

# ÁREAS CONSTRUÍDAS EM AMBIENTE TROPICAL: UM ESTUDO DA TEMPERATURA

MÔNICA MINAKI<sup>1</sup>

SOELLYN RISSO SILVA<sup>2</sup>

MARGARETE CRISTIANE DE COSTA TRINDADE AMORIM<sup>3</sup>

**RESUMO:** Esta pesquisa teve como objetivo investigar as diferenças térmicas em Presidente Prudente/SP, no horário de maior aquecimento diurno (15:00 horas), em pontos com características de altitude, densidade de construções, arborização e nível sócio-econômico diferenciados. Foram escolhidos cinco pontos para a coleta de dados em dias representativos das estações extremas: 15 dias no verão (janeiro) de 2003 e 14 dias no inverno (julho) do mesmo ano. Os dados coletados nesta pesquisa revelaram que, no inverno, a amplitude térmica entre os pontos, foi menor do que no verão. As maiores temperaturas ocorreram nos pontos com alta densidade de construções e baixa densidade de arborização nas ruas e fundos de quintais. As menores temperaturas foram observadas no ponto que, embora tenha alta densidade de construções, está localizado em altitude elevada. O outro ponto que se mostrou com temperaturas menores, foi o localizado em área com menor densidade de construções e praticamente na mesma altitude dos mais quentes. Assim, conclui-se que as áreas construídas no ambiente tropical apresentam situações de “*stress* térmico” e precisam ser melhor planejadas para que se tenha um ambiente de melhor qualidade para as pessoas que nelas vivem.

**PALAVRAS-CHAVE:** clima urbano, conforto térmico, *stress* térmico.

## CONSTRUCTED AREAS IN TROPICAL ENVIRONMENTS: A STUDY OF TEMPERATURE

**ABSTRACT:** The objective of this study is to investigate the thermal differences in Presidente Prudente/SP, at the peak daytime heating period (3:00 PM), at locations with differentiated altitude, construction density, tree number and socio-economic characteristics. Five locations were selected for collecting data on days representing extreme seasons: 15 days in the summer (January) 2003 and 14 days in the winter (July) of the same year. The data collected in this research reveal that in the winter, the thermal range between the locations was less than in the summer. The highest temperatures occurred at locations with high construction density and low tree number density on streets and in backyards. The lowest temperature was observed at the location where, despite having a high construction density, the altitude is high. The other location that revealed lower temperatures was in an area with low construction density and practically the same altitude as locations revealing the highest temperatures. Thus, it can be concluded that constructed areas in a tropical

<sup>1</sup> Graduação em Geografia da FCT – Unesp, Campus de Presidente Prudente-SP. Rua Roberto Simonsen, 305. Depto de Geografia. CEP: 19060-900, Presidente Prudente/SP. E-mail: monicaminaki@gmail.com

<sup>2</sup> Graduação em Geografia da FCT – Unesp, Campus de Presidente Prudente-SP. Rua Roberto Simonsen, 305. Depto de Geografia. CEP: 19060-900, Presidente Prudente/SP. E-mail: solrissi@ig.com.br

<sup>3</sup> Professora Doutora dos Cursos de Graduação e de Pós-Graduação em Geografia da FCT-Unesp, Campus de Presidente Prudente-SP. Rua Roberto Simonsen, 305. Depto de Geografia. CEP: 19060-900, Presidente Prudente/SP. E-mail: mccta@fct.unesp.br

environment present "thermal stress" situations and need to be better planned in order to have a better quality environment for the people who live there.

**KEY-WORDS:** urban climate, thermal comfort, thermal stress.

## 1. INTRODUÇÃO

O crescimento desordenado do espaço urbano tem gerado modificações no quadro natural das cidades, afetando até mesmo o seu clima. Segundo Lombardo (1985, p.17) "*a natureza humanizada, através das modificações do ambiente, alcança maior expressão nos espaços ocupados pelas cidades, criando um ambiente artificial*".

