

# O conforto e o desconforto térmico em pontos com diferentes padrões de construção em Presidente Prudente/SP

## The comfort and the thermal discomfort in points with different construction patterns in Presidente Prudente / SP

Priscilla Ikefuti \*  
Margarete Amorim \*\*

### Resumo:

Os estudos sobre o conforto térmico podem contribuir com o planejamento, na medida em que, nos ambientes tropicais, não só os eventos extremos de temperatura e umidade do ar podem provocar desconforto, mas também os episódios habituais. O objetivo principal desta pesquisa foi estudar o conforto térmico em ambientes abertos e fechados, de acordo com o padrão das edificações, resultantes das condições sociais da população, na cidade de Presidente Prudente. Foi avaliado o conforto térmico interno e externo a partir de dados horários de temperatura e umidade relativa registrados através de miniestações meteorológicas no mês de julho de 2008. Para o cálculo do conforto térmico foi utilizado o índice de Thom & Bosen (1959). Podemos constatar com essa análise que existe uma influência dos materiais construtivos e das áreas verdes no conforto térmico das residências em Presidente Prudente.

\* Doutora em Geografia Física pela Universidade de São Paulo. Professora da Universidade da Fronteira Sul - Campus Erechim

\*\* Doutora em Geografia Física pela Universidade de São Paulo. Professora Adjunta da Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho – UNESP. Presidente Prudente, São Paulo

### Abstract:

Studies on thermal comfort can contribute to planning, since in tropical environments not only extreme events of temperature and humidity of the air can cause discomfort, but also the usual episodes. The main objective of this research was to study thermal comfort in open and closed environments, according to the pattern of buildings, resulting from the social conditions of the population, in the city of Presidente Prudente. The internal and external thermal comfort was evaluated from hourly data of temperature and relative humidity recorded through mini-weather stations in the month of July of 2008. For the calculation of the thermal comfort was used the formula of Thom & Bosen (1959). We verified with this research that the building materials and amount of green areas influence in the thermal comfort of the residences in Presidente Prudente

### Palavras-chave:

Conforto térmico,  
Residências,  
Temperatura efetiva

### Keywords:

Thermal Comfort,  
Residence,  
Effective temperature

## INTRODUÇÃO

No Brasil a definição do conforto térmico ocorreu através de determinações de códigos de obras e diretrizes construtivas da cidade. Atualmente os estudos realizados procuram avaliar sob que condições térmicas e higrométricas o organismo humano encontra-se em equilíbrio com o meio. A ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1998, p.9) define conforto térmico como “a satisfação psicofisiológica de um indivíduo com as condições térmicas do ambiente”.

O sucesso do funcionamento dos organismos vivos depende do seu relacionamento com o ambiente externo. O homem é um animal homeotérmico, ou seja, seu organismo é mantido a uma temperatura interna aproximadamente constante na ordem de 37°C, sendo 32°C o limite inferior e 42°C o limite superior para a sobrevivência, em estado de enfermidade (FROTA e SCHIFFER, 2000).

O excesso de calor, umidade, frio e vento afetam a saúde e o bem estar das pessoas. As reações fisiológicas ao estresse térmico incluem mudanças no metabolismo, dilatação e contração dos vasos sanguíneos, aumento e diminuição do pulso cardíaco, suor, tiritar, eriçar de pelos entre outros (VICENTE et al., 2002).

Os elementos climáticos que atuam no conforto térmico são a temperatura, a umidade, a radiação solar e a velocidade do vento. Entretanto, a variável que influencia de maneira mais direta no conforto térmico é a temperatura, mas não pode ser considerada dissociada das demais variáveis, pois o conforto é resultado da interação do conjunto das condições. Com situações de mesma temperatura as sensações térmicas podem variar em relação à quantidade de umidade do ar, velocidade do vento e da quantidade de radiação recebida.

A cidade de Presidente Prudente localiza-se no extremo oeste do Estado de São Paulo, distante da capital paulista cerca de 560 km. 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. A altitude média da cidade é de 472m acima do nível do mar.

