

Objectivos

-A presente comunicação é parte integrante do **Projecto POCI/AMB/59174/2004 – Impacte dos Espaços Verdes na Qualidade do Ambiente Urbano**, contribuindo ainda para as definições do **Plano Verde da Cidade de Bragança**.

- Durante o Verão de 2006 foram conduzidas experiências de avaliação da **influência dos espaços verdes no conforto térmico**, baseadas nos estudos desenvolvidos por Givoni *et al.* (2003), com o objectivo de **testar as reacções de diversos indivíduos ao conforto climático em situações contrastantes**.

Material e métodos

- **Foram seleccionados quatro locais com diferentes características**, avaliando-se diferentes variáveis físicas, como a radiação solar, o vento, a temperatura do ar e a média radiante, e a humidade relativa. Diversos indivíduos, presentes nos locais, responderam a inquéritos relativos à sensação térmica e ao nível de conforto.

- **Os locais testados incluíam condições de** (Fig. 1):

(A) exposição solar, sobre superfície relvada.

(B) exposição solar, sobre superfície de betão;

(C) sombra debaixo de uma árvore, sobre superfície relvada;

(D) exposição solar, sobre superfície relvada e junto a uma sebe de vegetação,

-**Participaram nesta experiência**: 12 pessoas (6 homens e 6 mulheres), com idades 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** de acordo com a classe etária (20-30; 30-40, 40-50 e 50-60 anos).

- Foi aplicado um **questionário** por forma a obter **respostas sensoriais**, avaliando-se a sensação térmica e o conforto numa escala que varia entre -3 (muito frio) e +3 (muito calor), em cada um dos locais e ao longo do dia.



Fig.1 Estudos de conforto térmico com condições contrastantes.

- **Os resultados foram analisados** aplicando o **indicador de Fanger (1970)** e **modelos estatísticos** que permitissem identificar relações entre a sensação percebida e as características climáticas preponderantes, procurando-se identificar padrões diferenciados em função da idade e género.

Resultados e discussão

-As experiências foram conduzidas em **condições de céu limpo e vento fraco** (Quadro 1), 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^a medidas nos diferentes locais.

Hora	u (m s ⁻¹)				T_a (°C)			HR (%)			S_g (W m ⁻²)		S_t (W m ⁻²)	T_r (°C)	
	(A)	(B)	(C)	(D)	(A)	(D)	(B)	(C)	(A)	(B)	(C)	(A)	(B)	(A)	(B)
09:20	0,8	0,5			18,4	20,0	17,0		64,8			645,6	186,2	31,9	27,7
10:40															
11:05	1,0	0,8			22,1	24,1	20,2		51,3			871,6	189,6	42,2	36,5
12:25															
14:35	1,3	1,4			26,1	27,4	24,8		41,9			886,5	105,3	49,1	42,3
15:55															
16:25	1,2	0,9			26,9	28,8	27,6		41,9			637,4	223,7	44,0	40,2
17:45															
Média	1,1	0,9			23,4	25,1	22,4		50,0			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.

- A aplicação do modelo de 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).

