

## **55 - Parâmetros Bioclimáticos para Avaliação de Conjuntos Habitacionais na Região Tropical Subúmida do Brasil**

### ***Bioclimatic Parameters For The Evaluation Of Housing Projects In The Subhumid Region Of Brazil***

**SILVEIRA, Ana Lucia R. C. da (1); ROMERO, Marta A. B. (2)**

(1) Centro de Tecnologia – Universidade Federal do Piauí e Instituto Camillo Filho, Teresina, PI, Brasil – e-mail: c\_silveira@uol.com.br Inscrição NUTAU: nº 55

(2) Faculdade de Arquitetura e Urbanismo – Universidade de Brasília, Brasil – e-mail: bustosromero@terra.com.br

#### **RESUMO**

*Proposta:* essa pesquisa discute o microclima gerado no interior de conjuntos habitacionais destinados à população de média e baixa renda, a partir da avaliação das áreas externas de conjuntos habitacionais localizados em Teresina-PI. Diversos fatores determinam o clima urbano, tais como, a topografia, o revestimento do solo, a vegetação, a presença de obstáculos naturais ou artificiais, por alterarem o aporte da radiação solar e a ventilação do local. Nos conjuntos habitacionais, os materiais de revestimento do solo, a quantidade de áreas pavimentadas em relação às áreas verdes, a forma e dimensões dos espaços abertos, entre outras variáveis, determinam o microclima, gerando espaços adequados às atividades humanas e interferindo no desempenho dos espaços internos das habitações. *Objetivo geral:* propor parâmetros bioclimáticos para avaliação de conjuntos habitacionais na região tropical subúmida do Brasil. *Método:* Foram selecionados nove conjuntos habitacionais, com até quatro pavimentos, localizados em Teresina, onde foram realizadas medições dos elementos climáticos em duas épocas do ano, durante três dias consecutivos. As variáveis climáticas coletadas nos conjuntos e na estação meteorológica de referência foram tratadas estatisticamente e os resultados foram relacionados com as variáveis bioclimáticas, para avaliação do desempenho térmico dos conjuntos. *Resultados:* A pesquisa conclui que os conjuntos habitacionais geram um microclima diferenciado, com alterações na temperatura do ar, na umidade relativa e na velocidade dos ventos. *Contribuições da pesquisa:* são propostos parâmetros bioclimáticos para a avaliação de conjuntos habitacionais na região.

**Palavras-chave:** Conjunto Habitacional; Microclima Urbano; Parâmetros Bioclimáticos.

#### **ABSTRACT**

*Proposal:* this research focuses on the microclimate generated in the interior of housing projects destined to low- and average-income populations, based on the evaluation of external areas of multifamily public housing, located in Teresina, Piauí. Several factors determine urban climate, such as topography, ground coverage, foliage and the presence of either natural or artificial obstacles, since they alter the local incidence of solar radiation and ventilation. In the housing projects, the ground-covering material, the amount of paved areas in relation to the foliage areas, the shape and dimensions of open spaces, among other variables, determine the microclimate, generating adequate spaces for human activities and interfering with the

*performance of the inner spaces of the housing units. General goal: to propose bioclimatic parameters for the evaluation of multifamily housing projects in the tropical sub-humid region of Brazil. Method: nine housing projects with four-storeys were chosen and the climatic elements were collected in two different periods of the year, during three consecutive days. The climatic variables collected in the projects and in the meteorological station of reference were treated statistically and the results were related to the morphological variables in order to evaluate the thermal performance of the projects. Findings: the research concludes that the housing projects produce a differentiated microclimate with alterations in the air temperature, relative humidity and wind velocity. Originality/value: the bioclimatic parameters recommended for the evaluation of housing projects in the region are presented.*

**Keywords:** *Housing projects; Urban Microclimate; Bioclimatic Parameters.*

## **Introdução**

A sustentabilidade ambiental tem sido tema desenvolvido em diversos congressos e seminários nacionais e internacionais, como realizados pelo Núcleo de Pesquisa em Tecnologia da Arquitetura e Urbanismo (NUTAU) e pela Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (ANTAC), mostrando a necessidade de modificações nos padrões de consumo de energia nos edifícios, na qualidade dos espaços urbanos, nas regulamentações municipais, no uso e ocupação do solo, no tratamento dos resíduos sólidos e líquidos, do lixo urbano, do abastecimento de água e de energia das cidades, entre muitos outros problemas urbanos atuais.

