

O CONTRIBUTO POTENCIAL DOS ESPAÇOS VERDES PARA A ADAPTAÇÃO ÀS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS NAS CIDADES.

O EXEMPLO DE DOIS JARDINS DE LISBOA.

Sandra Oliveira ^{(1)*}, Henrique Andrade ⁽¹⁾, Maria João Alcoforado ⁽¹⁾, Teresa Vaz ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Centro de Estudos Geográficos da Universidade de Lisboa, Faculdade de Letras, Alameda da Universidade, 1600-214 Lisboa. *Email: soliveira@fl.ul.pt. Telef: 21 7920087

Sumário

Com o objectivo de avaliar a importância dos pequenos espaços verdes para a qualidade ambiental urbana e para a atenuação dos efeitos combinados do aquecimento global e da ilha de calor urbana, foi realizado um estudo em dois jardins de Lisboa de pequena dimensão, com características distintas mas localizados em áreas densamente urbanizadas da cidade de Lisboa: o Jardim Tófilo de Braga, em Campo de Ourique, e o Jardim Braancamp Freire, no Campo dos Mártires da Pátria. A influência das condições microclimáticas e outras características ambientais destes espaços foram analisadas, no que diz respeito às preferências dos utilizadores frequentes. Para esse efeito, realizaram-se medições itinerantes de temperatura, humidade relativa, radiação solar e de grande comprimento de onda e de velocidade e direcção do vento, em simultâneo com inquéritos aos visitantes sobre a percepção das condições meteorológicas e a utilização do espaço verde. Verificou-se que a média de idades dos utilizadores ronda os 65 anos; isto permite atestar a importância bioclimática dos espaços verdes, em situações de calor intenso, que afectam particularmente os idosos. Os locais escolhidos pelos visitantes para permanecerem no jardim variam naturalmente com as condições meteorológicas e com as estações do ano. Para fazer o estudo microclimático dos jardins e da sua área envolvente, foram colocados termohigrómetros fixos em redor e no interior dos jardins. Adicionalmente, em Campo de Ourique, foram realizadas medições itinerantes entre o jardim e as ruas mais próximas, com diferentes orientações, tendo-se verificado diferenças significativas de temperaturas, do ar e radiativa, entre o espaço verde e algumas das ruas adjacentes, em situações de tempo muito quente.

Este estudo contribuiu para uma melhor compreensão da influência dos espaços verdes de pequena dimensão nas condições climáticas (não só da área verde, como das áreas envolventes) e no conforto bioclimático dos utilizadores. Assim, se justifica a multiplicação de pequenas áreas verdes, como forma de adaptação das áreas urbana às alterações climáticas, devidas a fenómenos à escala global e à própria presença da cidade.

Palavras-chave: Espaços verdes urbanos; alterações climáticas; conforto bioclimático; condições microclimáticas

INTRODUÇÃO

Os espaços verdes contribuem para a melhoria das condições ambientais nas áreas urbanas e, consequentemente, para o aumento da qualidade de vida, regulando o clima urbano e mitigando a ilha de calor, e melhorando as condições de conforto bioclimático dos utilizadores e amenizando as condições climáticas da área envolvente. Para além disso, têm efeitos hidrológicos positivos, aumentam a biodiversidade em meio urbano, influenciam positivamente a saúde humana e promovem o contacto social entre os habitantes da cidade (OKE, 1989; GEORGI & ZAFIRIADIS, 2006; JAUREGUI, 1990; YU e HIEN, 2006; DIMOUDI e NIKOLOPOULOU, 2003; UPMANIS et al., 2001; PARÉS-FRANZI et al., 2006). Os espaços verdes constituem, assim, uma forma de adaptação das cidades às alterações climáticas e têm também um potencial papel na filtragem de poluentes atmosféricos e na assimilação de dióxido de carbono. Os efeitos no conforto bioclimático são igualmente importantes para a mitigação dos efeitos das vagas de calor, que se prevêem mais intensas e mais frequentes no

futuro, como consequência do efeito combinado do aquecimento global e da ilha de calor urbana que tornam as áreas urbanas mais vulneráveis aos impactos das alterações climáticas (WILBY e PERRY, 2006; PATZ, 2005; ALCOFORADO e ANDRADE, 2008; IPCC, 2007).