Do ponto de vista climático, a região de Presidente Prudente sofre a atuação da maioria dos sistemas atmosféricos presentes da América do Sul e possui duas estações bem definidas: uma estação mais seca, de tempo estável (outono/inverno), e outra quente e úmida com chuvas mais frequentes e intensas (primavera/verão). Mesmo nos meses representativos do inverno são registradas situações

de desconforto para o calor, fato habitualmente esperado para os meses da primavera e do verão. Diante desse fato, esta pesquisa teve como objetivo estudar o conforto térmico em ambientes abertos e fechados, de acordo com o padrão das edificações, resultantes das condições sociais da população, na cidade de Presidente Prudente, em um mês representativo do inverno (julho de 2008). Este mês foi escolhido, pois mesmo com temperaturas mais amenas nessa época do ano, Presidente Prudente apresenta elevadas temperaturas. Deste modo, buscou-se verificar se existe estresse térmico para o calor na área de estudo, mesmo no inverno.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

Para a análise do conforto térmico de Presidente Prudente, com destaque às variações de temperatura e umidade relativa do ar, foram realizados registros desses dois elementos do clima em ambientes internos e externos, em três pontos da cidade.

Os pontos foram escolhidos a partir da Carta de Qualidade Ambiental Urbana (CAMARGO, 2007), sendo dois pontos localizados na malha urbana e um ponto na área rural. A Carta de Qualidade Ambiental é resultado do cruzamento de informações de diferentes indicadores sendo eles: cobertura vegetal arbórea, áreas de risco, densidade de edificações e exclusão social. Cada atributo foi considerado com o mesmo peso e todos os atributos possuem a mesma importância na determinação da diminuição da qualidade ambiental de uma determinada área (CAMARGO, 2007, p. 126).

Os equipamentos utilizados para o trabalho consistiram em miniestações meteorológicas (termohigrométrica Klima Logger TFA, modelo DIVA PLUS), compostas por uma estação interna e outra externa que envia os dados para a estação interna e assim registrando-os. A estação interna foi instalada na sala, nos três pontos, distantes 1m de qualquer parede. A outra foi instalada na parte externa das habitações (jardim, área de serviço, quintal) distante 2 m do teto.

Foram elaborados gráficos e tabelas a partir da planilha eletrônica do EXCEL, que auxiliou na organização dos cálculos quantitativos para a análise da variação dos elementos climáticos (temperatura e umidade relativa do ar) nos três pontos escolhidos para a pesquisa.

Aplicou-se neste trabalho o índice de conforto térmico, a partir do cálculo da Temperatura Efetiva (TE)

pela fórmula estabelecida por Thom & Bosen (1959), sendo este adaptado ao ambiente tropical. A escolha por esse índice foi feita, pois os dados de velocidade do vento e radiação solar, que são necessários em outros índices de conforto térmico, não são registrados pelos sensores utilizados na pesquisa.

A fórmula de conforto de Thom & Bosen (1959) utiliza os dados de temperatura do termômetro de bulbo seco e do termômetro de bulbo úmido:

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

Onde:

TE = Temperatura Efetiva;

Ts = Temperatura do bulbo seco;

Tu = Temperatura do bulbo úmido.

Habitualmente é usada para a avaliação do calor em ambientes de trabalho. De acordo com Thom & Bosen (1959), a zona de conforto encontra-se entre 18,9°C à 25,6°C. Abaixo de 18,9°C de temperatura efetiva considera-se estresse térmico para o frio e acima de 25,6°C de temperatura efetiva considera-se estresse térmico para o calor (AYOADE, 1986).

As temperaturas efetivas foram calculadas para as 24h do dia, durante todo o mês de análise. No entanto, para este artigo, optou-se por eleger alguns horários representativos do diferentes períodos (manhã, tarde e noite). Deste modo, as análises foram realizadas para os seguintes horários: 3h, 7h, 11h, 15h, 19h e 23h.

