

ANÁLISE DO CONFORTO TÉRMICO EM HABITAÇÃO POPULAR NO MUNICÍPIO DE PRESIDENTE PRUDENTE-SP

Danielle Cardozo Frasca Teixeira
FCT/UNESP
danielle.frasca@hotmail.com

Gislene Figueiredo Ortiz
FCT/UNESP/Presidente Prudente/SP
gifortiz@gmail.com

Margarete Cristiane de Costa Trindade Amorim
FCT/UNESP
mccta@fct.unesp.br

O CLIMA DAS CIDADES

Resumo

A cidade, o maior exemplo da intervenção do homem na natureza é determinante na configuração do espaço geográfico. O clima urbano é uma das dimensões do espaço urbano que mais responde à alteração da paisagem (MENDONÇA, 2003). Nesse sentido, os estudos direcionados à análise do clima gerado pelas cidades são importantes para subsidiar medidas de intervenção menos impactantes sobre o ambiente urbano. O presente estudo tem por objetivo analisar o comportamento térmico de uma habitação popular da periferia de Presidente Prudente, cidade de porte médio localizada no oeste do estado de São Paulo. Para a avaliação do conforto interno e externo da habitação edificada com tijolos e cobertura do tipo fibrocimento foi utilizado o Índice de Temperatura Efetiva de Thom (1959) analisando-se os episódios de stress térmico no mês de dezembro de 2011, mês representativo da primavera e verão. Para isso, foram registrados os elementos do clima temperatura e umidade nas partes interna e externa da moradia no horário de maior aquecimento diurno (15 h) através de estação meteorológica do tipo “Vantage Pro 2” da Marca “Davis Instruments”. Por meio desta análise constatou-se que na residência a situação de desconforto térmico predominou no interior e na parte externa da mesma para o horário das 15 horas no mês investigado, comprovando a hipótese de que os padrões construtivos da residência não promovem um desempenho térmico apropriado para isolar a moradia das condições adversas do ambiente externo.

Abstract

The city, the greatest example of man's intervention in nature is crucial in shaping the geographical space. The urban climate is one of the dimensions of urban space that responds more to changes in the landscape (Mendonça, 2003). Accordingly, studies aimed at analyzing the climate generated by cities are important for supporting intervention measures less impact on the urban environment. This study aims to analyze the thermal behavior of a low-income housing on the outskirts of Presidente Prudente, a medium-sized city in the western state of São Paulo. For assessing the internal comfort and external housing built with bricks and cement type coverage was used Effective Temperature Index Thom (1959) analyzing episodes of heat stress in the month of december 2011, the representative month of spring and summer. For this, there were elements of the climate temperature and humidity inside and outside the house at the time of greatest diurnal heating (3 hour p.m) using weather station like "Vantage Pro 2" Brand "Davis Instruments." Through this analysis it was found that residence the thermal discomfort prevailed inside and outside at 15 hours in the month investigation, confirming the hypothesis that the constructive patterns of residence doesn't promote an appropriate thermal performance housing to isolate the adverse conditions of the external environment.

Introdução

A cidade, grande manifestação da intervenção do homem na natureza, exerce um papel determinante na configuração do espaço, tornando-se um importante objeto de preocupação da ciência, em especial da Geografia. Segundo Mendonça (2003, p. 93) “o clima constitui-se numa das dimensões do ambiente urbano e seu estudo tem oferecido importantes contribuições ao equacionamento da questão ambiental das cidades”. O autor ainda ressalta que as condições climáticas das áreas urbanas derivam da alteração da paisagem natural e da inclusão do ambiente construído.

As atividades socioeconômicas urbanas, de maneira geral, são fatores de formação do clima urbano, sendo que a intensidade de adensamento humano e urbano e a localização geográfica da cidade desempenham forte influência em tal formação. (MENDONÇA, op.cit, p. 94).

Para Monteiro (1976, p. 95), o clima urbano pode ser entendido como um “sistema que abrange o clima de um dado espaço terrestre e sua urbanização”.