A influência dos espaços verdes no ambiente urbano depende de vários factores, tais como a dimensão e a estrutura dos espaços verdes, as condições meteorológicas locais e regionais e as características de morfologia urbana dos bairros onde estes se inserem (UPMANIS *et al.*, 1998). Na cidade de Lisboa, os “espaços verdes de vizinhança”, de pequena dimensão mas de utilização intensa e localizados em áreas densamente urbanizadas, são os espaços públicos mais frequentados (SOARES, 2006).

Para este estudo, foram seleccionados dois espaços verdes de pequena dimensão e com características distintas, localizados em áreas densamente urbanizadas da cidade de Lisboa, com o intuito de:

- i) Analisar a influência das condições microclimáticas e outras características ambientais destes espaços nas preferências dos utilizadores frequentes;
- ii) Verificar a influência dos espaços verdes na área envolvente, através das diferenças nas condições microclimáticas entre o espaço verde e as ruas próximas, tendo em consideração a distância ao jardim e a orientação das ruas, entre outros factores.

Este estudo foi realizado no âmbito do projecto *UrbKlim*: Clima e sustentabilidade urbana. Percepção do conforto e riscos climáticos (POCI/GEO/61148/2004, <http://www.ceg.ul.pt/urbklim/index.html>).

METODOLOGIA

Áreas de estudo

Foram seleccionados dois espaços verdes de pequena dimensão e com características distintas: o Jardim Teófilo de Braga, em Campo de Ourique, e o Jardim Braancamp Freire, no Campo dos Mártires da Pátria (Fig.1).

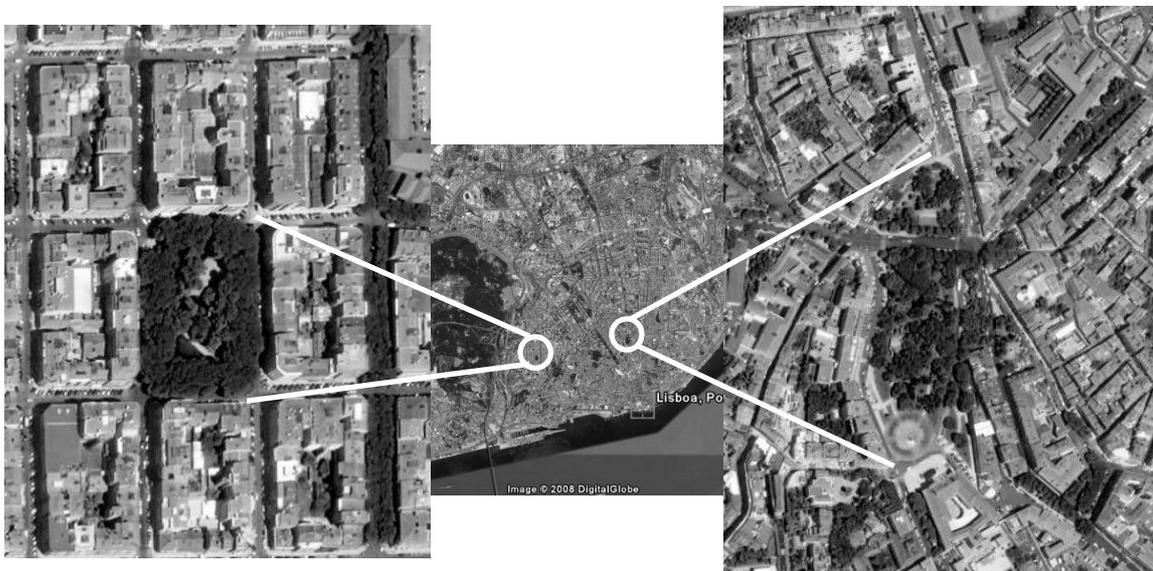


Fig. 1 – Localização dos espaços verdes estudados: Jardim Teófilo de Braga (à esquerda) e Jardim Braancamp Freire (à direita)

