

## COMPORTAMENTO TÉRMICO DE UM BAIRRO RESIDENCIAL EM BAURU-SP: CONDIÇÃO TÉRMICA DO PEDESTRE

**Elisangela Cristina Sorano (1); Léa Cristina Lucas de Souza (2)**

(1) Arquiteta, Mestre em Design pela UNESP-Bauru, zanzita@bol.com.br

(2) Livre-Docente, Professor do Departamento de Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo,  
leacrist@faac.unesp.br

Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, Departamento de  
Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo, Núcleo de Conforto Ambiental, Av. Luis Edmundo C. Coube 14-01,  
Vargem Limpa, Bauru-SP, 17.033-360, Tel.: (14) 3103-6059

### RESUMO

Este trabalho teve como objetivo verificar o comportamento térmico de um bairro residencial na cidade de Bauru-SP, e estabelecer relações entre as tendências térmicas e o conforto térmico do pedestre que desenvolve atividades na área urbana estudada. Para tanto, delimitou-se e caracterizou-se a área de estudo e elegeu-se os pontos de medição. Em seguida procedeu-se a coleta de dados com medições fixas da temperatura do ar do bairro, com a aplicação simultânea de questionários aos pedestres e monitoramento microclimático. Finalmente foi feito o cruzamento de dados e as análises dos resultados obtidos, buscando-se determinar o comportamento térmico da malha urbana e as possíveis relações com o conforto térmico humano para algumas atividades desenvolvidas em áreas externas. Os resultados finais apontaram para a clara diferença entre o comportamento térmico urbano e o rural, demonstrando haver estreita relação entre a urbanização e a formação dos ambientes térmicos urbanos e, por conseguinte da sensação térmica experimentada pelo pedestre. Portanto, o planejamento urbano que leve em consideração os aspectos climáticos de um local pode reduzir os efeitos térmicos indesejáveis causados pela urbanização e realçar características do clima regional que promovam o conforto térmico humano.

Palavras-chave: Conforto térmico urbano, conforto ambiental, clima urbano.

### ABSTRACT

This study aimed to verify the thermal behavior of a residential neighborhood in the city of Bauru, SP, trying to identify thermal tendencies and thermal comfort of the pedestrian that develop their activities in the studied urban area. To achieve this purpose, it was delimited and characterized the study area, within which some measurement points were selected. Afterwards, a data collection of temperature was carried out by the installation of fixed instruments, as well as simultaneous questionnaires to pedestrians were applied and instantaneous microclimatic monitoring was promoted. Finally the data were cross-examined and the results were analyzed, determining the thermal behavior of the urban network and the possible relationships with the human thermal comfort for some activities developed in outside areas. The results pointed out to the differences between the urban and rural thermal behavior, which demonstrated the close relationship between urbanization and the formation of urban thermal environments, and consequently the thermal sensation experienced by pedestrians. In conclusion, the urban planning that takes into account the climatic aspects of a site can reduce unwanted thermal effects caused by urbanization and may highlight features of regional climate to promote human thermal comfort.

Keywords: Urban thermal comfort; environmental comfort, urban climate.

## **1. INTRODUÇÃO**

Ao se considerar o clima urbano na escala das edificações e dos elementos de seu entorno fala-se em microclima, que apresenta características diferentes em diversas regiões de uma mesma cidade, e resulta dos impactos causados pelo ambiente urbano no clima local. Chama-se “ilha de calor” o microclima criado por uma região urbanizada que passa a apresentar temperaturas noturnas mais elevadas que as da área rural.

Tais alterações climáticas exercem influência na sensação térmica do usuário tanto de ambientes externos como do interior das edificações. É neste ambiente, com inúmeras modificações climáticas sofridas ao longo de seu desenvolvimento, que acontece a maior parte das atividades humanas.

Estudando e conhecendo os fatores que influenciam os microclimas urbanos torna-se possível manipulá-los ao se planejar cidades ou bairros para que se tornem mais adequados aos habitantes da região em que serão implantados e ao uso a que se destinam, tornando-se mais confortáveis termicamente e favoráveis ao bem-estar dos usuários.

Diversos estudos recentes sobre a climatologia urbana têm demonstrado haver intrínseca relação entre a urbanização e o comportamento térmico urbano e, por conseguinte a sensação térmica do pedestre.