Em decorrência desse processo desordenado de ocupação e conseqüente aumento da população, as cidades foram adquirindo novas configurações espaciais de acordo com as vantagens locais, determinadas pelo maior ou menor acesso a serviços urbanos e nível sócio-econômico, com tendência dos grupos mais ricos segregarem-se e da aspiração dos membros da classe média ascenderem-se socialmente.

Como a maioria das cidades, Presidente Prudente teve um crescimento desordenado e as disparidades sócio-ambientais estão cada vez mais visíveis na paisagem urbana provocadas pela falta de compromisso com a ocupação planejada e ordenada.

Em termos gerais, pode-se identificar em Presidente Prudente que os setores leste, oeste e norte estão associados à população de menor poder aquisitivo, enquanto que o setor sul mostra a tendência de se consolidar como a área residencial dos grupos mais ricos e no núcleo central se misturam usos comerciais, de serviços e residenciais.

Esta pesquisa teve como objetivo investigar as diferenças térmicas, no horário de maior aquecimento diurno (15:00 horas), em pontos com características de altitude, densidade de construções, arborização e nível sócio-econômico diferenciados entre si. Foram escolhidos cinco pontos para a coleta de dados em dias representativos das estações extremas: 15 dias no verão (janeiro) de 2003 e 14 dias no inverno (julho) do mesmo ano. Pretende-se, com isso, avaliar a capacidade dos pontos de gerarem desconforto térmico para a população.

Dessa forma, foram avaliadas nesta pesquisa, áreas que possuem características geocológicas e urbanas diferenciadas, considerando a forma de ocupação do solo, a altitude, densidade de arborização e construções e nível sócio-econômico. Para tanto, foram delimitados cinco pontos no contexto da malha urbana de Presidente Prudente, conforme o objetivo proposto, sendo eles: Brasil Novo, Central Park Residence, Jardim João Paulo II e Jardim Planalto.

As cidades geralmente cresceram sem considerar as características naturais do meio e a ocupação do ambiente natural ocorreu de forma impactante. É nesse sentido que se salienta a importância do estudo a respeito do clima urbano, uma vez que, com o crescimento desordenado das cidades, torna-se urgente o conhecimento das peculiaridades de cada região para que sejam levadas em conta no exercício do planejamento urbano.

## 2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para a realização desta pesquisa, foram realizados trabalhos de campo, com observações-mensurações simultâneas da temperatura, umidade relativa e direção do vento, em condomínios fechados (Central Park e João Paulo II), em bairros residenciais (Brasil Novo e Planalto) e na Estação Meteorológica da FCT – UNESP campus de Presidente Prudente.

Os equipamentos utilizados para a realização do trabalho de campo consistiram em mini-abrigos meteorológicos com psicrômetros, compostos por conjunto de dois termômetros de mercúrio: o de *bulbo seco* e o de *bulbo úmido* e fita de cetim fixada na parte

inferior do mini-abrigo, utilizada para indicar a direção do vento. O mini-abrigo meteorológico tem como finalidade proteger os termômetros das influências externas. É construído de madeira com paredes duplas perfuradas para permitirem a livre circulação do ar. Sua base fica a 1,50m da superfície, não permitindo que os termômetros sofram interferência da radiação terrestre sendo que sua abertura voltada para o sul, evita a incidência solar direta nos termômetros. Esta metodologia foi utilizada por Sezerino e Monteiro, 1990. A velocidade do vento foi registrada pelo anemógrafo na Estação Meteorológica da FCT-UNESP de Presidente Prudente e estimada a partir da “Escala da Força de Vento de Beaufort” (Figura 1) nos outros quatro pontos.

Força	Designação	m/seg	Influência em terra
0	calma	0 - 0,5	A fumaça sobe verticalmente.
1	aragem	0,6 - 1,7	A direção da aragem é indicada pela fumaça, mas a grimpadora ainda não reage.
2	brisa leve	1,8 - 3,3	Sente-se o vento no rosto, movem-se as folhas das árvores e a grimpadora começa a funcionar.
3	brisa fraca	3,4 - 5,2	As folhas das árvores se agitam e as bandeiras se desfraldam.
4	brisa moderada	5,3 - 7,4	Poeira e pequenos papéis soltos são levantados. Movem-se os galhos das árvores.
5	brisa forte	7,5 - 9,8	Movem-se as pequenas árvores. Nos lagos a água começa a ondular.
6	vento moderadamente forte	9,9 - 12,4	Assobios na fiação aérea. Movem-se os maiores galhos das árvores. Guarda-chuva usado com dificuldade.