Jardim Teófilo de Braga – localiza-se numa área densamente urbanizada com malha ortogonal (Campo de Ourique). Tem uma superfície de 2 400 m² e uma forma rectangular com uma orientação norte-sul. Dominam as espécies arbóreas, entre as quais *Celtis australis*, *Gingko biloba*, *Tilia tormentosa*, *Aesculus hippocastanum* e

Metrosideros excelsia. O jardim inclui um lago de pequena dimensão, um parque infantil e um coreto. Está rodeado de edifícios entre 15 a 25 metros de altura, de formas, cores e materiais de construção variados, utilizados para fins comerciais e residenciais.

Jardim Braancamp Freire – localiza-se também numa área densamente urbanizada, no interflúvio entre os vales das principais avenidas da cidade (Av. Liberdade a oeste e Av. Almirante Reis a este). Tem uma superfície de 22 600 m², com uma orientação norte-sul e uma configuração irregular, sendo atravessado transversalmente por uma estrada. Dominam as espécies arbóreas, entre as quais *Sophora japonica*, *Tilia tormentosa*, *Ficus benjamina*, *Acer negundo*, *Chorisea speciosa*, *Gingko biloba*. Tem um lago, um parque infantil, um campo de jogos, um café e esplanada e um largo com uma estátua na parte sul. Está rodeado de edifícios entre os 10 e os 20 metros de altura, de formas, cores e materiais variados, utilizados para fins residenciais, comerciais, sociais e educacionais.

Recolha de dados

Para analisar as diferenças nas condições microclimáticas no interior e no exterior dos jardins e a influência destes na área envolvente, foram colocados termohigrómetros fixos em redor e no interior dos jardins, a 3 metros de altura, medindo a temperatura e a humidade relativa de 10 em 10 minutos (Fig. 2).



Fig. 2 – Localização dos termohigrómetros colocados em redor e no centro do Jardim Teófilo de Braga (à esquerda) e Jardim Braancamp Freire (à direita).

Em Campo de Ourique, foram também realizadas medições itinerantes entre o jardim e as ruas envolventes mais próximas, com diferentes orientações, em dias de céu limpo e temperaturas elevadas nos Verões de 2006 e 2007.

Para verificar as relações entre as características ambientais no interior dos espaços verdes e as preferências dos utilizadores, foram realizadas medições itinerantes de temperatura, humidade relativa, radiação solar e de grande comprimento de onda e velocidade e direcção do vento, em simultâneo com inquéritos aos visitantes sobre a percepção das condições meteorológicas e a utilização do espaço verde, em relação com as suas características e preferências individuais. Para além disso, foram também tiradas fotografias durante as sessões de inquéritos, com o intuito de averiguar as alterações de comportamento dos utilizadores, como forma de adaptação às condições ambientais.

As medições itinerantes realizaram-se com sensores Testo: a temperatura foi medida com um termóstato NTC com precisão de 0.2°C, a velocidade do vento foi medida com um anemómetro térmico (bolbo quente) com uma precisão de 0.3 m/s a 22°C e um tempo de resposta de 4 segundos. Estas medições foram registadas de 30 em 30 segundos. A radiação solar e de grande comprimento de onda foram medidas a intervalos de 20 minutos

com um piranómetro CM21 Kipp & Zonnen e um pirgeómetro CG1 Kipp & Zonnen (Kipp & Zonnen, Delft, The Netherlands) e aplicando os procedimentos descritos por JENDRITZKY e NÜBLER (1981), VDI (1998) e explicados em OLIVEIRA e ANDRADE (2007).

O inquérito era composto por questões de resposta curta, divididas em 3 partes: questões relacionadas com as características pessoais dos indivíduos, com as suas preferências e hábitos na utilização do jardim e com a sua percepção das condições meteorológicas e do conforto bioclimático no momento (Fig. 3). A construção do inquérito teve por base estudos anteriores (NIKOLOPOULOU e STEEMERS, 2003; STATHOPOULOS *et al.*, 2004; KNES e THORSSON, 2006, OLIVEIRA e ANDRADE, 2007) e foi aplicado a adultos que se encontravam dentro do jardim, sentados ou em pé.