Os pontos de coleta da temperatura e umidade do ar foram: um ponto localizado na área rural da cidade, e dois na área urbana, sendo um deles localizado em um condomínio fechado de alto padrão construtivo (Dahma) e o outro ponto em um conjunto habitacional popular de baixo padrão construtivo (COHAB).

Os três pontos de levantamento dos dados necessários à análise do conforto térmico foram:

1. Rural – localizado a 413m sobre o nível do mar. Área localizada fora da malha urbana, com construção de alvenaria e telhado de cerâmica vermelha (Figura 1). Ao redor da edificação levantamos as seguintes características: abundante presença de vegetação, poucas construções e nenhum asfaltamento (impermeabilização do solo), situada na latitude 22°08'01''S e 51°20'46''W.

2. Dahma – localizado a 413m sobre o nível do mar, na latitude 22°08'56''S e 51°25'16''W. A edificação

encontra-se dentro de um condomínio fechado de alto padrão construtivo. A edificação em questão é de alvenaria com telhado de cerâmica branca, dois pavimentos com quintal verde nos fundos e no seu entorno, apresenta as seguintes características: presença de vegetação (Figura 2), construções ao redor e asfaltamento.

3. COHAB – localizado a 420m sobre o nível do mar, na latitude 22°06'41''S e 51°25'42''W. A edificação escolhida para estudo está inserida em área densamente construída, com lotes completamente impermeabilizados. A edificação onde os sensores foram instalados é de alvenaria, telhado de fibrocimento e sem quintal verde. No entorno há pouca quantidade de vegetação arbórea e as ruas são asfaltadas (Figura 3).



Figura 1 - Ponto representativo do rural (residência e entorno) – julho de 2008

Fonte: Priscilla Ikefutí, 2009



Figura 2 – Ponto representativo em condomínio fechado - Dahma (residência e entorno) – julho de 2008

Fonte: Priscilla Ikefutí, 2009

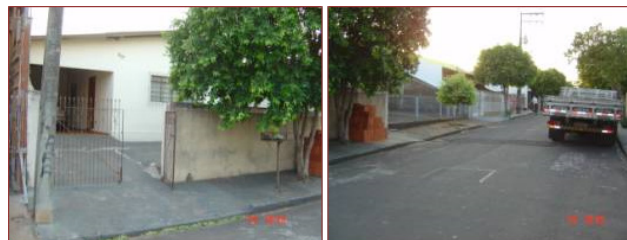


Figura 3 – Ponto representativo em condomínio fechado - Dahma (residência e entorno) – julho de 2008

Fonte: Priscilla Ikefutí, 2009

Na figura 4 são apresentadas as características de entorno das edificações estudadas. No ponto rural verifica-



-se a vegetação em abundância e a ausência de edificações significativas, tanto que elas não podem ser visualizadas na imagem de satélite (Figura 4).

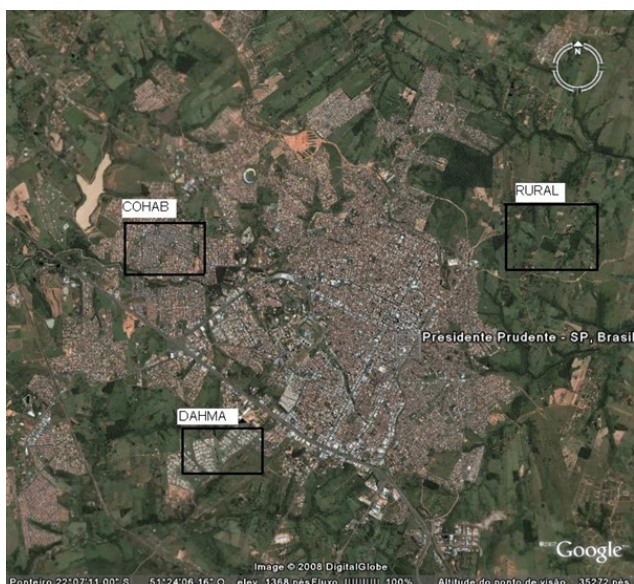


Figura 4 - Polígonos das áreas de entorno dos pontos escolhidos para a análise  
Fonte: adaptado de Google Earth 2008