Figura 1 - Escala de Beaufort

As leituras foram realizadas simultaneamente, no horário das 15h00, em 15 dias de janeiro de 2003 (13 a 27/01/2003), mês representativo de verão e em 14 dias de julho de 2003 (07 a 20/07/2003), mês representativo de inverno.

O comportamento da temperatura, de janeiro e de julho de 2003, foi delineado considerando o horário da leitura. As discussões associam às leituras dos termômetros e

direção do vento aos sistemas atmosféricos regionais, através de imagens de satélite GOES<sup>4</sup> e das cartas sinóticas de superfície disponibilizadas no site da Marinha do Brasil<sup>5</sup>.

Para avaliar a capacidade dos pontos de apresentarem situações de *stress* térmico, aplicou-se o índice de conforto a partir da Temperatura Efetiva (TE) estabelecida por Thom (1959). Sua fórmula utiliza dados de temperatura do termômetro de bulbo seco e do bulbo úmido:

$$TE = 0,4 \cdot (Ts + Tu) + 4,8$$

onde:

TE: *temperatura efetiva*

Ts: *temperatura do termômetro de bulbo seco*

Tu: *temperatura do termômetro de bulbo úmido*

A zona de conforto varia entre os limites de temperatura de 18,9°C a 25,6°C, sendo que uma TE de 18,9°C ou abaixo é considerada como condições de *stress* ao frio e 25,6°C ou acima configura *stress* ao calor. Esta metodologia foi utilizada por Brandão e Lucena (1999).

### 3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

#### 3.1. Localização e características climáticas de Presidente Prudente

A cidade de Presidente Prudente localiza-se no extremo oeste do Estado de São Paulo, distante da capital paulista cerca de 560 Km. Segundo a Malha Municipal IBGE/Atlas Brasil INPE, o município está compreendido no quadrilátero entre as latitudes 22° 09'54''S e 22°04'41''S e entre as longitudes 51°27'24''W e 51°21'49''W. (Fig. 02).

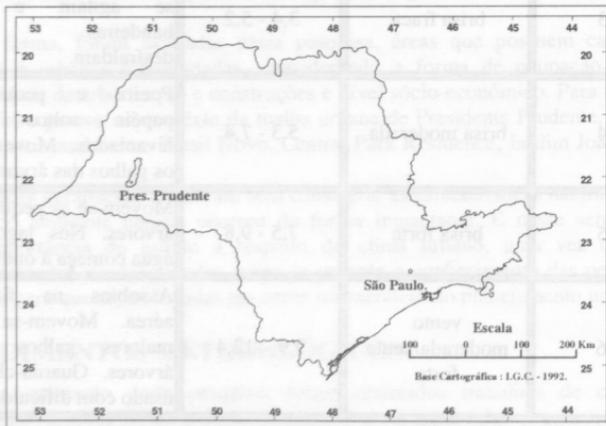


Figura 02 - Localização do município de Presidente Prudente no Estado de S. Paulo. Org. Margarete C. C. T. Amorim - Fonte: IBGE

<sup>4</sup> [www.inpe.com.br](http://www.inpe.com.br)

<sup>5</sup> [www.mar.mil.br](http://www.mar.mil.br)

Na maior parte do ano a região sofre a atuação da Massa Tropical Atlântica, responsável pela estabilidade no inverno e instabilidade no verão. Entretanto, no verão atuam mais intensamente na região a massa de ar Tropical continental e a massa de ar Equatorial e no inverno a massa de ar Polar Atlântica.

Dessa forma, durante o ano a região se caracteriza por duas estações bem definidas: uma estação mais seca, de tempo estável (outono-inverno), e outra quente e úmida com chuvas mais freqüentes e intensas (primavera-verão).