N.º inquérito	Utilizador	Data	Hora	Local	
1. Sexo F M		5. Vestuário A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z Outros		12. Actividade Profissional 13. É fumador? Sim Não	
2. Experiência Anos A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z Outros		8. Posição De pé Deitado Sentado Outros		9. Nacionalidade 10.1 Residência (comércio) 10.2 Há quanto tempo 11. Nível escolaridade	
3. Companhia Sim Não Acompanhados		14. Quantas vezes veio a este local Vem sempre ao dia 1 vez por dia 2 ou 3 vezes por semana 1 vez por semana 1 a 2 vezes por mês 1 vez cada estação ano 1 a 2 vezes por ano		17. Distância a residência % Km	
4. Actividade Desandar Lazer Falar Andar descalço Jogar cartas Outros		15. Razões para estar no local no momento Desporto Passar o tempo Actividades recreativas Encontro com amigos Dia programado Visitação de crianças Comprar Passar a tarde Outros		18. Quando prefere utilizar este espaço? Estação do ano Dia Hora	
14. Há quanto tempo está neste local < 5 min 5 a 15 min 15 a 30 min 30 min a 1 hora > 1 hora		19.1. Sofre de alguma destas doenças? Artrite Doença cardíaca Doença pulmonar crónica Doença respiratória Doença dos rins Diabetes Artrite reumatóide Artrite Outras doenças dos ossos Esclerose Outros problemas de pele Doença cardiovascular Outros		19.2. Como se sente neste momento em termos de condições de saúde? Muito desconfortável, sintomas agravados Desconfortável, manifestação de sintomas Bem, confortável Muito bem, sem sintomas	
19.3. Quais os estados de tempo que agrada em suas condições de saúde?					
a. Temperatura Frio Ameno Quente Muito quente		b. Humidade Seco Neutro Humido Muito húmido		c. Radiação solar Sombrio Agradável Sol forte Sol muito forte	
		d. Vento Abafado (sem vento) Agradável Ventoso Muito ventoso		e. Precipitação Sem chuva Chuva leve Muita chuva Tormenta	
20. Neste momento, como considera este lugar em termos climáticos?					
a. Temperatura Muito frio Frio fresco Agradável Quente		b. Humidade Seco Neutro Humido Muito húmido		c. Radiação solar Sombrio/sombrio Agradável Sol forte Sol muito forte	
		d. Vento Abafado (sem vento) Agradável Ventoso Muito ventoso			
21.1. Dentro deste jardim, qual é (são) o(s) lugar(s) que mais lhe agrada(m)? 1. Bancos e bancos 2. Desporto no jardim 3. Menus 4. Parque infantil 5. Campo de jogos 6. Lago grande 7. Lago pequeno 8. Lago artificial Sousa Matos 9. Esplanada/berço 10. Outros		21.2. Porquê?		22.1. Em que condições climáticas costuma utilizar o jardim? Ameno Frio Muito frio Calor Sol forte (alta de sombras) Nublado Humido Chuva Ventoso	
				22.2. Que lugares prefere nessas condições?	

Fig. 3 – Inquérito realizado aos utilizadores dos jardins. A questão 21.1 foi ajustada às características de cada jardim, assim como a questão 5, relativa ao vestuário, foi adaptada a cada estação do ano (Inverno e Verão).

RESULTADOS

Condições microclimáticas

No Jardim Teófilo de Braga, não foram encontradas diferenças significativas entre os diversos locais de medição fixa, com exceção da temperatura máxima que apresentava valores mais elevados a este do jardim, cerca de 2°C em média (Fig. 4).