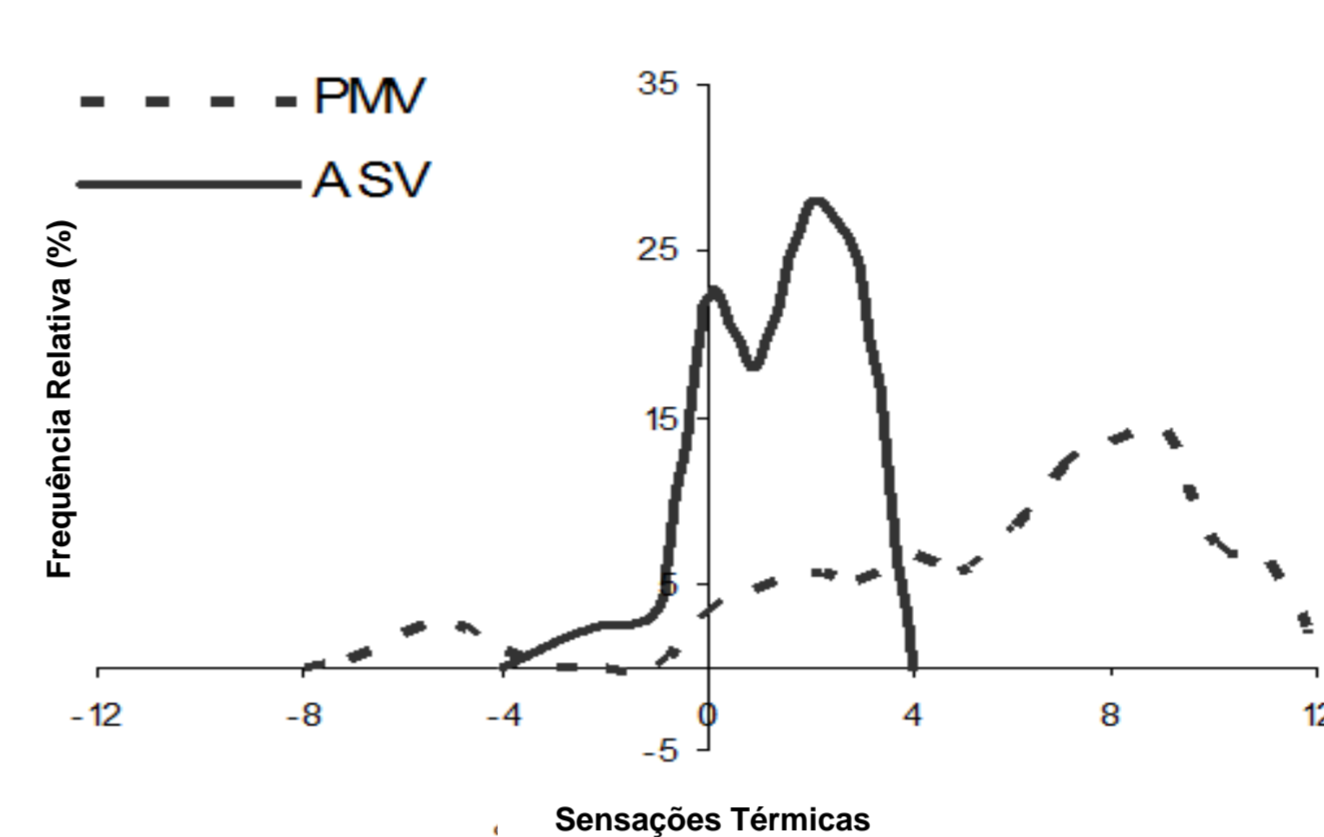


Fig. 2 Frequência relativa das sensações térmicas obtidas através da equação do conforto (PMV) e registadas nos questionários