No ponto do Dahma é possível notar a utilização de cerâmica branca (clara) na maioria das residências do condomínio fechado, e a ausência de edificações ao redor do condomínio, onde a vegetação predomina. No ponto da Cohab pode-se notar a concentração elevada de edificações ao redor do conjunto habitacional, e é possível também observar o tom acinzentado das coberturas das residências, que correspondem aos telhados de fibrocimento. Além da análise da imagem de satélite foi feita visita a campo nos 3 pontos para verificar as características do entorno das edificações escolhidas para estudo.

Os dados de temperatura efetiva interna e externa foram organizados em gráficos para facilitar a visualização dos horários escolhidos para análise que se apresentaram dentro ou fora da zona de conforto estabelecida por Thom & Bosen (1959).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O mês de julho de 2008 apresentou temperaturas efetivas para o conforto e desconforto. Nas primeiras horas do dia os pontos externos e alguns internos apresentavam estresse térmico para o frio, já no período vespertino as temperaturas efetivas foram desconfortáveis para o ca-

lor, mesmo estando em um mês representativo do inverno.

Nas primeiras horas do dia (3h e 7h), notou-se que as temperaturas efetivas internas apresentaram-se mais elevadas que as temperaturas efetivas externas nos três pontos de medida (Figura 5). Este fato ocorreu devido à conservação de calor dos materiais constituintes das edificações, que liberaram radiação em ondas longas para o interior e exterior da construção. Na área externa ocorreu a dissipação de calor, enquanto que no interior a energia foi conservada, sendo dissipada mais lentamente.

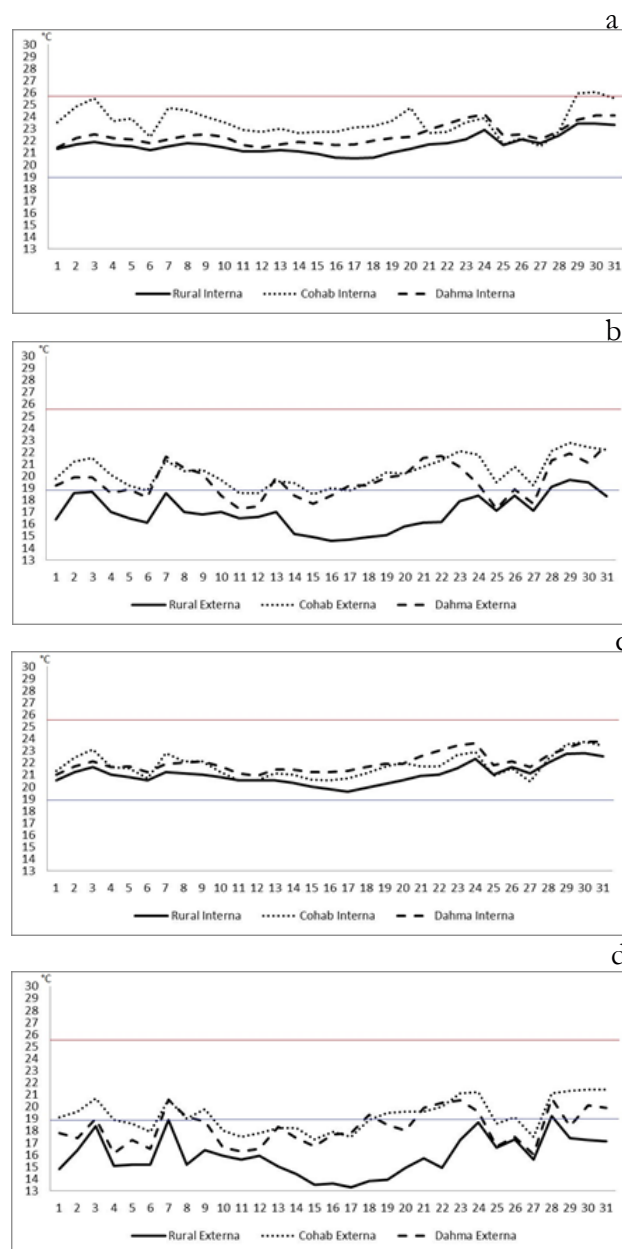


Figura 5 - Gráficos da Temperatura Efetiva nos três pontos às 3h00 (a) interno; (b) externo e às 7h00 (c) interno e (d) externo. A linha vermelha representa o limite para o estresse térmico ao calor e a linha azul para o frio