### 3.2. Localização dos pontos de coleta de dados e levantamento dos registros.

As cinco unidades de observações para o levantamento dos dados necessários à análise da temperatura foram:

1. Brasil Novo - a 400m sobre o nível do mar, localizado em uma área de fundo de vale. Trata-se de um conjunto habitacional de baixo padrão, densamente construído e com baixa densidade de vegetação;

2. Central Park Residence - à 425m (s.n.m.), é um condomínio fechado de alto padrão, densamente construído e com baixa densidade de arborização;

3. Jardim João Paulo II - a 435m (s.n.m.), é um condomínio fechado de alto padrão, com menor densidade de construções (se comparado ao Central Park), mas com presença de vegetação arbórea;

4. Jardim Planalto - a 495m (s.n.m.) é um bairro residencial de classe média baixa, densamente construído, com vegetação esparsa nas ruas e fundos de quintais;

5. UNESP - a 435m (s.n.m.), se encontra numa área com menor densidade de edificação e com construções esparsas nas suas proximidades, mas com presença de vegetação arbórea e gramado esparso.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Pôde-se observar através da análise dos dados, que tanto no verão quanto no inverno, as maiores temperaturas foram registradas no Brasil Novo (conjunto habitacional densamente construído e com baixa presença de vegetação) e as menores temperaturas no Jardim Planalto (bairro residencial, também densamente construído, mas que possui vegetação arbórea esparsa nas ruas e fundos de quintais).

A ocorrência das menores temperaturas pode ser explicada, principalmente, pelo fato do ponto localizar-se em altitude mais elevada que as outras áreas de observação.

Embora os outros três pontos de observações encontrem-se praticamente em mesma altitude, estes apresentaram comportamento diferenciado, sendo que o condomínio fechado densamente construído e com baixa densidade de arborização (Central Park Residence) se mostrou mais quente que o outro condomínio fechado (João Paulo II) que possui menor densidade de construções, mas com vegetação arbórea, fato que contribui na amenização da temperatura neste local.

Outro ponto que também registrou menores temperaturas foi à área com menor densidade de edificação, com construções esparsas em sua proximidade e com vegetação arbórea e gramado esparso (UNESP).

As maiores diferenças de temperatura entre os pontos foram registradas no verão, atingindo até 5,6°C e em oito dias, estas, foram superiores à 2°C. Enquanto que no inverno, dos 14 dias de coleta, 11 dias apresentaram amplitudes entre 1°C à 2°C, e três dias entre 2,4°C e 3,2°C.

As mais significativas diferenças existentes entre os pontos podem ser observadas nas cartas de isotermas do verão (Figuras 3, 4 e 5) e do inverno (Figuras 6 e 7). Na Tabela 1 pode-se observar os dados registrados em janeiro e na Tabela 2 os de julho.

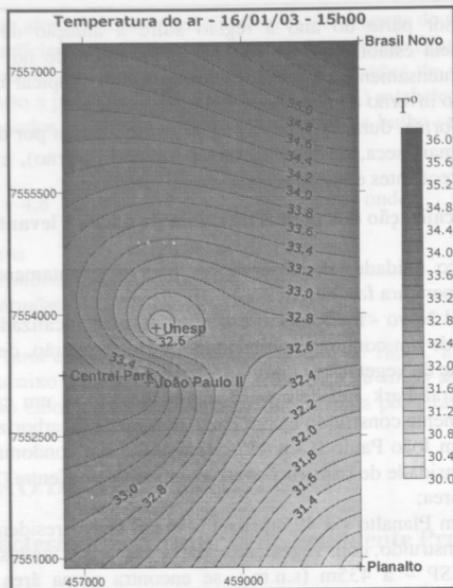


Figura 3 – Carta de isotermas em dia representativo do verão – Janeiro de 2003 - 15h00.