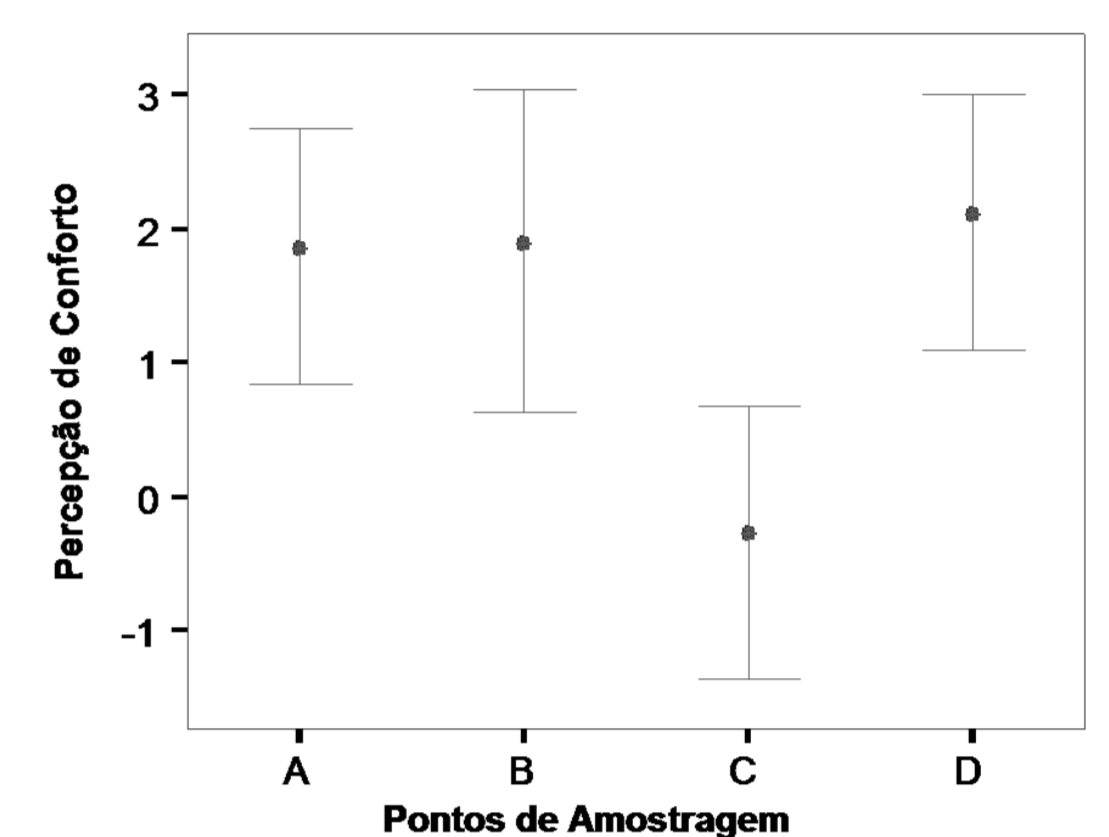


Fig. 3 Médias e desvio padrão para a percepção de conforto expressa nos questionários

-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 (1998)**, e que demonstra o papel da sombra na criação de condições favoráveis ao conforto térmico em presença de valores climáticos típicos de Verão.

-**Os resultados reforçam a necessidade de formulação de modelos distintos de análise da sensação de conforto**, no exterior, com a incorporação na análise de parâmetros adicionais, incluindo uma **melhor compreensão da influência da radiação**.

Desenvolvimentos Futuros

Após os primeiros ensaios, e em colaboração com a Universidade de Kassel, desenvolveu-se uma **metodologia integrada**, assente na interpretação cruzada em duas escalas distintas através das seguintes etapas (Fig. 4):

1. **À escala Meso-climática (urbana)** - Efectua-se uma caracterização espacial do clima urbano, recorrendo-se a **percursos meteorológicos**, acção iniciada em Fevereiro de 2007.

Os dados recolhidos são relacionados com as características do espaço urbano, elaborando-se mapas de isolinhas para diferentes variáveis e para índices de conforto calculados - **PMV e Personal Equivalent Temperature (PET)** (Matzarakis, *et al* 1999).

2. **À escala Micro-climática (espaço verde)** – Em espaços representativos, efectuam-se **medições das condições climáticas**, em simultâneo com a realização de inquéritos a utentes, relativos à avaliação da sensação de conforto dos utentes, e à análise visual de comportamentos. Como resultado desta análise elaboram-se **mapas de previsão da variação de conforto** para diferentes espaços verdes.

3. Os gradientes de conforto térmico local aferidos são utilizadas na **avaliação do potencial contributo dos espaços verdes para o conforto térmico**, com recomendações para a intervenção na micro e meso-escala.

As principais conclusões deste estudo serão integradas nas propostas do Plano Verde da Cidade de Bragança.