Construídos pela iniciativa governamental ou privada, os conjuntos habitacionais, hoje em dia, constituem parte do tecido urbano dado a sua quantidade e o espaço que ocupam. A qualidade ambiental desses conjuntos, horizontais ou verticais, pode ter repercussão nos bairros onde se localizam e até na cidade como um todo.

As condições climáticas existentes no interior dos conjuntos habitacionais possibilitam a utilização das áreas externas no interior deles e influenciam diretamente nas condições de conforto no interior das edificações. Por esse motivo, este trabalho investiga o microclima gerado no interior dos conjuntos habitacionais destinados à população de baixa e média renda e o conforto térmico de suas áreas externas, considerando as situações de desconforto térmico presentes na grande maioria desses empreendimentos no Brasil.

## **O clima urbano**

Para Monteiro (2003, p.19), o clima urbano é “um sistema que abrange o clima de um dado espaço terrestre e sua urbanização”. O clima urbano, apesar de local, está intimamente relacionado com o clima regional, numa escala mais ampla. Mas também pode ser subdividido em escalas menores até chegar aos microclimas, como a cidade divide-se em setores, bairros, ruas e casas.

O aporte de energia solar no sistema do clima urbano dá-se nas estruturas urbanas, nas diferentes formas de uso e ocupação do solo que interferem na absorção, reflexão e armazenamento térmico. A circulação atmosférica regional nas áreas urbanas também sofre os efeitos de atrito nas estruturas urbanas, alterando a ventilação natural.

A análise do subsistema termodinâmico ou do canal perceptivo do conforto térmico, como proposto por Monteiro (2003), pode ser feita em termos de insumos que são transformados no ambiente urbano,

produzindo alterações dos elementos climáticos que são percebidas em termos de conforto ou desconforto térmico pela população. A solução desses problemas, gerados pela urbanização, exige ações para o controle da expansão urbana e tecnologias construtivas adequadas ao clima.

Este trabalho baseia-se nessa teoria desenvolvida por Monteiro (2003), aplicando-se no caso específico dos conjuntos habitacionais, como elementos do tecido urbano que alteram as condições microclimáticas urbanas.

Oke (1987, p.274) analisa as modificações do clima regional originadas pelo processo de urbanização em termos de duas camadas limites, que se iniciam nos limites entre a zona rural e a urbana, quando as modificações decorrentes da ocupação e uso do solo fazem-se presentes. A camada limite urbana (*urban boundary layer* - UBL) é “um fenômeno de escala local a meso, cujas características são governadas pela natureza da superfície urbana”. A camada urbana no nível das coberturas (*urban canopy layer* - UCL) localiza-se abaixo do nível das coberturas das edificações e é “produzida pelos processos em microescala, que operam nos cânions urbanos, entre os edifícios” (figura 1).

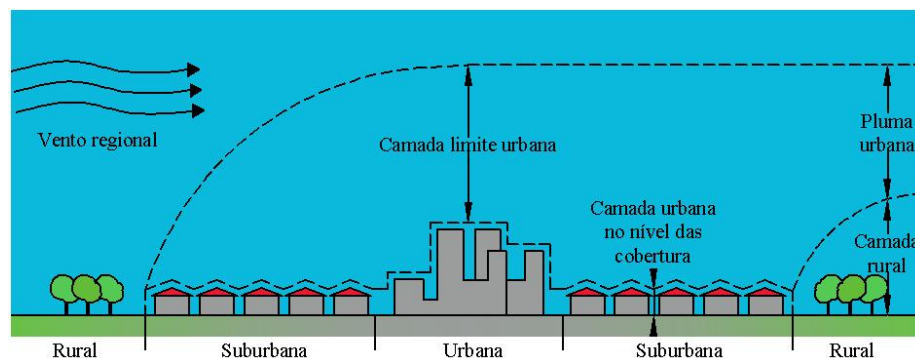


Figura 1 – Camada limite urbana e camada urbana no nível das coberturas. Fonte: Adaptado de Romero (2001)

No estudo do clima urbano, as características morfológicas das áreas urbanas definem a dimensão das escalas, por terem influência na atmosfera. De acordo com Oke (2004) as principais características são:

- a) a estrutura urbana: dimensões dos edifícios e dos espaços entre eles, largura das ruas e espaçamentos;
- b) a cobertura do solo: área construída, pavimentada, arborizada, solo nu, água;
- c) o tecido urbano: materiais naturais e artificiais;
- d) o metabolismo urbano: as atividades, a produção de calor, de água e de poluentes.