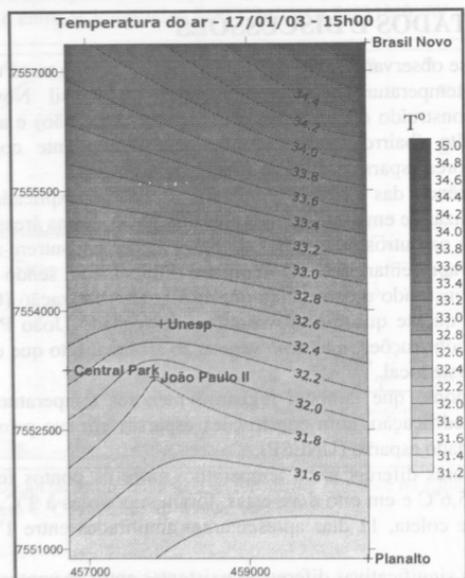


Figura 4 – Carta de isotermas em dia representativo do verão – Janeiro de 2003 - 15h00.

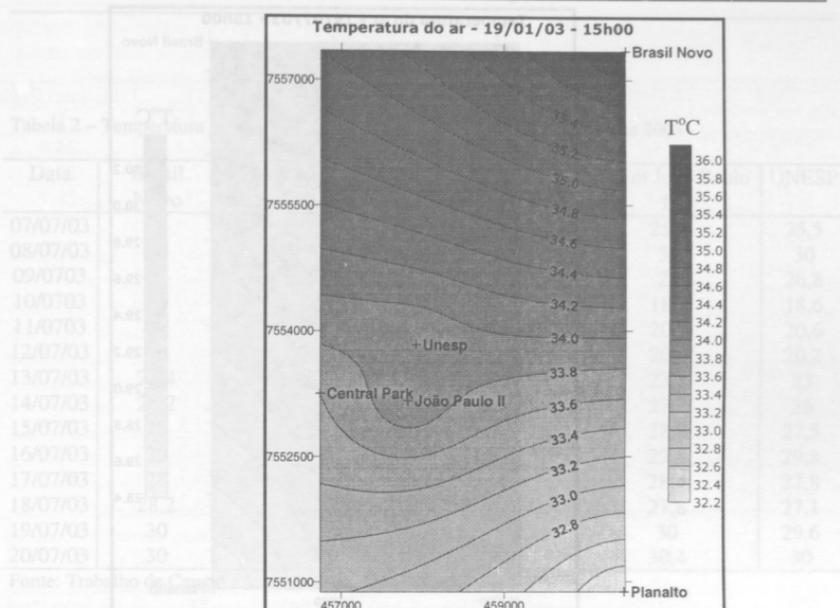


Figura 5 - Carta de isotermas em dia representativo do verão - Janeiro de 2003 - 15h00.

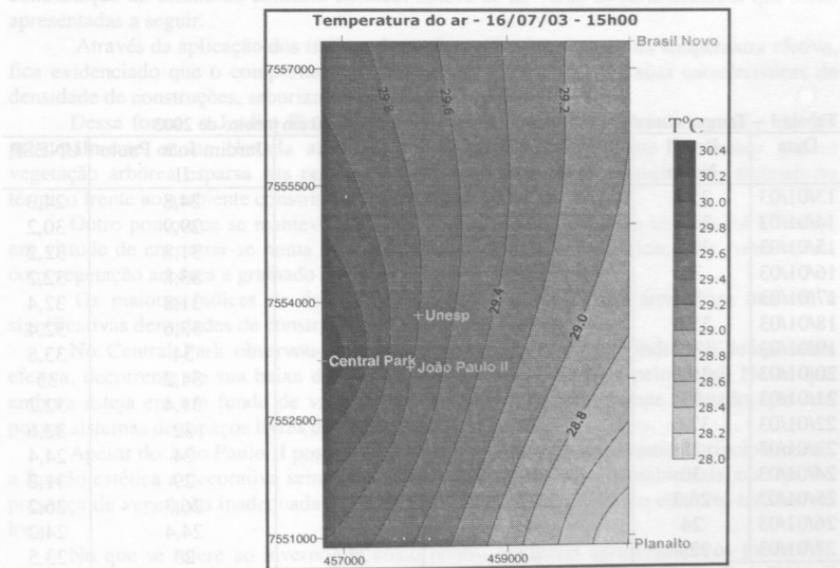


Figura 6- Carta de isotermas em dia representativo do inverno - Julho de 2003 - 15h00.