A urbanização experimentada pelo Brasil, desacompanhada de planejamento adequado levou a problemas ambientais e sociais, afetando cidades de todos os portes e quanto maiores elas são, mais evidentes são os problemas. Conforme aponta Amorim (2000, p.16), “o processo de urbanização, comum nos países industrializados, começou a ocorrer de forma significativa no Brasil, durante a década de 1950. Mas, desde a década de 1940, já se observou um pequeno aumento da população urbana e a diminuição da rural” se concretizando de forma desordenada e ausente de planejamento urbano adequada. Sendo assim, entende-se que os fenômenos urbanos, mesmo em cidades de médio e pequeno porte são de extrema importância, pois estas apresentam os mesmos componentes urbanos que as cidades de grande porte.

Lombardo (1985, p.22) destaca que:

É evidente que essas alterações variam de cidade para cidade em virtude da intensidade de uso do solo, do processo de crescimento urbano e das características geológicas do lugar.

Presidente Prudente, cidade de porte médio com população estimada pelo censo do IBGE 2010¹ em 209.025 habitantes encontra-se a uma latitude de 22°07'sul e na longitude 51°23' oeste (Figura 1), a uma altitude média de 472 metros acima do nível do mar, onde atua o clima tropical, alternadamente chuvoso e seco. De acordo com Sant'Anna Neto (2009, p. 11),

¹Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?>> Acesso em 22 Maio 2012.

Situa-se numa área de transição entre os climas zonais controlados pelos sistemas tropicais, que lhe confere elevadas temperaturas de primavera e verão, e pelos sistemas extratropicais (massas polares) que ocasionam episódios de invasão das frentes frias e do ar polar no outono e inverno, provocando baixas temperaturas.

O principal destaque econômico do município está na agricultura e pecuária, além de atividade comercial.

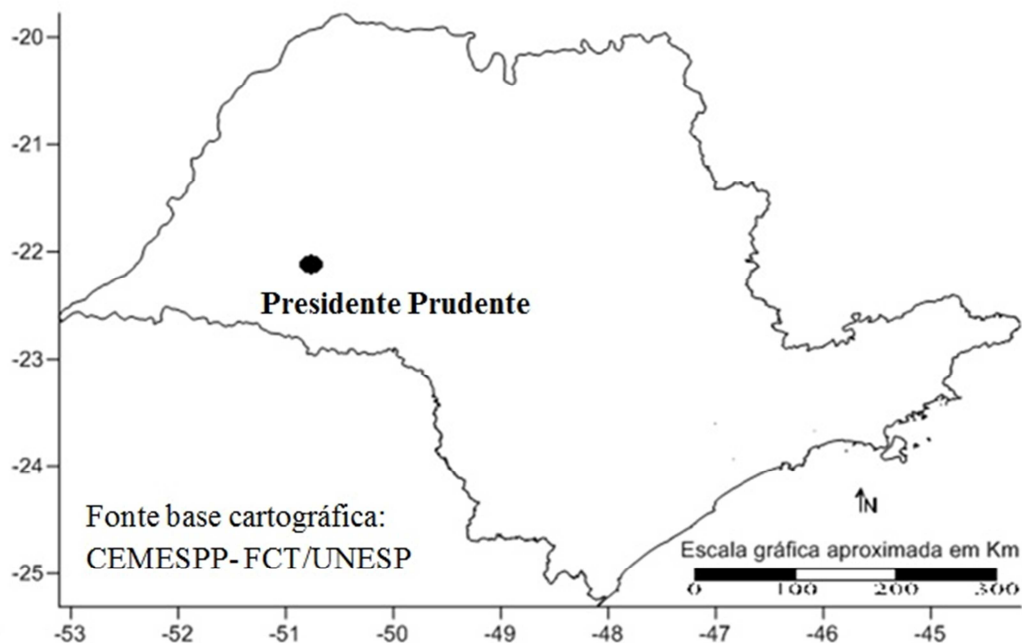


Figura 1: Localização de Presidente Prudente-SP. Organização: Danielle C. Frasca Teixeira (2012).