Fonte: organização das autoras

Analisando o horário das 3h00 verifica-se que no ponto rural interno houve conforto todos os dias do mês, já no externo, houve estresse térmico para o frio em quase todos os dias independente dos sistemas atmosféricos que estavam atuando na região.

No ponto Dahma (interno) houve conforto todos os dias do mês, e no externo os desconfortos para o frio estiveram presentes, mas em menor número em relação ao ponto rural.

Na Cohab os desconfortos internos ocorreram em poucos dias (29, 30 e 31) e foram para o calor. No ponto externo houve conforto em todos os dias do mês.

Às 7h00 dentro das habitações não foram registrados desconfortos térmicos no mês. Já na área externa nos três pontos foram registradas temperaturas efetivas muito baixas com inúmeros registros de desconforto para o frio. Na área rural houve apenas um dia sem desconforto, o ponto do Dahma registrou 11 dias de conforto e o ponto da Cohab 17 dias (Figura 5-d).

Às 11h foi um horário de mudanças no que diz respeito aos desconfortos nos ambientes externos. Nos ambientes internos não ocorreram desconfortos.

No ponto rural, as temperaturas se elevaram e os inúmeros desconfortos para o frio registrados nos horários anteriores deram lugar para temperaturas dentro da zona de conforto, com desconforto para o calor apenas nos dias 28 e 29, e ainda assim próximo ao limiar de conforto (Figura 6-b).

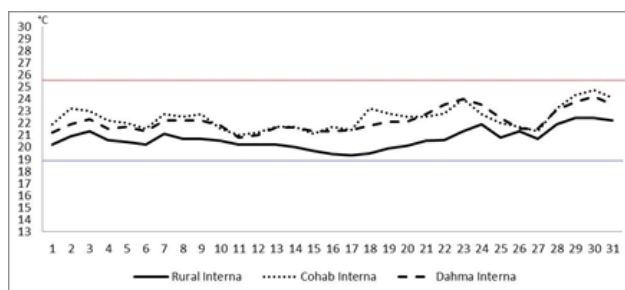
No ponto da Cohab os desconfortos para o calor também estiveram presentes em dois dias (23 e 30), sob influência da massa de ar tropical atlântica e tropical atlântica continentalizada, respectivamente.

No Dahma os desconfortos estiveram concentrados basicamente nos mesmos dias que os demais pontos de análise.

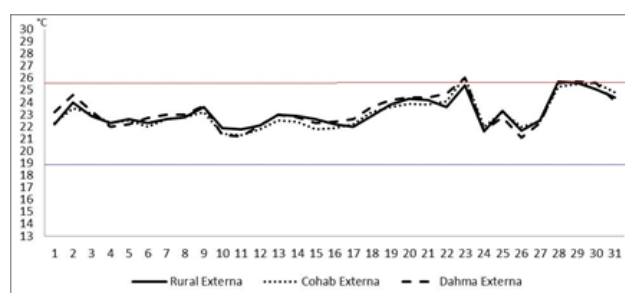
No horário das 15h os desconfortos térmicos para o calor foram em maior número nos ambientes externos. O ponto da Cohab foi o único que apresentou estresse térmico no ambiente interno (11 dias de desconfortos). No ambiente externo as temperaturas apresentaram-se elevadas, registrando mais dias desconfortáveis do que no ambiente interno para o mesmo horário.