### **A ilha de calor urbana**

As alterações geradas pelo ambiente urbano no clima regional têm, como fenômeno mais característico, a formação de ilha de calor sobre as cidades, que se caracteriza pelo aumento da temperatura do ar, devido à morfologia urbana, às propriedades térmicas dos materiais de revestimento do solo e dos edifícios e à ausência de áreas verdes, alterando o balanço da radiação nas áreas urbanas.

De acordo com Oke (1987), a ilha de calor é maior durante a noite, em situações de ar calmo e sem nuvens. Entre os parâmetros de maior importância para o controle da ilha de calor e do consumo de energia nas áreas urbanas, podemos citar o albedo das superfícies, as áreas verdes, a geometria das ruas e a produção

antropogênica de calor.

A geometria urbana (relação H/W – relação entre altura dos edifícios e largura das vias) é fundamental na formação da ilha de calor, por ter influência no processo de absorção da radiação solar e da radiação de ondas longas emitida pelas superfícies dos edifícios e do solo, na redução das perdas de calor devido aos ventos e na produção antropogênica de calor.

Em relação às áreas abertas, a sensação de conforto do usuário é determinada pelos elementos climáticos (temperatura, umidade relativa e velocidade do ar), pela radiação solar e pela irradiação térmica das superfícies do entorno construído. Dessa forma, as características construtivas e os materiais empregados nas vias e espaços públicos irão contribuir significativamente para a sensação de conforto.

### **O microclima nos cânions urbanos**

Dentro da camada de cobertura urbana (UCL), o cânion urbano é a unidade padrão para o estudo do microclima. Os cânions são formados por três superfícies (paredes e piso) e três lados abertos. O microclima nos cânions é determinado pelas características radiativas, térmicas e de umidade dos materiais construtivos, pela geometria do cânion (relação altura e largura) e pela orientação solar e em relação aos ventos.

De acordo com Landsberg (1981, p.71), nos cânions urbanos, as condições de radiação são alteradas devido à mudança do horizonte, que afeta a duração da luz do sol e da iluminação, e pelas interações entre as fachadas dos edifícios em ruas estreitas e entre os edifícios e a superfície das ruas.

A temperatura do ar e das superfícies dentro dos cânions urbanos depende do balanço da radiação. A maior parte da radiação solar atinge as coberturas e paredes e muito pouco o solo, e é absorvida em função das características dos materiais e transformada em calor sensível. Estas superfícies emitem radiação de ondas longas para o céu, dependendo do fator de visão do céu e da emissividade dos materiais. Nos cânions urbanos, boa parte da abóbada celeste que seria vista pelas superfícies, é bloqueada pelos outros edifícios, e as perdas por radiação de ondas longas são reduzidas. Dessa forma, o balanço entre os ganhos e perdas de calor é positivo, e a temperatura é maior que na zona rural.

### **Objetivo**

O objetivo deste artigo é propor parâmetros bioclimáticos para avaliação de conjuntos habitacionais multifamiliares na região tropical subúmida do Brasil, através da avaliação das condições microclimáticas de conjuntos habitacionais de até 04 pavimentos, em função dos aspectos morfológicos e tratamento das áreas externas.

### **Metodologia**

De acordo com Oke (1987 e 2004), Monteiro (2003), Romero (2001 e 2004), Gonçalves et al (2004) e Grimmond (2007), foram estabelecidos os parâmetros bioclimáticos pesquisados neste trabalho, em virtude da sua importância no desempenho dos espaços urbanos.

Os parâmetros analisados foram de dois tipos: (1) os climáticos, que indicam o tipo de clima da região e o microclima urbano, representados pelos elementos climáticos, como a temperatura do ar, umidade relativa, direção e velocidade dos ventos; e (2) os parâmetros do ambiente construído, que expressam as características morfológicas do espaço urbano em questão e agregam os principais parâmetros que

interferem no desempenho ambiental dos espaços, considerando suas relações com o aporte das energias naturais, como a radiação solar e os ventos.