O presente estudo direciona-se à análise do subsistema termodinâmico, método definido por Monteiro (1976). O subsistema termodinâmico é percebido pelo homem através do canal do conforto térmico pelo calor, ventilação e umidade, cujos efeitos refletem no desempenho humano.

Os efeitos do conforto térmico relaciona-se ao desconforto humano que implica na redução do desempenho humano. Segundo Frota e Shiffer (2003, p. 19-20),

A manutenção da temperatura interna do organismo humano relativamente constante, em ambientes cujas condições termo-higrométricas são as mais variadas e variáveis, se faz por intermédio de seu aparelho termorregulador, que comanda a redução dos ganhos ou o aumento das perdas de calor através de alguns mecanismos de controle.

A termorregulação do organismo humano às vezes representa um esforço extra e como consequência há uma redução de potencialidade de trabalho. A situação de conforto térmico ocorre quando o organismo perde calor para o ambiente sem recorrer a mecanismo de termorregulação. Isso dependerá de inúmeras variáveis combinadas como, por exemplo, sexo, idade, biotipo, vestimenta e atividade. De acordo com Frota e Shiffer (2003, p. 26-27), os

índices de conforto térmico foram desenvolvidos com base em diferentes aspectos do conforto e podem ser classificados como a seguir:

- Índices biofísicos – que se baseiam nas trocas de calor entre o corpo e o ambiente, correlacionando os elementos do conforto com as trocas de calor que dão origem a esses elementos;
- Índices fisiológicos – que se baseiam nas reações fisiológicas originadas por condições conhecidas de temperatura seca do ar, temperatura radiante média, umidade do ar e velocidade do ar;
- Índices subjetivos – que se baseiam nas sensações subjetivas de conforto experimentadas em condições em que os elementos de conforto térmico variam. (FROTA, A, B. SCHIFFER, S, R., 2003, p.26).

Segundo as autoras a escolha de um ou outro tipo de índice de conforto deve relacionar-se com as condições ambientais, com a atividade desenvolvida pelo indivíduo e pela maior ou menor importância de um ou outro aspecto de conforto.

Este trabalho teve como objetivo analisar o conforto térmico de uma habitação popular, edificada com materiais construtivos de tijolos e cobertura de fibrocimento no bairro Cohab, localizado na periferia do município de Presidente Prudente. Foram registrados os elementos do clima (temperatura e umidade) no interior da moradia e na parte externa da mesma, no horário de maior aquecimento diurno (15h), em um mês representativo da primavera/verão (dezembro de 2011).

Para a avaliação do conforto interno e externo da moradia foi utilizado o Índice de Temperatura Efetiva de Thom (1959) analisando-se os episódios de stress térmico, especialmente para o calor, característico dessa região em episódios de primavera/verão. Com o presente estudo pretendemos verificar o comportamento térmico desta habitação em relação aos valores externos, além de atestar que projetos populares de habitação não levam em consideração parâmetros de conforto térmico.

Procedimentos metodológicos

Para se analisar o conforto térmico foram coletados dados de temperatura e umidade do ambiente interno e externo da moradia durante o mês de dezembro de 2011 através de estação meteorológica do tipo “*Vantage Pro 2*” da marca “*Davis Instruments*”. O horário definido para a presente investigação foi o das 15 horas.

A definição de um índice de conforto térmico no estudo geográfico do clima deve recorrer a uma análise subjetiva e generalizada com base nos elementos do ambiente, tais como temperatura e umidade. Uma das opções refere-se aos cálculos de Temperatura Efetiva

de Thom (1959), onde a temperatura efetiva é obtida pela aplicação das medidas de temperatura do termômetro de bulbo seco e do termômetro de bulbo úmido na fórmula:

$$TE = 0,4 (Td + Tw) + 4,8$$

O resultado obtido pela aplicação da fórmula tem como parâmetro o intervalo entre 18,9°C e 25,6°C, que representa a zona de conforto térmico. A temperatura menor que 18,9°C causa uma situação de desconforto por *stress* ao frio. A temperatura maior que 25,6°C constitui desconforto por calor.