Meso-Escala

Micro-Escala

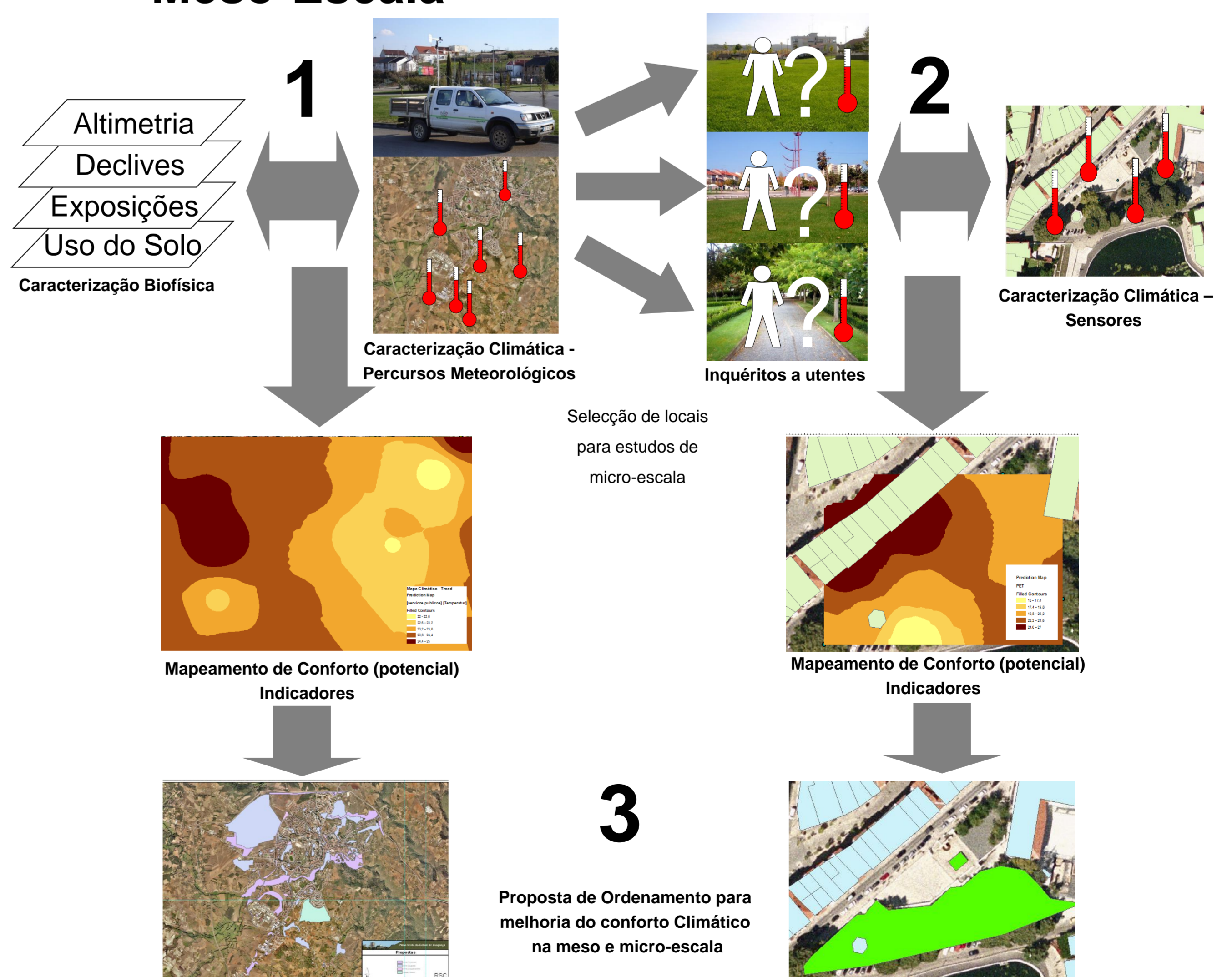


Fig. 4 - Esquema ilustrativo dos desenvolvimentos futuros do Projecto

Bibliografia

- Fanger P.O. (1970) Thermal comfort. Danish Technical Press, Copenhagen.
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.
Matzarakis, A., Mayer, H. e Iziomon, M. G., 1999. Applications of a Universal Thermal Index: Physiological Equivalent Temperature. International Journal of Biometeorology 43: 76-84.
Olgay, V (1998). Arquitectura y clima. Ed. Gustavo Gili, Barcelona. Edição original de 1963, Design with Climate.

Agradecimentos

- O projecto de investigação GreenURBE é financiado pela fundação para a ciência e Tecnologia e pelo Fundo Europeu para o Desenvolvimento Regional.
O Projecto Plano Verde é financiado pela Câmara Municipal de Bragança.
Agradecemos ao Prof. Lutz Kratzschner da Universidade de Kassel pelo apoio prestado na formulação metodológica.