

Volume 4
Um futuro sustentável
Ambiente, Sociedade e Desenvolvimento
18 a 20 de Abril de 2007, Universidade de Aveiro

Ficha Técnica

9ª Conferência Nacional do Ambiente

ISBN: 978-972-789-230-3

Nota explicativa

Esta publicação contém as comunicações apresentadas na 9ª Conferência Nacional do Ambiente, realizada na Universidade de Aveiro, de 18 a 20 de Abril de 2007.

Editores

Carlos Borrego, Ana Isabel Miranda, Elisabete Figueiredo, Filomena Martins, Luís Arroja, Teresa Fidélis

Desenho da capa

Luís Pinto

Impressão

Grafigamelas

Abril de 2007

Edição

Departamento do Ambiente

Universidade de Aveiro

Tiragem

350 exemplares

(Impressos em papel reciclado)

Avaliação da Influência dos Espaços Verdes no Conforto Térmico Urbano

*Gonçalves, A. *; Ribeiro, A.C.; Rodrigues, B.; Cortez, P.; Nunes, L.; M. Feliciano*

Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Bragança

Campus de Santa Apolónia - Apartado 1172

5301-854 BRAGANÇA

SUMÁRIO:

O presente estudo é parte integrante do Projecto POCI/AMB/59174/2004, que visa avaliar o impacto dos espaços verdes na qualidade do ambiente urbano. Uma das funções ambientais reconhecidas destes espaços é a sua capacidade de contribuir para a melhoria das condições de conforto térmico dos espaços exteriores, reforçando significativamente a qualidade do espaço público.

Para o presente estudo, que foi desenvolvido durante o mês de Julho de 2006, em Bragança, seleccionou-se um espaço no qual foi possível a avaliação de situações contrastantes, sendo aos participantes, num total de 12, sujeitos a quatro condições microclimáticas diferenciadas.

No período em que decorreu o estudo efectuaram-se medições das variáveis físicas que influenciam a percepção de conforto térmico. Para o efeito foi montado um dispositivo experimental com medição da temperatura do ar, temperatura do termómetro seco e húmido, radiação solar global, radiação reflectida, radiação emitida pela atmosfera, radiação terrestre e velocidade do vento.

Os resultados reflectem a dificuldade em aplicar os indicadores desenvolvidos por Fanger no estudo do conforto exterior. Os dados disponíveis sugerem a importância da radiação na percepção de conforto, a qual estará na origem dos elevados valores de PMV obtidos e de um estado diferenciado de conforto sentidos nos espaços à sombra, onde se registam percepções de conforto térmico contrastantes.

INTRODUÇÃO:

O conforto térmico é, a par com outras componentes como o ruído, a qualidade do ar e a luminosidade, uma componente do conforto ambiental constituindo uma importante área de investigação, onde se procura compreender de que forma as condições do meio influenciam, positiva ou negativamente, a percepção de conforto humano. O conforto térmico no interior dos edifícios encontra-se, presentemente, melhor documentado do que o conforto exterior (Toudert, 2005; Thorsson et. al, 2004), enquanto os modelos de avaliação e análise usados no espaço interior vêm demonstrando limitações na sua aplicação em espaços abertos, razão pela qual se procura adaptar os seus fundamentos, construindo-se novos modelos de análise, são disso exemplo os estudos de Givoni et al. (2003) e, Georgi e Zafiriadis (2006), para citar apenas alguns. O modelo gráfico proposto por Olgyay (1998), constitui ainda elemento de análise relevante, ainda que a sua leitura não permita avaliar níveis diferenciados de conforto.

O estudo do conforto térmico em espaços exteriores constitui uma importante fonte de informação, que ajuda a compreender as opções de utilização do espaço público em actividades ao ar livre, incluindo o recreio e o lazer (Thorsson et. al, 2004). Estudos desenvolvidos em condições locais diferenciadas permitem avaliar os reflexos que as opções de concepção urbanísticas têm sobre o conforto humano, permitindo formular recomendações que potenciem o uso social dos espaços exteriores urbanos.