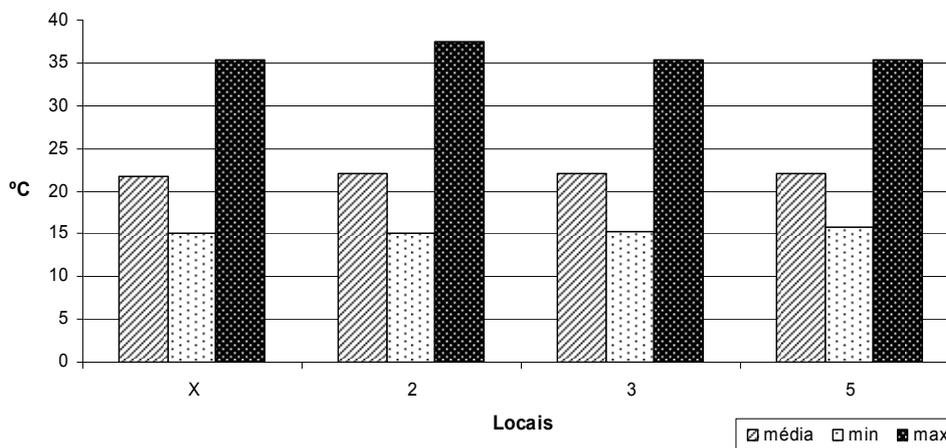


Fig. 4 – Médias de temperatura (°C) nos diversos locais de medição fixa no Jardim Teófilo de Braga, ao longo do período de Verão (n=51 dias).

No Jardim Braancamp Freire, verificou-se que o local dentro do jardim apresenta valores de temperatura (média e máxima) mais baixos que os restantes locais, com maior expressão no Verão. No Inverno, a média de temperatura máxima do local dentro do jardim foi cerca de 2 a 4°C mais baixa que nos restantes locais (Fig. 5).

No Verão, a diferença de temperatura máxima entre o local mais fresco (X) e o local mais quente (4) foi de 8°C (Fig. 6).

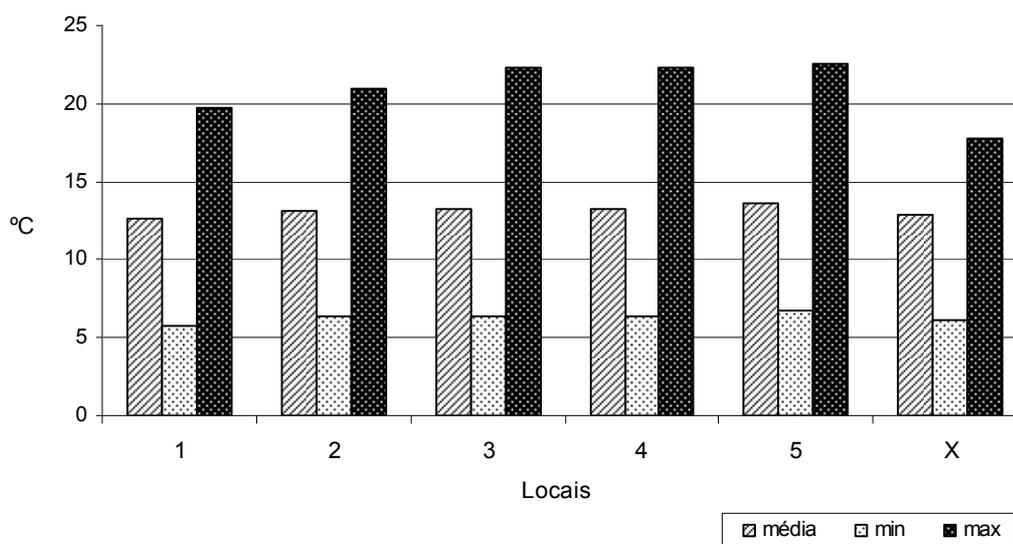


Fig. 5 - Médias de temperatura nos diversos locais de medição fixa no Jardim Braancamp Freire, ao longo do período de Inverno (n=20 dias).