Foram escolhidos 09 conjuntos habitacionais localizados em Teresina, todos com até 04 pavimentos, para a pesquisa de campo. A coleta dos dados climáticos foi realizada em dois períodos distintos do ano de 2006, considerando as diferenças climáticas existentes entre o primeiro e o segundo semestres do ano. Analisaram-se nove conjuntos na cidade; três por cada zona. As medições foram efetuadas simultaneamente nos três conjuntos de cada zona, por três equipes de pesquisadores, com três conjuntos de equipamentos iguais e aferidos.

Em cada conjunto, foram selecionados seis pontos onde se realizaram as medições por um período de três dias consecutivos, nos horários de 09:00, 15:00 e 21:00 horas (de acordo com recomendação da OMM). Os elementos climáticos medidos foram a temperatura do ar, a umidade relativa, a velocidade e a direção dos ventos.

Esses dados foram comparados com os valores medidos nos mesmos dias e horários na estação meteorológica do Instituto Nacional de Meteorologia - INMET em Teresina, situada em área da Empresa brasileira de Pesquisas Agropecuárias - EMBRAPA, com baixa densidade populacional e pouca área construída.

A análise dos resultados das variáveis climáticas medidas nos conjuntos, foi feita utilizando-se o software SPSS (*Statistical package for the Social Science*). Os resultados acerca do microclima gerado no interior dos conjuntos, objetivo principal da pesquisa, foram obtidos relacionando-se as variáveis climáticas tratadas estatisticamente com os parâmetros bioclimáticos de cada conjunto.

## **Análise de Resultados**

A análise dos dados coletados nos conjuntos, para investigar o microclima nas áreas externas, foi dividida em dois aspectos, considerando-se as hipóteses estabelecidas nesta pesquisa, em relação à formação da ilha de calor e em relação ao desempenho térmico dos conjuntos.

A hipótese de formação de ilha de calor é avaliada pela análise dos valores da temperatura do ar medidos nos conjuntos, em relação aos valores registrados na estação meteorológica de referência. O desempenho térmico dos conjuntos é analisado pelos valores da umidade relativa e da velocidade do vento, além dos valores da temperatura do ar.

### **Análise da ilha de calor nos conjuntos habitacionais**

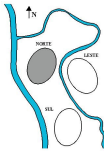
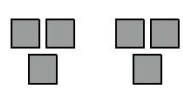

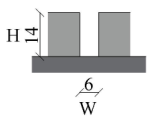
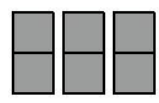

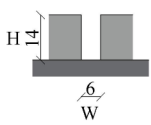


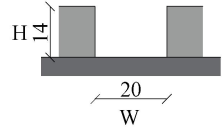



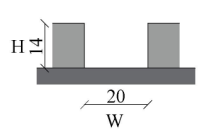
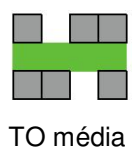
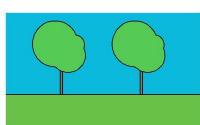
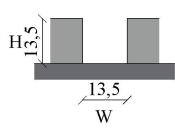

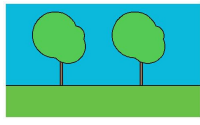
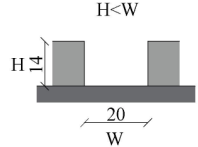
Os conjuntos habitacionais geram ilhas de calor na cidade, em função do arranjo dos prédios, da relação H/W, da porcentagem de áreas verdes e impermeabilizadas, dos materiais de revestimento do solo, conforme discutido no capítulo dois.

Na análise da ilha de calor foi considerada a temperatura do ar, por ser a variável climática que caracteriza a formação de ilhas de calor nas cidades. O critério de avaliação da ilha de calor é se a temperatura do ar é significativamente diferente e maior que a da estação de referência.

Para Gómez et al, citado por Brandão (2003), a ilha de calor, em função da sua intensidade, pode ser agrupada nas seguintes categorias: intensidade fraca, com diferenças entre 0 a 2°C; moderada, com intensidade entre 2 e 4°C, forte, entre 4 e 6°C; e muito forte, quando a intensidade da ilha de calor for maior que 6°C.