No ponto Rural e Dahma, os estresses térmicos encontraram-se distribuídos ao longo do mês de julho. No Rural as temperaturas efetivas foram maiores do que nos demais pontos de análise sendo o dia 23 o de maior temperatura registrada, 28,5°C (Figura 6-d).

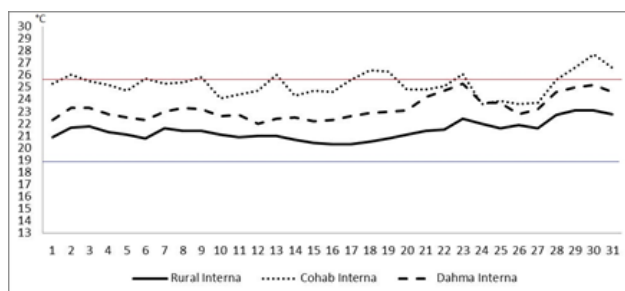
a



b



c



d

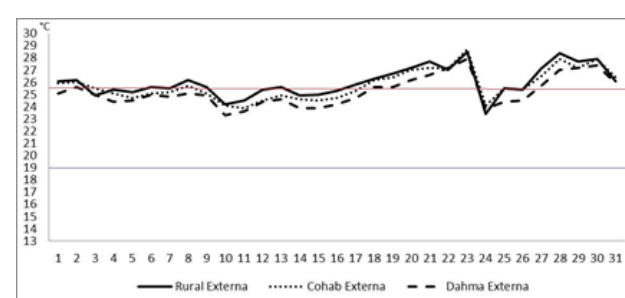


Figura 6 - Gráficos da Temperatura Efetiva nos três pontos às 11h00 (a) interno; (b) externo e às 15h00 (c) interno e (d) externo. A linha vermelha representa o limite para o estresse térmico ao calor e a linha azul para o frio