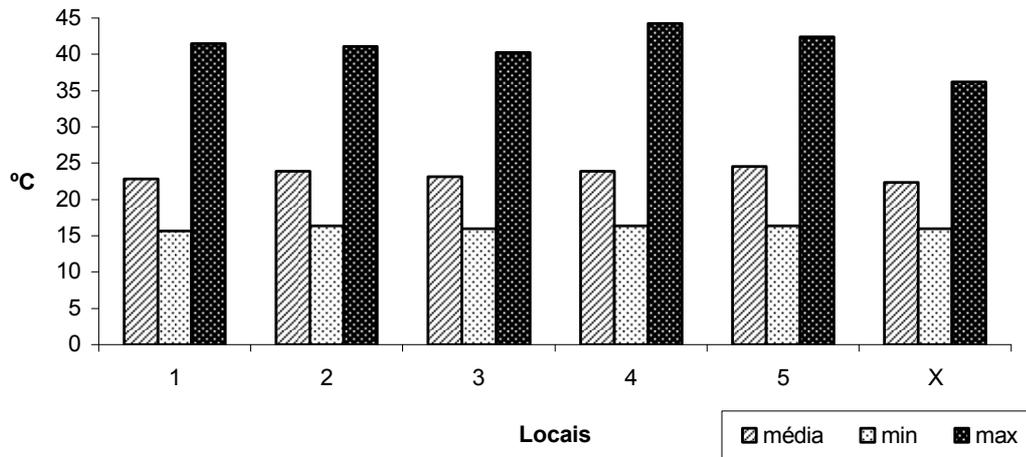


Fig. 6 - Médias de temperatura nos diversos locais de medição fixa no Jardim Braancamp Freire, ao longo do período de Verão (n=57 dias).

Nos dias de realização dos inquéritos, as diferenças na temperatura foram mais evidentes nos dias em que se registaram temperaturas mais elevadas. Em Campo de Ourique, o dia mais quente foi 5 de Junho 2006, com temperatura máxima a atingir cerca de 34°C a este do jardim, mais de 3°C acima dos outros locais (Fig. 7).

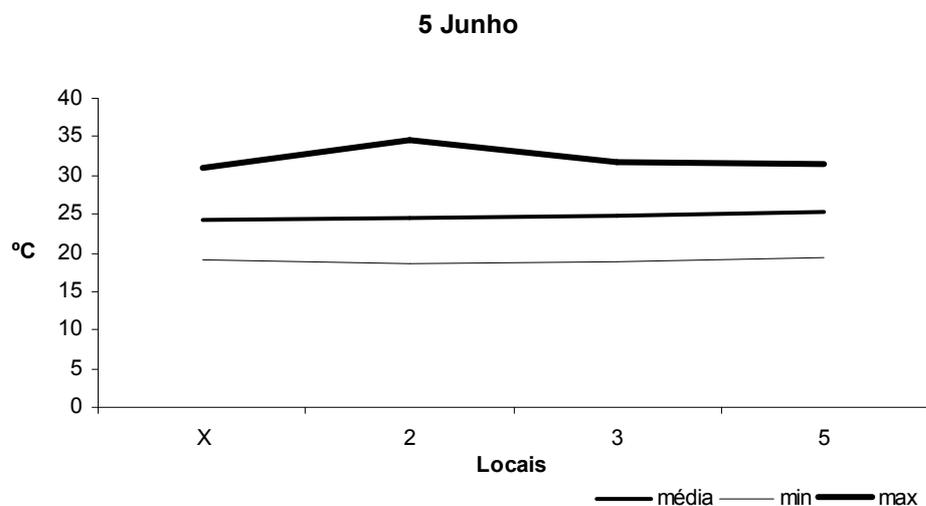


Fig. 7 – Temperaturas registadas no dia 5 de Junho 2006 no Jardim Teófilo de Braga, Campo de Ourique.

No Jardim Braancamp Freire, o dia mais quente das sessões de inquéritos foi 30 de Julho, no qual se verificaram diferenças de cerca de 5°C entre o local dentro do jardim e os pontos em redor (Fig.8).