De acordo com os dados levantados nos conjuntos e tratados estatisticamente, podemos afirmar que, em todos os horários pesquisados e em todas as zonas, os conjuntos têm temperatura do ar mais elevada que a estação de referência, com apenas duas exceções.

Os resultados em relação à formação da ilha de calor foram analisados por zona, horário e semestre. O quadro 01 apresenta os valores da diferença da temperatura do ar em relação aos valores registrados na estação meteorológica de referência, às 21:00 horas, no primeiro semestre. Para cada conjunto, são apresentadas, de forma simplificada, as seguintes variáveis morfológicas: arranjo dos prédios, taxa de ocupação (TO – pequena, média ou grande), área sombreada (nula, média com árvores ou com abrigo para carros) e relação altura e largura entre prédios ( $H=W$ ,  $H<W$  e  $H>W$ ).

ZONA	CONJUNTO	ÁREA SOMBREADA	H/W	OBSERVAÇÕES
<b>NORTE</b> 	Barcelona  TO pequena		$H>W$ 	21:00 – ilha de calor (+3,04°C)
	Galiléia  TO grande		$H>W$ 	09:00 horas – menor temperatura (mais sombra) 21:00 – ilha de calor (+3,06°C)
	Marques  TO média		$H<W$ 	21:00 – maior ilha de calor (+3,38°C)
<b>LESTE</b> 	Imperial Park  TO pequena		$H<W$ 	21:00 – ilha de calor (+3,7°C)
	Jardim Jockey  TO média		$H=W$ 	Menor temperatura todos os horários 21:00 – ilha de calor (+2,35°C)
	Santa Mônica  TO pequena		$H<W$ 	21:00 – ilha de calor (+4,23°C)

Quadro 01 – Análise da ilha de calor no 1º semestre.

### O desempenho térmico das áreas externas dos conjuntos habitacionais

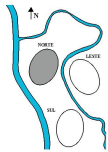
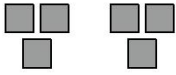

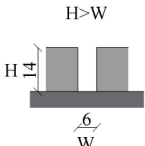
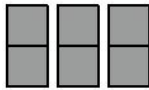

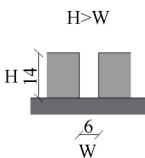


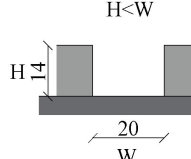


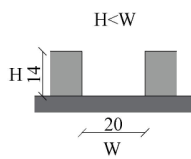
O desempenho das áreas externas dos conjuntos é determinado pelo arranjo dos prédios, relação H/W, porcentagem de áreas verdes e impermeabilizadas, materiais de revestimento do solo. Essas variáveis morfológicas interferem no comportamento dos conjuntos em relação às variáveis climáticas, apresentando resultados diferentes, como exposto a seguir:

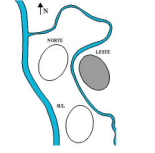
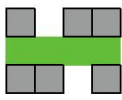
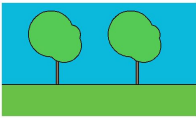
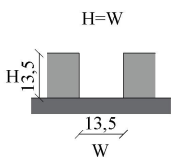
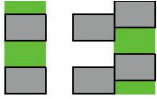
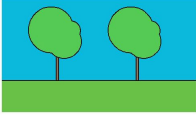
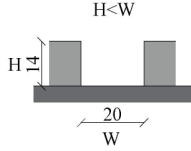
a) A umidade relativa do ar

A umidade relativa do ar depende das características morfológicas e materiais dos conjuntos. O critério de avaliação da umidade relativa é se ela é significativamente diferente, maior (mais úmida) ou menor (mais seca) que a da estação de referência. Os conjuntos com umidade relativa do ar mais baixas, considerados mais secos, são microclimas menos confortáveis, principalmente no período da tarde.

De acordo com os dados levantados nos conjuntos e tratados estatisticamente, podemos afirmar que em todos os horários pesquisados, e em todas as zonas, os conjuntos têm umidade relativa do ar significativamente diferente da registrada na estação meteorológica de referência (EMBRAPA).

Os resultados em relação à umidade relativa do ar foram analisados por zona, por horário e por semestre. O quadro 02 apresenta as diferenças mais significativas entre os valores da umidade relativa do ar nos conjuntos e na estação meteorológica de referência e as principais variáveis morfológicas dos conjuntos.