As condições térmicas dos espaços urbanos são influenciadas por diferentes características, urbanísticas e arquitectónicas, reconhecendo-se a existência de diferenças significativas no clima urbano, por comparação com o campo (Hough, 1998), registando-se, ainda, a presença de fenómenos microclimáticos na ampla diversidade de tipologias de ocupação urbana, reconhecendo-se a existência de condições térmicas particulares, presentes nos espaços verdes, por comparação com os espaços pavimentados e na presença de edifícios, numa mesma realidade urbana (Givoni, 1991).

O estudo do conforto térmico envolve um conjunto de elementos complementares, incluindo variáveis térmicas como a temperatura, o vento, a humidade relativa e a radiação, e, também, variáveis subjectivas ou pessoais. As variáveis subjectivas com influência na obtenção do conforto térmico relacionam-se com a actividade física e com o tipo de vestuário. Além das variáveis acima mencionadas, existem variáveis psicológicas a serem levadas em consideração nos estudos de conforto térmico, de difícil leitura e relacionadas com a vivência pessoal dos indivíduos. Entre os modelos mais utilizados nos estudos de conforto térmico encontra-se o proposto, em 1970, por Fanger, no entanto, existem limitações resultantes da aplicação deste modelo a espaços exteriores (Thorsson et. al, 2004).

A presente comunicação, parte integrante do Projecto POCI/AMB/59174/2004 – Impacte dos Espaços Verdes na Qualidade do Ambiente Urbano, traduz os primeiros elementos resultantes do estudo da influencia dos espaços verdes no conforto térmico exterior, tendo como principal objectivo avaliar de que forma estes espaços influenciam o conforto térmico urbano, tendo como objecto de estudo espaços existentes na cidade de Bragança, procurando identificar princípios que orientem as opções de formulação e desenho, potenciando a existência de um ambiente térmico propício ao seu uso social.

MATERIAL E MÉTODOS:

Durante o Verão de 2006 foram conduzidas experiências com o objectivo de avaliar a influência dos espaços verdes no conforto térmico com base nos estudos desenvolvidos por Givoni et al. (2003). Foram seleccionados quatro locais com diferentes condições microclimáticas com o objectivo de avaliar a influência de variáveis físicas como a radiação solar, o vento e a temperatura na sensação térmica e no nível de conforto. Foram seleccionados quatro locais com as seguintes características: (A) com exposição solar e com superfície relvada; (B) junto a uma parede de vegetação, com exposição solar e com superfície relvada; (C) com sombra debaixo de uma árvore e com superfície relvada; (D) com exposição solar e com superfície de betão.

Participaram nesta experiência 12 pessoas (6 homens e 6 mulheres) com idades compreendidas entre os 20 e os 60 anos e vestindo uma T-shirt branca e calças (roupas usuais durante o Verão nesta região). Os participantes foram divididos em quatro subgrupos de três pessoas distribuídas de acordo com a classe etária (20-30; 30-40, 40-50 e 50-60 anos). Foi aplicado um questionário de forma a obter respostas sensoriais avaliando a sensação térmica e o conforto. Cada subgrupo permaneceu sentado em cada local durante vinte minutos (15 minutos de adaptação às condições ambientais e 5 minutos para preencher o questionário individual) mudando de local ao fim desse

tempo seguindo um esquema rotativo. Após cada período de 80 minutos todos os grupos tinham passado pelos quatro locais. Este procedimento foi iniciado às 9 horas e terminou às 6 horas tendo sido repetido quatro vezes durante o dia.

Foram efectuadas, na área de estudo, medições da temperatura do ar, velocidade e direcção do vento, temperatura do termómetro seco e molhado e do balanço da radiação. A temperatura do ar foi medida a 1,5 metros acima da superfície com termopares tipo T (cobre-constantan) de 0,2 mm, construídos e calibrados nos laboratórios da Escola Superior Agrária de Bragança (ESAB). A temperatura dos termómetros seco e molhado foi medida com um psicrómetro de aspiração (modelo H301, Vector Instruments, Clwyd, UK). A velocidade do vento junto à sebe foi medida com um anemómetro de copos (modelo 4.3515.30.000, Thies Klima, Gottingen, Germany).