Fonte: : Elaboração das autoras

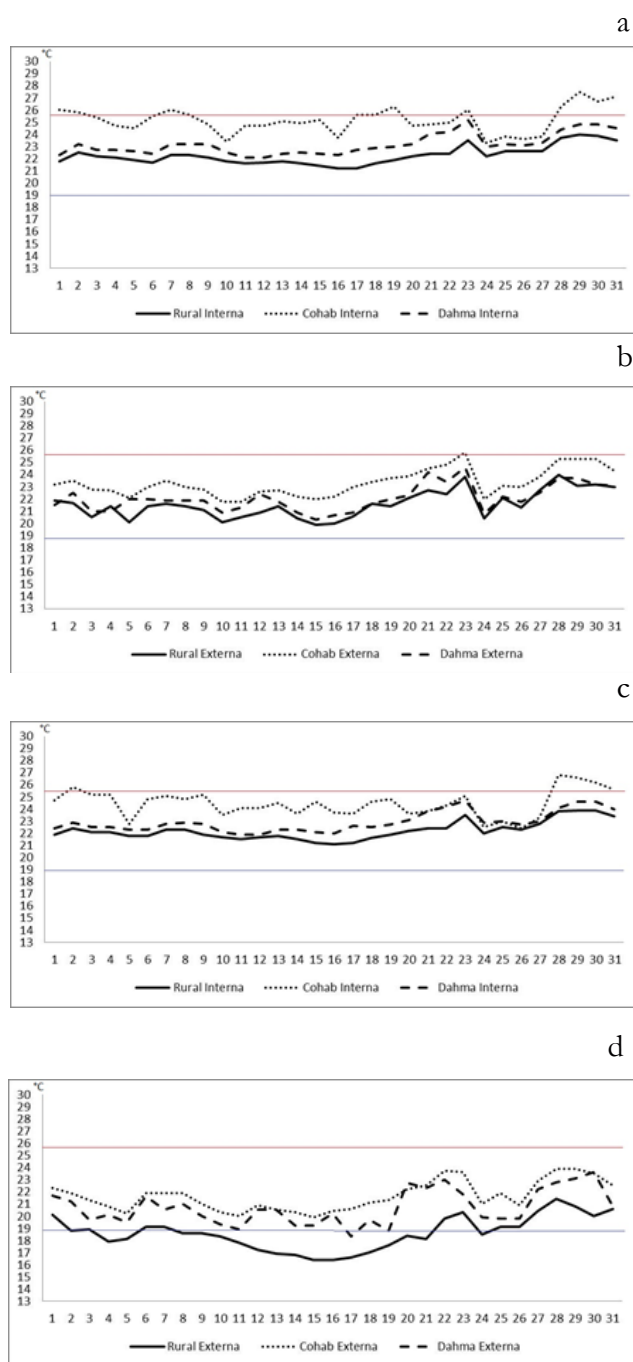


Figura 7- Gráficos da Temperatura Efetiva nos três pontos às 19h00 (a) interno; (b) externo e às 23h00 (c) interno e (d) externo. A linha vermelha representa o limite para o estresse térmico ao calor e a linha azul para o frio

Fonte: : Elaboração das autoras

Às 19h as temperaturas efetivas foram mais agradáveis, e estiveram, em sua maioria, na zona de conforto térmico nos três pontos de coleta.

No rural, tanto no ambiente interno, quanto no

ambiente externo, não houve desconforto térmico em nenhum dia do mês de julho nesse horário.

Na Cohab o estresse térmico para o calor no ambiente interno esteve presente para o horário. Nos outros pontos, nem no ambiente externo foram registrados desconfortos térmicos para o calor. Os desconfortos estiveram presentes em doze dias no mês (1, 2, 7, 8, 17, 18, 19, 23, 28, 29, 30 e 31), sendo a maior TE de 27,5°C no dia 29. No ambiente externo em apenas um dia do mês (23) foi registrado estresse térmico (25,8°C).

No ponto do Dahma não foram registrados desconfortos térmicos nos dois ambientes neste horário, mas foi possível observar que no ambiente interno as temperaturas efetivas estiveram mais elevadas em relação ao ambiente externo.

Às 23h o ambiente interno registrou desconforto para o calor somente no ponto da Cohab. No ambiente externo os estresses térmicos foram para o frio nos pontos Rural e Dahma.

No Rural, o ambiente interno esteve ausente de desconforto, já no ambiente externo, as temperaturas efetivas foram baixas, registrando 19 dias com estresse térmico. O ponto externo rural foi o que apresentou maior número de desconforto no horário.

No ponto da Cohab, internamente não foram registrados desconfortos, entretanto este foi o ponto que registrou as maiores temperaturas efetivas no ambiente externo neste horário.

No Dahma, o ambiente externo registrou em apenas três dias desconfortos para o frio.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa mostrou que as temperaturas efetivas coletadas no inverno na cidade de Presidente Prudente apresentaram tanto desconfortos para o frio como também desconfortos para o calor.

Os três pontos analisados apresentam características diferentes de materiais construtivos e de entorno (vegetação, edificação, fluxo de veículos e etc.). Essas diferenças de materiais e do entorno foram as responsáveis pelos resultados encontrados de temperatura efetiva.

De acordo com Ferreira & Prado (2003) as coberturas ou telhamentos influenciam diretamente nas temperaturas das construções, sendo que coberturas metálicas e de zinco podem apresentar diferenças de temperatura entre o ar e o material superiores a 30,0°C, como é o caso do alumínio sem pintura (32,6°C).

As coberturas de fibrocimento, como as apresentadas no ponto da Cohab, podem aumentar em até 10°C a temperatura entre o ar e o material. O uso do fibrocimento na cobertura de residências associado à falta de vegetação e área construída elevada por lote, foi o principal fator que resultou nas maiores temperaturas efetivas do local, gerando estresse térmico para o calor no período da noite e da madrugada. Nos demais pontos, na área interna, predominou o conforto e na área externa, nesses mesmos pontos, houve o estresse térmico para o frio.

O ponto localizado no condomínio fechado possui cobertura de cerâmica branca, o mais indicado tipo de cobertura para habitações, que combinado com o seu entorno, que apresenta vegetação significativa e arborização no lote, proporcionou conforto térmico dentro da edificação em todos os horários e em todos os dias do mês analisado. Os estresses térmicos registrados no local foram somente no ambiente externo, resultado das condições sinóticas.