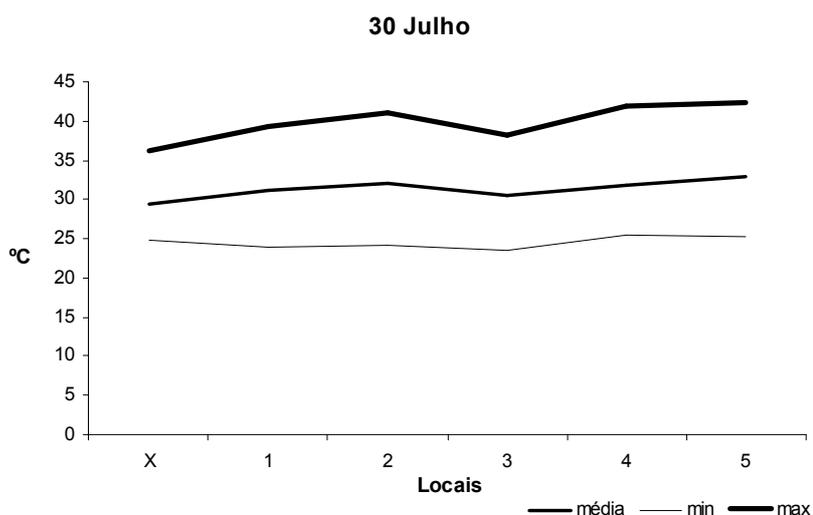


Fig. 8 – Temperaturas registadas no dia 30 de Julho de 2007 no Jardim Braancamp Freire, Campo dos Mártires da Pátria.

Influência do Jardim Teófilo de Braga nas condições microclimáticas da área envolvente

Nos vários dias das medições itinerantes, realizadas ao longo de um percurso entre o jardim Teófilo de Braga e várias ruas circundantes, com diferentes orientações, verificaram-se diferenças de temperatura entre os locais no interior do jardim e os restantes locais. As maiores diferenças foram registadas entre o local 3, no jardim à sombra, e o local D, ao sol, sendo estas diferenças mais elevadas nos dias mais quentes; o dia 9 de Agosto de 2006 registou as temperaturas mais altas e observaram-se diferenças de temperatura superiores a 8.5°C entre os locais 2 e 3 (sombra no jardim) e o local D, localizado numa rua perpendicular ao jardim, ao sol (Fig. 9).



Fig. 9 – Temperatura registada nos vários locais de medições itinerantes, às 15h do dia 9 de Agosto 2006.

Características dos utilizadores

A idade média dos utilizadores ronda os 65 anos; a influência dos espaços verdes nas condições microclimáticas, mais evidente em situações de calor intenso, é particularmente importante para idosos, mais sensíveis a estas situações (KOVATS e HAJAT, 2008). A maioria dos utilizadores habita a uma distância até 20 minutos a pé dos jardins, verificando-se diferenças com a estação do ano e entre os dois jardins: no Jardim Teófilo de Braga, no Verão, são 77% dos inquiridos, enquanto no Jardim Braancamp Freire, também no Verão, são 49%, sendo que no Inverno atingem 63%. Também no que respeita à actividade profissional verificam-se diferenças entre estações do ano, no Jardim Braancamp Freire: no Inverno, a maioria dos utilizadores são reformados (66%), enquanto que no Verão apenas 37% dos inquiridos eram reformados. Este jardim é utilizado por uma população mais diversificada durante o Verão, o que não se verificou no Jardim Teófilo de Braga.

Os locais escolhidos pelos visitantes para permanecerem no jardim variam com as condições meteorológicas e com as estações do ano; no Inverno, como era de esperar, escolhem essencialmente locais onde a radiação solar incide directamente até mais tarde, enquanto no Verão escolhem locais à sombra ou junto a espelhos de água.

CONCLUSÃO

Este estudo possibilitou uma melhor compreensão da influência dos espaços verdes de pequena dimensão no conforto bioclimático dos seus utilizadores e nas condições climáticas das áreas envolventes, podendo justificar a criação e melhoria dos espaços verdes, como forma de adaptação às alterações climáticas nas áreas urbanas. As relações entre as diversas variáveis que influenciam o conforto bioclimático dos utilizadores de espaços verdes em áreas urbanas e os parâmetros que influem nas condições microclimáticas das áreas envolventes aos jardins de pequena dimensão estão a ser alvo de estudos mais aprofundados. O facto de, mesmo pequenos espaços verdes como os que foram estudados, terem apresentado temperaturas substancialmente mais baixas do que as áreas envolventes, nos dias mais quentes (chegando a diferença a ser superior a 8°C em Campo de Ourique), vem confirmar a importância das áreas verdes urbanas na atenuação das consequências nefastas das vagas de calor, sobretudo para as populações mais idosas.