A velocidade e direcção do vento foi medida por um anemómetro (modelo 05103 Wind monitor, R.M.Young Company, Traverse City, MI, U.S.A.). Os fluxos radiantes foram medidos com um pirradiómetro (modelo CNR-1, Kipp & Zonen B.V, Delf, Holland). A radiação de grande comprimento de onda foi medida durante o dia para as superfícies de relvado e de betão. Para o efeito o sensor foi colocado alternadamente sobre as duas superfícies durante o período de trinta minutos. A radiação transmitida foi medida sob a árvore utilizando um tubo solarímetro (construído e calibrado nos laboratórios da ESAB) colocado 0,2 m acima da superfície do solo.

Os sensores foram ligados a um datalogger CR10X (Campbell Scientific, Inc., Logan, Utah, U.S.A.), um multiplexer AM416 (Campbell Scientific, Inc., Logan, Utah, U.S.A.). As medições das variáveis meteorológicas eram efectuadas em períodos de 10 segundos com armazenamento dos valores médios de 1 minuto e 10 minutos. Os dados foram importados do datalogger utilizando o programa PC208W (Campbell Scientific, Inc., Logan, Utah, USA).

Os resultados obtidos foram analisados procurando aplicar os indicadores de conforto desenvolvidos por Fanger (1970), posteriormente, aplicaram-se modelos estatísticos que permitissem identificar relações entre a sensação percebida, numa escala que varia entre -3 (muito frio) e +3 (muito calor), e as características climáticas prevalentes nos diferentes locais, procurando-se identificar padrões diferenciados em função da idade e género.

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

O Quadro 1 e a Fig. 1 mostram as condições microclimáticas prevalentes durante o período em que foram realizadas as experiências. Tratou-se de um dia de céu limpo e vento fraco com a temperatura máxima do ar a atingir os 28,8 °C, a humidade relativa mínima 39% e a radiação solar global 971,2 W m⁻².

Quadro 1-Valores médios das principais variáveis microclimáticas medidas nos diferentes locais. Os números representam respectivamente os locais: (A) com exposição solar e com superfície relvada; (B) junto a uma parede de vegetação, com exposição solar e com superfície relvada; (C) com sombra debaixo de uma árvore e com superfície relvada; (D) com exposição solar e com superfície de betão.

Hora	u ($m s^{-1}$)				T_a ($^{\circ}C$)			HR (%)				S_g ($W m^{-2}$)		S_t ($W m^{-2}$)	T_r ($^{\circ}C$)		
	(A)	(B)	(C)	(D)	(A)	(D)	(B)	(C)	(A)	(B)	(C)	(D)	(A)	(B)	(C)	(A)	(B)
09:20	0,8			0,5	18,4			20,0	17,0				645,6		186,2	31,9	27,7
10:40																	
11:05	1,0			0,8	22,1			24,1	20,2				871,6		189,6	42,2	36,5
12:25																	
14:35	1,3			1,4	26,1			27,4	24,8				886,5		105,3	49,1	42,3
15:55																	
16:25	1,2			0,9	26,9			28,8	27,6				637,4		223,7	44,0	40,2
17:45																	
Média	1,1			0,9	23,4			25,1	22,4				760,3		176,2	41,8	36,7

a u, velocidade do vento a 2 m; T_a , temperatura do ar a 1,5 m; HR, humidade relativa a 1,5 m; S_g , radiação solar global; S_t radiação transmitida; T_r , temperatura média radiante.

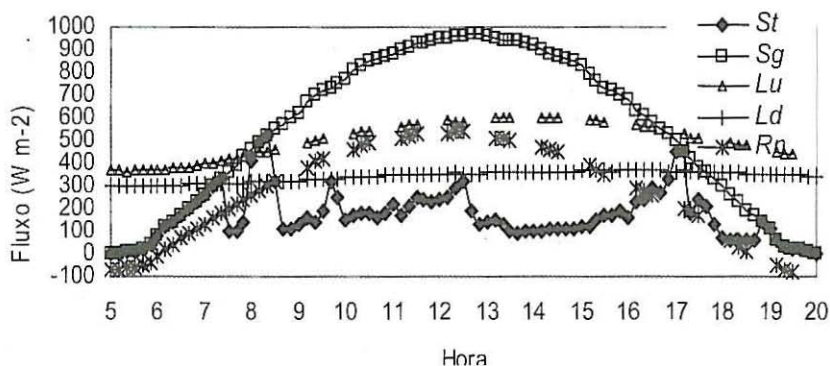


Figura 1-Evolução da radiação líquida (R_n) e das principais componentes do balanço da radiação durante o dia de realização das experiências (6 de Julho de 2006). S_g representa a radiação solar global, L_u a radiação terrestre, L_d a radiação da atmosfera e S_t a radiação transmitida.