ZONA	CONJUNTO	ÁREA SOMBREADADA	H/W	OBSERVAÇÕES
<b>NORTE</b> 	Barcelona  TO pequena		$H > W$ 	Menor umidade relativa de todos às 09:00 e 15:00 horas
	Galiléia  TO grande		$H > W$ 	Umidade relativa menor que a da EMBRAPA nos três horários
	Marquês  TO média		$H < W$ 	Maior umidade relativa de todos nos três horários
<b>LESTE</b>	Imperial Park  TO pequena		$H < W$ 	Menor umidade relativa de todos em todos os horários

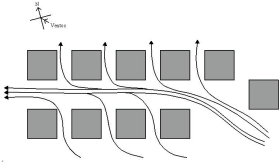
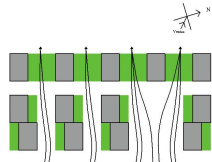
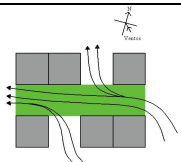
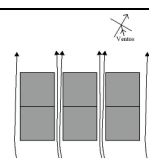
	<b>Jardim Jockey</b>  <b>TO média</b>			Umidade relativa igual à da EMBRAPA às 15:00 e menor nos outros horários
	<b>Santa Mônica</b>  <b>TO pequena</b>			Umidade relativa menor que a da EMBRAPA nos três horários

Quadro 02 – Análise da umidade relativa no 1º semestre.

b) a velocidade do ar

A velocidade do ar é bastante influenciada pelos elementos construídos nos conjuntos que modificam a velocidade e a direção dos ventos dominantes. Por isso, a velocidade do vento não foi comparada com a da estação meteorológica de referência, como foi feito com a temperatura e umidade relativa do ar. Nas áreas externas dos conjuntos, é desejável que a velocidade dos ventos seja a maior possível, para que estas áreas sejam mais confortáveis.

No quadro 03 são apresentados, para os conjuntos com melhor ventilação, o arranjo dos prédios, e o fluxo do vento considerando a ventilação predominante sudeste, bem como as variáveis morfológicas que têm maior influência na ventilação das áreas abertas (orientação em relação aos ventos dominantes, relação H/W e existência de pilotis).

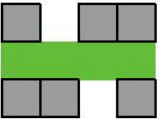
CONJUNTO	ARRANJO DOS PRÉDIOS E VENTILAÇÃO	ORIENTAÇÃO DAS ÁREAS ABERTAS	H/W (CENTRAL)	PILOTIS
MONTE LÍBANO		LESTE/OESTE	$H < W (= 0,67)$	NÃO
SANTA MÔNICA		LESTE/OESTE	$H < W (= 0,90)$	NÃO
JARDIM JOCKEY		LESTE/OESTE	$H < W (= 0,73)$	SIM
GALILÉIA		SUDESTE/NOROESTE	$H > W (= 3,37)$	SIM

Quadro 03 - Características dos conjuntos com melhor ventilação das áreas externas.



Para estabelecer os parâmetros bioclimáticos como proposto nos objetivos deste trabalho, inicialmente sintetizou-se as principais variáveis morfológicas relacionadas com cada variável climática estudada. Foram selecionados os conjuntos que, em cada semestre, tiveram o melhor desempenho em termos de formação da ilha de calor, da umidade relativa do ar, da ventilação e da sensação térmica. Levando-se em consideração o conjunto de qualidades positivas que o Conjunto Jardim Jockey possui, em comparação com todos os outros, quando o seu desempenho é analisado considerando todas as variáveis climáticas investigadas, a pesquisa destaca-o como sendo o conjunto mais adequado à realidade climática da região, que proporciona maior conforto térmico em suas áreas externas e com o maior potencial de conforto nas áreas internas de seus edifícios. Dessa forma, podemos recomendar as suas variáveis morfológicas como as mais adequadas para a construção de conjuntos habitacionais na região.

Em resumo, os parâmetros bioclimáticos recomendados, na microescala do conjunto, para a região tropical subúmida do Brasil, são os apresentados no quadro 04.

