 1.3°C inferiores aos locais fora.



**Figura 6 – Diferença do PET medido em áreas urbanas e no Jardim**

De salientar ainda que foram observadas diferenças acentuadas intraparque, isto é, mesmo dentro do Jardim, observou-se uma variação acentuada do PET. Esta variação parece estar associada à densidade arbórea e ao efeito de sombra, assim como à proximidade da superfície aquática (Figura 7).



**Figura 7 – PET medido em diferentes locais no interior do Parque Central**

O facto de o Jardim Sul ao sol se apresentar como o local com o PET mais elevado pode estar associado a dois factores distintos: por um lado este local é desprovido de vegetação arbórea, logo mais vulnerável ao aquecimento da superfície terrestre, por outro lado, o facto de ter sido regado poucas horas antes da nossa medição, contribui para o aumento de humidade na superfície e na atmosfera, podendo, sobre determinadas condições de temperatura e de velocidade do vento contribuir para agravamento do desconforto estival.

## 5 CONCLUSÃO

O estudo climático do concelho da Amadora contribuiu para o acréscimo do conhecimento de alguns factores que podem condicionar o bem-estar nas cidades, nomeadamente através da identificação do contributo dos espaços verdes na amenização térmica nas cidades

É desejável que os espaços verdes urbanos possam apresentar diferentes estruturas de vegetação de modo a desempenhar diversas funções, no entanto, a predominância de vegetação arbórea densa do Parque Central foi a que melhor promoveu uma atenuação da temperatura do ar urbano durante o período estudado. Outras formas que não a estrutura arbórea, como por exemplo o espaço urbano relvado, poderá em alguns casos ser tão desconfortável em termos de PET como uma estrada ao sol, especialmente caso este tenha sido regado ou se encontre húmido.

Um vez caracterizado o contributo do Parque Central na atenuação da temperatura do ar, seria interessante analisar, em futuros estudos, a capacidade de influência deste espaço verde na envolvente urbana. Para tal, deverá ser utilizado um maior número de registadores, de modo a obter uma rede completa em redor do Parque, rede esta que deverá ser comparada com os dados de vento (se possível registado no Parque) de modo a identificar se a temperatura do ar a sotavento do Parque é mais baixa do que a barlavento (ar fresco do Parque transportado para outras partes da cidade).

Compreender o modo como a vida nas cidades altera directa e/ou indirectamente o bem-estar é o primeiro passo para a construção de melhores cidades, mais eficientes e mais saudáveis.

## AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de manifestar o seu agradecimento à Professora Doutora Ana Paula Santana da Universidade de Coimbra pela iniciativa, coordenação e apoio na investigação sobre cidades saudáveis no qual se enquadra este trabalho e ainda ao Centro de Estudos Geográficos da Universidade de Lisboa em especial à Professora Doutora Maria João Alcoforado e ao Professor Doutor António Saraiva Lopes pelo apoio e pela disponibilização de parte do equipamento utilizado.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcoforado M.J. (1992) - *O clima da região de Lisboa, contrastes e ritmos térmicos*. Memórias do C.E.G, Univ. de Lisboa (PhD Thesis), nº 15, Lisboa.
- Alcoforado M.J. (1996) – Comparaison des ambiances bioclimatiques estivales d'espaces verts de lisbonne. *Publications de l'Association Internationale de Climatologie*, 9: 273-280.
- Alcoforado M. J.; Lopes A.; Andrade H.; Vasconcelos J.; Vieira, R. (2005) - *Orientações climáticas para o planeamento e o ordenamento em Lisboa*. Relatório da Área Científica de Geo-Ecologia, nº 4, Centro de Estudos Geográficos, Lisboa.
- Alcoforado M.J.; Andrade H.; Lopes A.; Vasconcelos J.; Vieira R. (2006) – Observational studies about Summer winds in Lisbon (Portugal) and their influence on day-time regional and urban thermal patterns. *Merchavim* (no.6). Department of Geography and the Human Environment. University of Tel Aviv, Israel. 21p. (em impressão).
- Andrade H. (1998) - O desconforto térmico estival em Lisboa. Uma abordagem bioclimática. *Finisterra – Revista Portuguesa de Geografia* XXXIII, (66): 41-58.
- Andrade H. (2003) – *Bioclima humano e temperatura do ar em Lisboa*. Centro de Estudos Geográficos. Lisboa, Faculdade de Letras. Lisboa, Universidade de Lisboa: 435p.
- Andrade H. (2005) – O clima urbano – natureza, escalas de análise e aplicabilidade. *Finisterra - Revista Portuguesa de Geografia*, XL(80): 67-91.
- Andrade H.; Vieira R. (2005) – *Estudo climático de um espaço verde de Lisboa: o Jardim da Fundação Calouste Gulbenkian*. Relatório da Área Científica de Geo-Ecologia, nº 5, Centro de Estudos Geográficos, Lisboa.
- ASHRAE (1981) - *Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*. Atlanta: ANSI/ASHRAE Standard.
- Auliciems A. (ed.) (1997) – *Advances in Bioclimatology*, Springer, Brisbane.
- Barry R. G.; Chorley R. J. (1992) – *Atmosphere, Weather and Climate*. Routledge, London.
- Baycan-Levent T.; Leeuwen E. V.; Rodenburg C.; Nijkamp P. (2002) – Development and management of green spaces in european cities: a comparative analysis. *In: Research Memoranda*, 25, Free University Amsterdam, Faculty of Economics, Business Administration and Econometrics.
- Bernartzky A. (1982) - The contribution of trees and green spaces to a town climate. *Energy and Buildings*, 5(1): 1-10.
- Ca V. T.; Asaeta T.; Abu E. M. (1998) – Reductions in air conditioning energy caused by a nearby park. *Energy and Buildings*, 29: 83-92.
- Canton M. A.; Cortegoso J. L.; Rosa C. (1994) – Solar permeability of urban trees in cities of western Argentina. *Energy and Buildings*, 20: 219-230.
- Escola Nacional de Saúde Pública. (vários) Janeiro de 2004. <http://www.ensp.unl.pt/>
- Eliasson I.; Upmanis H. (2000) – Nocturnal outflow from urban parks – implications for the city ventilation. *Theoretical and Applied Climatology*, 66: 95-107.
- G.L.A. (Greater London Authority) (2001) – The benefits of green space. *In: Scrutiny of Green Spaces in London*. Greater London authority, London.
- Givoni B. (1992) - Comfort, Climate Analysis and Building Design Guidelines. *Energy and Buildings*, Vol. 18.
- Givoni B. (1998) – *Climate considerations in building and urban design*. John Wiley & Sons, Inc, New York.
- Gómez F.; Gil L.; Jabaloyes J. (2004) - Experimental investigation on the thermal comfort in the city: relationship with the green areas, interaction with the urban microclimate. *Building and Environment* 39: 1077 – 1086.
- Heisler G. M. (1990) – Mean wind speed below building height in residential neighborhoods with different tree densities. *Ashrae Transaction*, 96 (1): 1389-1396.
- Höppe P. (1993) – Heat balance modelling. *Experientia*, 49 (9): 741-747.