A aplicação do modelo de análise proposto por Fanger (1970), revela uma discrepância entre os valores previsíveis para a sensação de conforto, Predicted Mean Vote (PMV), e os valores expressos em inquérito pelos indivíduos no local (Fig. 2). Esta diferença reforça a necessidade de formulação de modelos distintos de análise da sensação de conforto, no exterior, tendo por base as variáveis aplicáveis aos estudos de ambiente interior, com a incorporação na análise de parâmetros adicionais, entre os quais se inclui uma melhor compreensão da influência da radiação.

A análise comparativa entre a percepção de conforto expressa nos diferentes locais, revela o contraste existente entre os espaços expostos ao sol e os locais situados à sombra (Fig. 3). Esta

leitura é reforçada pela interpretação dos valores de radiação global, em condições de escassa influência do vento como elemento atenuador do desconforto térmico. Esta interpretação é coincidente com a que resulta da aplicação do índice esquemático de Olgay, e que demonstra o papel da sombra na criação de condições favoráveis ao conforto térmico em presença de valores climáticos típicos de Verão.

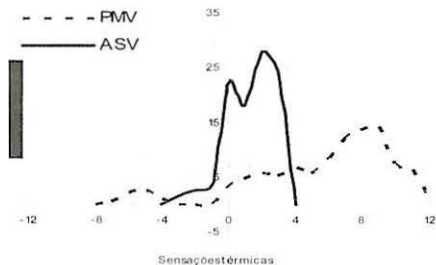


Figura 2-Frequência relativa das sensações térmicas obtidas através da equação do conforto (PMV) e registadas nos questionários

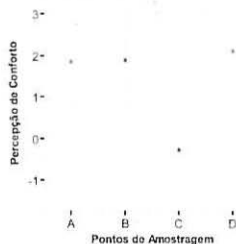


Figura 3-Médias e desvio padrão para a percepção de conforto expressa nos questionários

A interpretação da influência dos parâmetros medidos neste estudo inicial, não permite ainda desenvolver uma equação que relacione as variáveis térmicas e o valor de conforto expresso nos questionários, no entanto, espera-se que, com o incremento dos dados disponíveis, recorrendo-se a situações climáticas sazonais diferenciadas, se possa formular um modelo de interpretação dos dados.

Globalmente, e com o recurso a experiências complementares, espera-se que este estudo contribua para a compreensão da influência das características do espaços verdes nas condições térmicas com influência sobre as condições de conforto térmico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

Fanger P.O. (1970) Thermal comfort. Danish Technical Press, Copenhagen.

Georgi, N. J. e Zafiriadis, K. (2006). The impact of park trees on microclimate in urban areas. *Urban Ecosyst*, 9: 195–209

Givoni, B. (1991). Impact of Planted Areas on Urban Environmental Quality: A review. *Atmos. Environ. Part B. Urban Atmosphere*, 5(3): 289-299.

Givoni, B., Noguchi, M., Saaroni, H., Pochter, O., Yaacov, Feller, Y. N., e Becker, S. (2003): Outdoor comfort research issues. *Energy Buildings* 35(1): 77-86.

Hough, M. (1998). *Naturaleza y Ciudad*. Editorial Gustavo Gili, Barcelona.

Olgay, V (1998). *Arquitectura y clima*. Ed. Gustavo Gili, Barcelona. Edição original de 1963, *Design with Climate*.

Thorsson, S., Lindqvist, M. e Lindqvist, S. (2004). Thermal bioclimatic conditions and patterns of behaviour in an urban park in Goteborg, Sweden. *Int J Biometeorol*, 48:149–156.

Toudert, F. A. (2005). Dependence of Outdoor Thermal Comfort on Street Design in Hot and Dry Climate. MS Thesis, Meteorological Institute MIF, University of Freiburg.