PARÂMETROS BIOCLIMÁTICOS							
ARRANJO	DESCRIÇÃO	VARIÁVEIS MORFOLÓGICAS					
		Taxa ocupação	Área pavimentada	Área permeável	Área sombreada	H/W	Pilotis
	Prédios dispostos em torno de área central com eixo leste/oeste, gramada e arborizada; estacionamento nas laterais;	Média 30 a 50%	Média 30 a 50%	Pequena 20 a 30%	Média 10 a 20%	$H \leq W$	Sim

Quadro 04 – Resumo dos parâmetros bioclimáticos recomendados para a região tropical subúmida do Brasil.

## Conclusão

A pesquisa de campo demonstrou que os conjuntos geram microclimas diferenciados, em que se evidencia a ilha de calor no período noturno em praticamente todos os conjuntos, nos dois semestres do ano. A ilha de calor detectada em cada conjunto varia entre fraca, moderada e forte, em função das características morfológicas e materiais específicas de cada conjunto.

Em relação à variação da umidade relativa do ar nas áreas externas dos conjuntos, a pesquisa mostrou que existem variações significativas entre os diversos conjuntos, em função de suas características. A presença de vegetação (árvores de médio ou grande porte) e as áreas gramadas contribuem para o aumento da umidade relativa nos conjuntos. Os cânions com relação  $H/W \geq 2,0$  também geram espaços com umidade relativa mais elevada. Os conjuntos com menor umidade relativa do ar em todos os horários são aqueles

que possuem grandes áreas pavimentadas abertas, expostas à radiação solar durante o dia, e com pequena área sombreada.

De acordo com a pesquisa, alguns tipos de arranjos de prédios facilitam a circulação dos ventos nos conjuntos, como quando as áreas abertas estão orientadas com o eixo maior na direção leste/oeste, com os prédios afastados entre si (com  $H/W \leq 1,0$ ), de forma a possibilitar a passagem dos ventos, sem criar obstáculos. A disposição não linear dos prédios, em ziguezague, melhora também as condições de ventilação.

Esta pesquisa aponta também para a necessidade de estudos mais aprofundados, que contem com uma base de dados maior, com registros ao longo de todo um ano, de maneira a permitir que sejam feitos estudos de regressão e correlações entre as variáveis climáticas e morfológicas nos conjuntos habitacionais.

## Referências

- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO. Encontro da ANTAC. [S.I.] : ANTAC, 1988-2004. (Congresso bi-anual)
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO. Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído e Encontro Latino-americano de Conforto no ambiente Construído. [S.I.]: ANTAC, 1990-2005. (Congresso bi-anual)
- BRANDÃO, A. M. P. M. O clima urbano da cidade do Rio de Janeiro. In: MONTEIRO, C. A. , MENDONÇA, F. *Clima urbano*. São Paulo: Contexto, 2003.
- GRIMMOND, S et al. Surface heating in relation to air temperature, wind and turbulence in an urban street canyon. *Boundary Layer Meteorology*, n.122, p. 273-292, 2007. Disponível em: <[http://www.kcl.ac.uk/ip/suegrimmond/publishedpapers/BLM\\_2007\\_oaf.pdf](http://www.kcl.ac.uk/ip/suegrimmond/publishedpapers/BLM_2007_oaf.pdf)> Acesso em 18 abr. 2007.
- LANDSBERG, H. *The urban climate*. New York, Academic Press, 1981.
- MONTEIRO, C. A. F.; MENDONÇA, F. *Clima Urbano*. São Paulo: Contexto, 2003.
- OKE, T. R. *Boundary layer climates*. Londres: Routledge, 1987.
- \_\_\_\_\_. *Initial guidance to obtain representative meteorological observations at urban sites*. Genebra: WMO, 2004. Report, 81.
- NUCLEO DE PESQUISA EM TECNOLOGIA DA ARQUITETURA E URBANISMO. Seminário Internacional NUTAU. São Paulo: 1998-2004. (Seminário bi-anual)
- PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE. International Conference on Passive and Low Energy Architecture. [S.I.]: University of Cambridge, 1981-2005. (Congresso annual)
- ROMERO, M. A. B. *Arquitetura bioclimática do espaço público*. Brasília: UnB, 2001.
- \_\_\_\_\_. A sustentabilidade ambiental do ambiente urbano da capital. In: PAVIANI, A. (Org.). *Brasília: controvérsias ambientais*. Brasília: UnB, 2003. p. 241-265.
- SANTAMOURIS, M. et al. *Energy and climate in the urban built environment*. Londres: James & James, 2001.