Resultados e conclusão

O bairro COHAB é um conjunto habitacional localizado na porção oeste da cidade. Seu parcelamento ocorreu em lotes pequenos e densamente construídos, com pouco verde urbano. A maioria das construções no bairro configura habitações de um pavimento, construídas com alvenaria e coberturas do tipo fibrocimento. A carta de temperatura gerada a partir de imagens do satélite Landsat 7, banda 6 (infravermelho) identifica o bairro com alvos de temperaturas superficiais elevadas (Figura 2), e que comparada a uma imagem de satélite de visualização híbrida do programa *Google Earth*² verifica-se o grande número de residências com coberturas de fibrocimento. O destaque em vermelho refere-se à localização da residência onde a estação meteorológica automática foi instalada.

² *Google Earth* é um programa de propriedade da *google*.

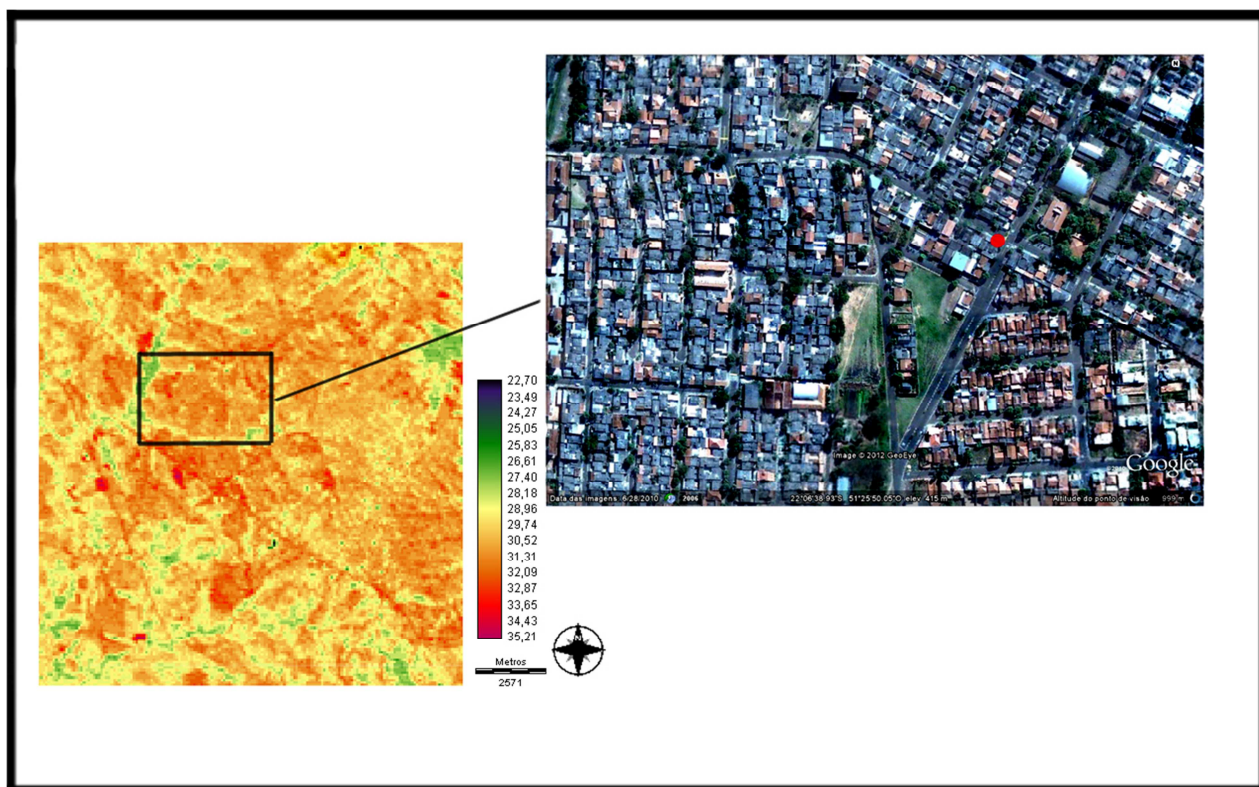


Figura 2: Carta de temperatura da superfície de Presidente Prudente gerada a partir de imagem do infravermelho (termal) satélite Landsat 7, banda 6, sensor ETM + de 23 de março de 2003.