BIBLIOGRAFIA

- ALCOFORADO, M.J.; ANDRADE, H. (2008) – Global Warming and urban heat island, *in* Marzluff, J.M. et al., ed, *Urban Ecology*, Springer: 249- 262.
- DIMOUDI, A.; NIKOLOPOULOU, M. (2003) - Vegetation in the urban environment: microclimatic analysis and benefits. *Energy Build*, 35:69-76.
- GEORGI, N.J.; ZAFIRIADIS, K. (2006) - The impact of park trees on microclimate in urban areas. *Urban Ecosystems*, 9:195-209.
- IPCC (2007) - *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press.
- JAUREGUI, E. (1990-91) - Effects of vegetation and new water bodies on the climate of Northeast México City. *Energy Build*, 15:447-455.
- JENDRITZKY, G.; NÜBLER, W. (1981) - A model of analysing the urban thermal environment in physiologically significant terms. *Arch Meteorol Geophys Bioclimatol* Ser B 29:313-326.
- KNES, I.; THORSSON, S. (2006) - Influences of culture and environmental attitude on thermal, emotional and perceptual evaluations of a public square. *Int J Biometeorol* 50:258-268.
- KOVATS, R.S; HAJAT, S. (2008) - Heat Stress and Public Health: A Critical Review, *Annu. Rev. Public Health*, 29:41-55.

- NIKOLOPOULOU, M.; STEEMERS, K. (2003) - Thermal comfort and psychological adaptation as a guide for designing urban spaces. *Energy Build*, 35:95–101.
- OKE, T.R. (1989) – The microclimatology of the urban forest. *Phil. Trans. R. Soc. Lond.*, Series B, 324:335-351.
- OLIVEIRA, S.; ANDRADE, H. (2007) - An initial assessment of the bioclimatic comfort in an outdoor public space in Lisbon. *Int J Biometeorol*, 52:69–84.
- PARÉS-FRANZI, M.; SAURÍ-PUJOL, D.; DOMENE, E. (2006) - Evaluating the Environmental Performance of Urban Parks in Mediterranean Cities: An Example from the Barcelona Metropolitan Region. *Environ Manage*, 38:750-759.
- PATZ, J.A. (2005) - Climate change, in Frumkin, H., ed. *Environmental Health: from Global to Local*. San Francisco, CA: John Wiley & Sons: 238-268.
- SOARES, A.L. (2006) – *O valor das árvores. Árvores e Floresta Urbana de Lisboa*. PhD thesis, Institute of Agronomy, Technical University of Lisbon.
- STATHOPOULOS, T.; WU, H.; ZACHARIAS, J. (2004) - Outdoor human comfort in an urban climate. *Build Environ*, 39:297–305.
- UPMANIS, H.; ELIASSON, I; ANDERSSON-SKÖLD, Y. (2001) - Case studies of the spatial variation of benzene and toluene concentrations in parks and adjacent built-up areas, *Water Air Soil Pollut*, 129:61–81.
- UPMANIS, H.; ELIASSON, I.; LINDQVIST, S. (1998) – The influence of green areas on nocturnal temperatures in a high latitude city (Goteborg, Sweden). *Int J Climatology* 18:681-700.
- VDI (1998) - *Environmental meteorology, methods for the human-biometeorological evaluation of climate and air quality for urban and regional planning*. Dusseldorf, VDI-Verlag.
- WILBY, R.L.; PERRY, G.L.W. (2006) - Climate change, biodiversity and the urban environment: a critical review based on London, UK. *Progress in Physical Geography*, 30:73-98.
- YU, C.; HIEN, W.N. (2006) - Thermal benefits of city parks. *Energy Build*, 38:105-120.