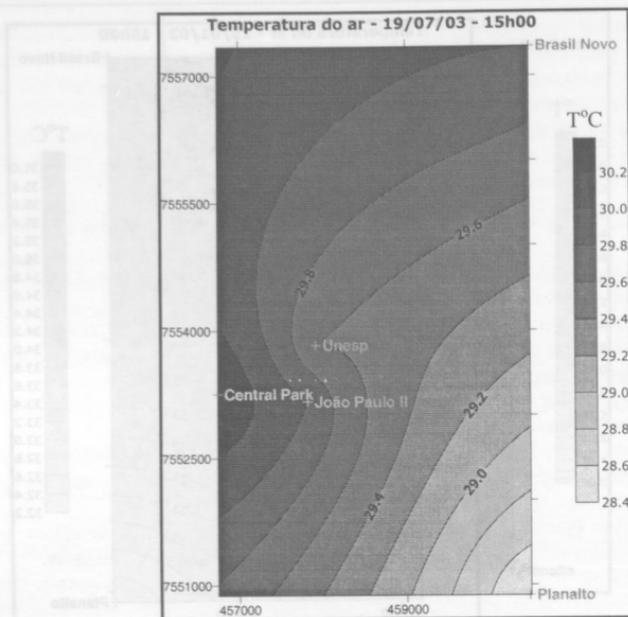


Figura 7- Carta de isotermas em dia representativo do inverno – Julho de 2003 - 15h00.

Tabela 1 – Temperatura do ar (°C) nos pontos amostrais às 15h00 em janeiro de 2003

Data	Brasil Novo	Central Park Residence	Jardim Planalto	Jardim João Paulo II	UNESP
13/01/03	25,8	25,8	25,2	24,8	24,3
14/01/03	31,8	30,5	29,2	29,9	30,2
15/01/03	32,2	32,6	31	31,8	32,2
16/01/03	36	33,8	30,4	33,8	32,2
17/01/03	35	32,3	31,2	31,8	32,4
18/01/03	35,8	33	33,4	33,6	32,4
19/01/03	36	33,6	32,2	34	33,8
20/01/03	35,8	35,8	31,8	34,2	35
21/01/03	33	33,2	29,8	31,4	32,2
22/01/03	32,6	32	31,6	32	32,6
23/01/03	25	24,4	23,6	24	24,4
24/01/03	30	30,2	28,4	29	31,2
25/01/03	26,2	27	25,4	26,3	26,2
26/01/03	24	24,7	23,4	24,4	24,2
27/01/03	22,4	23	22,6	23	23,5

Fonte: Trabalho de Campo

Tabela 2 – Temperatura do ar (°C) nos pontos amostrais às 15h00 em julho de 2003

Data	Brasil Novo	Central Park Residence	Jardim Planalto	Jardim João Paulo II	UNESP
07/07/03	28	26,2	24,8	25,8	25,5
08/07/03	30	30,3	29,2	30	30
09/07/03	29	26,9	25,8	27	26,8
10/07/03	20	18,8	19,2	18,7	18,6
11/07/03	20	21	19,6	20,9	20,6
12/07/03	20	20,3	19,6	20,6	20,2
13/07/03	23,4	23,5	22	23,5	23
14/07/03	26,2	27,4	25,8	27,2	26
15/07/03	28	28,1	26,4	28,2	27,5
16/07/03	29	30,6	28,2	29,8	29,8
17/07/03	28	28,8	27	28,4	27,8
18/07/03	28,2	28,1	26,2	27,8	27,1
19/07/03	30	30,4	28,4	30	29,6
20/07/03	30	30,7	29,6	30,4	30

Fonte: Trabalho de Campo

Quanto à comparação da temperatura nos cinco pontos amostrais para uma contribuição ao estudo do conforto térmico, obteve-se no verão as características que serão apresentadas a seguir.