Fonte da imagem original: <<http://edcsns17.cr.usgs.gov/EarthExplorer/WRS222-075>>.

Fonte da foto: Google Earth. Organização: TEIXEIRA, D.C.F.

De acordo com as informações obtidas pelos Boletins Técnicos do CPTEC-INPE³, no mês de dezembro de 2011, os sistemas atmosféricos ZCAS (Zona de convergência do Atlântico Sul) e vórtices ciclônicos foram sistemas que atuaram durante o mês de dezembro de 2011 e que justificam as precipitações que ocorreram em grande parte do país. Porém no oeste do Estado de São Paulo, as chuvas são justificadas por padrões termodinâmicos. Os dados de precipitação registrados pela Estação Meteorológica convencional do Instituto Nacional de Meteorologia⁴ localizada na FCT-Unesp no mês de dezembro de 2011 registraram um total de 190,7 mm distribuídos no mês. Esse total é considerado acima da média de 172,8 mm para o mês de acordo com a série histórica.

Tabela 1: Dados de temperatura efetiva dos ambientes interno e externo da Residência no Bairro Cohab de Presidente Prudente, horário das 15 horas para o mês de dezembro de 2011.

Dias	Horário	(Des)Conforto Externo	(Des)Conforto Interno	Precipitação (mm) acumulada em 24 horas
01/12/2011	15:00	31,2	29,5	0
02/12/2011	15:00	29,3	28,5	0
03/12/2011	15:00	30,0	27,8	0
04/12/2011	15:00	28,9	27,4	0

³Disponível: <http://tempo.cptec.inpe.br/bol_tecnico.shtml> Acesso em: 27 Maio 2012.

⁴ Fonte: Dados da Rede do INMET. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br>> Acesso em: 05 Jun.2012.

05/12/2011	15:00	31,6	28,6	0
06/12/2011	15:00	27,3	27,0	38,8
07/12/2011	15:00	28,2	28,3	0
08/12/2011	15:00	29,5	29,0	0
09/12/2011	15:00	28,7	28,1	40,4
10/12/2011	15:00	28,8	27,8	22,6
11/12/2011	15:00	29,3	27,5	0
12/12/2011	15:00	31,4	28,2	0
13/12/2011	15:00	32,3	29,0	0
14/12/2011	15:00	29,5	29,6	0
15/12/2011	15:00	29,4	28,3	2,8
16/12/2011	15:00	29,3	28,0	0
17/12/2011	15:00	31,4	29,8	0
18/12/2011	15:00	30,1	28,7	0
19/12/2011	15:00	32,3	29,5	0
20/12/2011	15:00	32,2	30,6	0
21/12/2011	15:00	33,0	29,9	0
22/12/2011	15:00	30,9	29,5	0
23/12/2011	15:00	31,8	30,3	0
24/12/2011	15:00	29,9	29,7	0
25/12/2011	15:00	25,5	29,5	0
26/12/2011	15:00	29,4	29,1	2,5
27/12/2011	15:00	31,1	29,2	0
28/12/2011	15:00	32,7	30,6	0
29/12/2011	15:00	31,0	30,0	0
30/12/2011	15:00	29,1	28,3	41,0
31/12/2011	15:00	26,3	26,4	42,6

Com relação ao conforto térmico calculado pelo índice de Temperatura Efetiva de Thom (1959), a situação de desconforto térmico pelo calor predominou no interior e na parte externa da habitação no horário das 15 horas, conforme indicam os valores em vermelho (tabela 1), característica comum do verão na região de Presidente Prudente. Houve um episódio de conforto térmico para horário no ambiente externo à habitação, registrado no dia 25 de dezembro, demonstrando que o comportamento térmico da residência não oferece conforto interno.