- Höppe P. (1999) – The physiological equivalent temperature - an universal index for the biometeorological assessment of the thermal environment. *International Journal of Biometeorology*, 43, 71-75.
- Koppe, C.; Kovats, S.; Jendritzky; G.; Menne, B. (2004) – Heat-waves: risks and responses. Regional Office for Europe. Health and Global Environmental Change, Series No. 2. Copenhagen, Denmark. 124p.
- Lopes A. (2003) – *Modificações no clima urbano de Lisboa como consequência do crescimento urbano. Vento, ilha de calor de superfície e balanço energético*. PhD, Faculdade de Letras. Lisboa, Universidade de Lisboa.
- Lopes A.; Vieira H. (2002) – A Utilização de Balões Cativos para o Estudo Microclimático do Bairro Lisboaeta de Telheiras. *Finisterra – Revista Portuguesa de Geografia*, XXXVII (74): 151-160.
- Masmoudi S.; Mazouz S. (2004) - Relation of geometry, vegetation and thermal comfort around buildings in urban settings, the case of hot arid regions. *Energy and Buildings*, 36: 710–719.
- Matzarakis A.; Mayer H.; Iziomom E. (1999) – Applications of a universal thermal index: physiological equivalent temperature. *International Journal of Biometeorology*, 43 (2): 76-84.
- Mayer H. (1993) – Urban bioclimatology. *Experientia*, 49: 957-963.
- Mayer H.; Höppe P. (1987) – Thermal comfort on man in different urban environments. *Theoretical and Applied Climatology*, 38: 43-49.
- Nikolopoulou M.; Baker N.; Steemers K. (2001) - Thermal comfort in outdoor urban spaces: understanding the human parameter. *Solar Energy* 70(3): 227–235.
- Oke T.R. (1987) – *Boundary Layer Climates*. Routledge, London.
- Oke T.R. (1989) – The micrometeorology of the urban forest. *Phil. Trans. R. Soc. Lond.*, B (324): 335-349.
- Oke T.R. (2004) – *Initial guidance to obtain representative meteorological observations at urban sites*. World Meteorological Organization Instruments and Observing Methods, WMO, Report no. 81. [<http://www.wmo.ch/web/www/IMOP/publications/IOM-81/IOM-81-UrbanMetObs.pdf>]
- Paixão, E. & Nogueira, P (2002) – *Estudo da onda de calor de 1991 em Portugal: efeitos na mortalidade*. Relatório Científico. Projecto Ícaro. Observatório Nacional de Saúde. Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge. 96p.
- Parsons K. C. (1993) – *Human thermal environments*. Londres, Taylor & Francis.
- Rosenfeld A.H.; Akbari H.; Romm J.J.; Pomerantz M.; Taha H.G. (1995) – Mitigation of urban heat islands: materials utility programs, updates. *Energy and Buildings*, 22: 225-265.
- Santamouris M. (2001) – The role of green spaces. In Santamouris M. (ed) *Energy and Climate in the Built Environment*, James & James Ltd, Londres: 97-109.
- Sashua-Bar L.; Hoffman M.E. (2000) – Vegetation as a climatic component in the design of an urban street. *Energy and Buildings*, 31: 221-235.
- Spronken-Smith R.A.; Oke T.R. (1998) – The thermal regime of urban parks in two cities with different summer climates. *International Journal of Remote Sensing*, 19: 2085-2104.
- Spronken-Smith R. A.; Oke T. R.; Lowry H. P. (2000) – Advection and the surface energy balance across an irrigated urban park. *International Journal of Climatology*, 20:1033-1047.
- Telles G. R. (coordenador) (1997) – *Plano verde de Lisboa - Componente do Plano Director Municipal de Lisboa*. Edições Colibri, Lisboa.
- VDI (1998) – *Environmental meteorology, methods for the human-biometeorological evaluation of climate and air quality for urban and regional planning at regional level*. Dusseldorf, VDI-Verlag
- Upmanis H. (1999) – The influence of sky view factor and land-use on city temperatures. In Upmanis H. (ed.), *Influence of Parks on Local Climate*. Göteborg Univ., Department of Earth Sciences, Göteborg.
- Wilmers F. (1988) – Green for melioration of urban climate. *Energy and Buildings*, 11: 289-299.