Através da aplicação dos índices de conforto térmico, a partir da temperatura efetiva, fica evidenciado que o comportamento dos pontos varia conforme suas características de densidade de construções, arborização e altitude.

Dessa forma, o Jardim Planalto apresentou menor índice de *stress* ao calor, devido principalmente, a sua elevada altitude, e mesmo sendo densamente construído, possui vegetação arbórea esparsa nas ruas e fundos de quintais, o que minimiza o desconforto térmico frente ao ambiente construído.

Outro ponto que se manteve com menor índice de desconforto térmico foi a Unesp, em virtude de encontrar-se numa área com menor densidade de edificações e construções, com vegetação arbórea e gramado esparsos.

Os maiores índices de desconforto térmico ocorreram nas áreas com maiores e significativas densidades de construções.

No Central Park observou-se o maior grau de variação do índice de temperatura efetiva, decorrente de sua baixa densidade de arborização, seguido pelo Brasil Novo, que embora esteja em um fundo de vale, trata-se de um bairro densamente habitado, que não possui sistemas de espaços livres destinados à arborização.

Apesar do João Paulo II possuir vegetação arbórea, esta, desempenha principalmente, a função estética e decorativa sem considerar as funções ecológico-ambientais, ou seja, há presença de vegetação inadequada e insuficiente para contribuir com o conforto térmico do local.

No que se refere ao inverno, os cinco pontos amostrais apresentaram os índices de temperatura efetiva dentro do limite de conforto térmico desejável. A temperatura efetiva de janeiro e julho pode ser observada nas tabelas 3 e 4, respectivamente.

Tabela 3 - Temperatura Efetiva (°C) às 15h00 – Janeiro de 2003

Data	TE Brasil Novo	TE Jardim Planalto	TE Central Park	TE UNESP	TE João Paulo II
13/01/03	24,7	24,4	25,3	24,1	24,6
14/01/03	27,6	26,0	28,1	27,5	27,6
15/01/03	28	27,2	29,6	28	28,7
16/01/03	30,4	27,2	30,3	28,4	29,9
17/01/03	30	28,0	30,4	28,7	29,2
18/01/03	30,0	28,8	29,6	28,0	29,9
19/01/03	30,8	28	30,3	29,0	30,4
20/01/03	30,4	27,9	32,4	29,9	30,6
21/01/03	28,7	27,3	30,4	29,1	28,9
22/01/03	27,8	27,6	29,6	28,4	28,7
23/01/03	24,4	23,5	24,0	23,9	24
24/01/03	27,5	26,0	28,4	27,8	27,5
25/01/03	24,8	24,4	26	24,8	25,4
26/01/03	23,9	23,2	24,2	23,7	24,2
27/01/03	22,6	22,7	23,2	23,2	23,2

Tabela 4 - Temperatura Efetiva (°C) às 15h00 – Julho de 2003

Data	TE Brasil Novo	TE Jardim Planalto	TE Central Park	TE UNESP	TE João Paulo II
07/07/03	24,8	22,8	23,7	23,0	23,5
08/07/03	24,5	23,8	28,3	24,2	24,7
09/07/03	23,6	22,8	23,8	23,2	23,4
10/07/03	20,4	19,9	19,8	19,5	19,6
11/07/03	19,2	18,8	19,5	19,3	19,5
12/07/03	18,8	18,4	18,7	18,8	19,0
13/07/03	21,1	20,2	21,1	20,9	21,3
14/07/03	23,3	23,1	23,8	23,1	23,7
15/07/03	24	23,2	24,2	23,6	23,0
16/07/03	24,4	24,4	25,9	25,1	28,4
17/07/03	24	23,2	24,3	23,6	24,1
18/07/03	24,0	22,9	24,0	23,4	23,9
19/07/03	24	24,0	25,4	24,6	25,2

## 5. CONCLUSÕES

Através da análise realizada, observou-se que nos pontos amostrais, os desconfortos térmicos resultam das características de apropriação do relevo, densidade de arborização e construções de cada um, pois todos estão inseridos na malha urbana.