Trabalho anterior realizado por Amorim (2011) constatou que a mesma residência no mês de janeiro de 2011, registrou muitas situações de desconforto térmico pelo calor em relação à outra residência localizada no Bairro Santa Helena, com melhor padrão de construção e arborização. Os dois pontos de coleta foram ainda comparados a um ponto representativo da área rural. O estudo revelou que a situação de desconforto foi predominante nas áreas edificadas, principalmente na residência do bairro COHAB, especialmente para os dados coletados às 16 horas.

A presente investigação constatou que para o mês de dezembro de 2011 a situação de desconforto térmico no interior da residência da Cohab foi muito próxima ao desconforto percebido no ambiente externo à residência, o que comprova a hipótese de que padrão

construtivo e especialmente o telhado de fibrocimento não possui um desempenho térmico apropriado para proteger o interior da moradia das condições adversas do ambiente externo. Além disso, o tamanho dos lotes daquela área, assim como o pouco verde urbano, são fatores que contribuem para o desconforto térmico.

Com relação aos espaços internos, uma das alternativas é adaptá-los, pois “condições climáticas urbanas inadequadas significam perda da qualidade de vida para uma parte da população, enquanto para outra, conduzem ao aporte de energia para o condicionamento térmico das edificações” conforme aponta Dumke (2007, p.12). Portanto, a tecnologia de conforto térmico é uma alternativa, mas não é acessível à sociedade como um todo.

Desta forma, o clima urbano afeta desigualmente os habitantes citadinos, pois há maior submissão aos elementos climáticos de acordo com o acesso à tecnologia que minimize a influência da temperatura.

Outra questão que se coloca, são as condições climáticas ideais nos espaços públicos que não possuem a versatilidade dos ambientes internos, senão pela preservação dos fragmentos florestais.

A Climatologia como uma área de estudo da Geografia de grande articulação com outras áreas, entre elas a arquitetura e o urbanismo poderia contribuir com estudos que objetivassem uma maior compatibilização dos espaços internos e externos com as condições climáticas. O planejamento é uma alternativa viável para minimizar os efeitos da urbanização sobre o ambiente, refletindo positivamente na qualidade de vida dos citadinos.

Referências

AMORIM, Margarete. Cristiane de Costa Trindade. **O Clima urbano de Presidente Prudente/SP**. Tese (doutorado) FFLCH-USP, 2000.

AMORIM, Margarete Cristiane de Costa Trindade. **Estudo do conforto térmico em ambiente tropical**. In: XIII Encontro de Geógrafos da América Latina, 2011, San José, Costa Rica.

CONTI, José Bueno. Clima e meio ambiente. **São Paulo: Atual, 1998. 88 p.**

DUMKE, E. M. S. **Clima urbano/conforto térmico e condições de vida na cidade – uma perspectiva a partir do aglomerado urbano da região metropolitana de Curitiba (AU_RMC)**. 2007. Tese (Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

FROTA, Anésia Barros Frota.; SCHIFFER, Sueli Ramos. **Manual de Conforto Térmico**. São Paulo: Studio Nobel, 2003. 8.ed. 243 p.

LOMBARDO, Magda Adelaide. **Ilha de calor nas Metrôpoles: O exemplo de São Paulo**. São Paulo: Hucitec, 1985. 244 p.

MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo. **Análise rítmica em climatologia**. São Paulo: IGEOG/USP, 1971 (Climatologia 1).

MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo.; MENDONÇA, Francisco. **Clima Urbano**. São Paulo: Contexto, 2009.192 p.

PESSANHA, L. R. P.; CASCIOLI, C. S.; AMORIM, M. C. de C. T. **O Conforto térmico em Rosana/SP: Comparação entre episódios de inverno e de verão**. In: IX Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica, 2010, Fortaleza. Anais...(CD-Rom)

SANT'ANNA NETO, J. L.; TOMASELLI, J. T. G. **O Tempo e o Clima de Presidente Prudente**. Presidente Prudente: FCT/Unesp, 2009.75p.

VICENTE, A. K. **Conforto térmico na cidade de Presidente Prudente**. Monografia (graduação). FCT- UNESP, 2005.