No ponto localizado no meio rural a cobertura da edificação é composta por cerâmica vermelha, que constitui também, junto à cerâmica branca, o tipo de cobertura mais indicado para habitações, pois não aumenta a temperatura entre o ar e a cobertura. No ambiente interno do rural também não se registrou nenhum tipo de desconforto durante todo o mês de julho.

Como se pode notar, as temperaturas efetivas elevadas foram registradas ao longo do dia em diferentes ambientes. Na parte da manhã as TE mais elevadas foram encontradas no ambiente interno, em virtude do armazenamento do calor do dia anterior. No período vespertino as maiores TE foram encontradas no ambiente externo, período em que se tem o maior aquecimento do ar. No período noturno, o ambiente interno voltou a concentrar o maior número de TE elevadas, devido ao calor armazenado pela construção durante todo o dia.

Deste modo, na pesquisa realizada, verificou-se que a relação das temperaturas efetivas internas e externas em uma edificação é diferente, o que permite afirmar que as temperaturas internas são superiores a externa, em horários sem sol, gerando assim, desconforto térmico para os seus habitantes. Esse resultado aponta para a necessária reavaliação dos padrões de construção dos conjuntos habitacionais, já que as edificações com os materiais iguais ao da Cohab são comuns nos bairros populares. Esses materiais mostraram-se capazes de armazenar muito calor, contribuindo para o desconforto

térmico, mesmo em meses mais frios.

Acredita-se que nos meses de verão, essa situação seja ainda mais desconfortável, já que segundo os dados registrados na estação meteorológica da cidade, situações de estresse térmico são naturalmente comuns e em bairros onde os lotes são pequenos e densamente edificados, associados aos materiais construtivos inadequados, o desconforto é ainda maior, podendo interferir na qualidade de vida das pessoas.

## REFERÊNCIAS

- ABNT, 1998. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Projeto 02: 135.07-003. Desempenho térmico de edificações - Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações de interesse social.** Rio de Janeiro, Brasil.
- AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos.** São Paulo. Difel, 1986.
- CAMARGO, C.E.S. **Qualidade Ambiental Urbana em Presidente Prudente/SP.** Presidente Prudente, 155p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia – Universidade Estadual Paulista. 2007.
- FERREIRA, F.L. & PRADO, R.T.A. **Medição do albedo e análise de sua influência na temperatura superficial dos materiais utilizados em cobertura de edifícios no Brasil.** São Paulo: EDUSP, 2003.
- FROTA, A.B. & SCHIFFER, S.R. **Manual do Conforto Térmico.** 4ª ed. São Paulo: Studio Nobel, 2000.
- IKEFUTI, P. V. **Estudo do conforto térmico em bairros com diferentes padrões de construções em Presidente Prudente –SP.** Presidente Prudente. Monografia (graduação em Geografia) - Faculdade de Ciências e Tecnologia – Universidade Estadual Paulista. 2009.
- THOM, E.C. & BOSEN, J.F. The discomfort index. **Weatherwise.** N° 12, p. 57 - 60. 1959.
- VICENTE, A.K.; TOMASELLI, J.T.C; AMORIM, M.C.T. Conforto térmico em Presidente Prudente - SP. In SANT'ANNA NETO, J. L. (org). **O clima das cidades brasileiras.** Presidente Prudente. 2002, 227p.

---

## AGRADECIMENTO

Esta pesquisa foi apoiada pela Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP (Proc. 2008 / 01649-2) e CNPq (Proc. 476092/2006-0).

---

### Correspondência das autoras:

Priscilla Ikefuti  
e-mail: pvikefuti@usp.br

Margarete Amorim  
e-mail: mccta@fct.unesp.br

---

Artigo recebido em: 06/09/2017

Revisado pelos autores em: 07/05/2018

Aceito para publicação em: 10/05/2018