Assim, o "stress térmico" é intensificado devido à alta densidade de construções, ausência de vegetação, condições de relevo e nível sócio-econômicos diferenciados. Para o último aspecto, cabe destacar que os condomínios fechados (Central Park e João Paulo II) possuem uma estrutura de construção planejada com áreas destinadas ao sistema de lazer e arborização viária, entretanto, no que se refere à vegetação arbórea das ruas e fundos de

quintais, não existe um tipo de planejamento adequado por parte dos próprios moradores, que na verdade, se preocupam mais com aspectos decorativos e estéticos.

Neste tipo de habitação, não se trata de irregulares condições de uso e ocupação do solo (como é o caso do Brasil Novo em que foi construído um Conjunto Habitacional em uma área de fundo de vale), mas da presença inadequada e/ou quantidades de arborizações insuficientes, que acaba permitindo a ocorrência, na maioria das vezes, de desconforto térmico.

Particularmente neste caso, os moradores dos condomínios fechados (Central Park e João Paulo II) buscam "comprar" o conforto térmico através do uso de aparelhos de ar condicionados e de soluções individuais.

De fato, conclui-se que os casos de desconforto térmico, durante o dia, estão associados à falta de verde urbano, seja em sistema de espaço com construção (fundos de quintais, principalmente), sistema de espaços livres de construção (praças, parques, águas superficiais) e sistema de espaços de integração urbana (canteiros, pequenos jardins de ornamentação, rotatórias com o verde de acompanhamento viário).

Tratam-se, portanto, de áreas densamente construídas que deveriam organizar necessariamente maiores sistemas de espaços livres de construção que desempenhariam satisfatoriamente funções ecológico-ambientais, estética e recreativa, incidindo diretamente na melhoria da qualidade de vida de seus moradores.

A mesma avaliação pode ser aplicada ao entorno da UNESP que possui vegetação e gramado esparsos, insuficientes para contribuir com o conforto térmico.

Dessa forma o estudo da temperatura nos pontos amostrais permitem avaliar até que ponto as condições de uso e ocupação, de construções, arborização e relevo contribuem para o aumento do "stress térmico" e conseqüente deterioração da qualidade ambiental urbana e qualidade de vida da população.

## 6. BIBLIOGRAFIA

- AMORIM, M.C.C.T. *O clima urbano de Presidente Prudente/SP*. São Paulo, 2000. 374p. Tese (Doutorado em Geografia) - FFLCH - USP.
- BARRIOS, N.A.Z., SANT'ANNA NETO, J.L. A circulação atmosférica no extremo oeste paulista. *Boletim Climatológico*, Presidente Prudente, v.1, n.1, p.8-9, março 1996.
- BRANDÃO, A.M.P.M; LUCENA, A.J. A ilha térmica e sua influência no conforto humano na área central da cidade do Rio de Janeiro. In: Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. 8, 1999, Belo Horizonte. *Anais...* Belo Horizonte: UFMG - Instituto de Geociências, Departamento de Geografia e Pós-Graduação em Geografia, 1999, p. 66-67.
- LOMBARDO, M.A. *Ilha de Calor nas metrópoles: O exemplo de São Paulo*. São Paulo: Hucitec, 1985. 244p.
- MONTEIRO, C. A de F. *Teoria e clima urbano*. 25. São Paulo: IGEOG/USP, 1976. 181p. (Série teses e Monografias, 25).
- MONTEIRO, C. A de F. Por um suporte teórico e prático para estimular estudos geográficos do clima urbano no Brasil. *Geosul*, Florianópolis, v.5, n.9, p.7-19, 1990.
- MONTEIRO, C. A de F. Adentrar a cidade para tomar-lhe a temperatura. *Geosul*, Florianópolis, v.5, n.9, p. 61-79, 1990.
- MONTEIRO, C. A de F. A cidade como processo derivados ambiental e estrutura geradora de um "Clima Urbano". *Geosul*, Florianópolis, v.5, n.9, p. 80-114, 1990.
- OKE, T.R. *Boundary Layer Climate London*, Methuen & LTD. A. Halsted Press Book, John Wiley & Sons, New York, 1978. p. 240 - 267.