Pezzuto (2007) realizou um estudo de caso na região central da cidade de Campinas SP, onde foram feitas medições fixas e móveis da temperatura e umidade do ar e aplicados questionários aos pedestres. Por meio do cruzamento dos atributos climáticos com as características da malha urbana, verificou-se que o uso do solo interfere tanto na temperatura do ar como na sensação térmica do pedestre. Também em Campinas-SP, Borges e Labaki (2006), por meio de medições e entrevistas, estudaram três espaços externos, comparando o índice PMV e as sensações e preferências dos usuários dessas áreas. Concluem que há diversidade térmica em relação às três áreas analisadas, indicando a existência de microclimas diferenciados e de variações de efeito psicológico nas sensações térmicas.

Nesta mesma linha Katzschner et al (2002) avaliaram como o comportamento das pessoas em espaços abertos depende das condições de conforto térmico. A pesquisa foi aplicada em uma praça da cidade de Kassel, centro da Alemanha, e utilizou-se de medidas das condições climáticas, combinadas com entrevistas e observações do comportamento das pessoas, em espaços abertos. As condições de conforto térmico foram avaliadas através de PMV (Predicted Mean Vote). O resultado mostrou que o comportamento e a percepção das pessoas são fortemente afetados pelo conforto térmico, mas não somente pela correlação com o PMV. As pessoas, nos espaços abertos, procuram lugares com diferentes características térmicas, de acordo com suas necessidades (lazer, relaxar, esperar pelo transporte público, entre outros).

Givoni e Noguchi (2000) avaliaram a relação da sensação térmica e a sensação global de conforto em um parque na cidade de Yokohama, Japão. Foram coletados dados subjetivos e dados micro-climáticos de temperatura do ar, umidade, velocidade do ar, temperatura superficial do entorno e radiação solar. Foram aplicados questionários entre homens e mulheres, sob diferentes condições, durante alguns dias, em quatro estações do ano. A partir do levantamento dos dados, desenvolveu-se uma equação de predição da sensação de conforto do indivíduo em área externa.

Portanto, faz-se necessário conhecer a interação entre ambientes térmicos urbanos e o conforto térmico dos habitantes, buscando-se fornecer subsídio às propostas de planejamento urbano que proporcionem melhor qualidade climática às cidades e maior bem-estar aos moradores.

## **2. OBJETIVO**

Este trabalho se propõe a verificar o comportamento térmico de um bairro residencial na cidade de Bauru-SP, e estabelecer relações entre as tendências térmicas e o conforto térmico do pedestre que desenvolve atividades na área urbana estudada.

## **3. MATERIAIS E MÉTODOS**

O procedimento metodológico baseou-se em 3 etapas principais: 1) Delimitação e caracterização da área de estudo e eleição dos pontos de medição; 2) Coleta de dados: Medições fixas da temperatura do ar do bairro e simultânea aplicação de questionários aos pedestres e monitoramento microclimático; 3) Cruzamento de dados e análises dos resultados obtidos, buscando-se determinar o comportamento térmico da malha urbana e as possíveis relações com o conforto térmico humano para algumas atividades desenvolvidas em áreas externas.

### **3.1. Definição, caracterização da área de estudo e eleição de pontos de referência**

A área delimitada para estudo refere-se a um bairro residencial, Bairro Vila Cidade Universitária, na cidade de Bauru - SP com tendência ao adensamento. A região possui infraestrutura de grande porte, sendo

privilegiada por sua localização, adjacente a uma das principais entradas de Bauru, à margem da Avenida Nações Unidas, um dos mais importantes eixos da cidade e próxima às principais Universidades.

Os primeiros estudos (SOUZA, 2007; SOUZA, 2006; GIUNTA, 2007; POSTIGO, 2006; NAKATA, 2006, LEME, 2005 e PEDROTTI, 2005), revisões e observações realizadas no bairro permitiram a identificação de 10 pontos (Figura 1) para a aquisição de dados térmicos considerados importantes para a determinação do comportamento térmico da região. Os pontos foram distribuídos de maneira uniforme espacialmente e com características bem diferenciadas quanto à configuração e ocupação do solo. Como houve aplicação de questionários aos usuários, foram considerados os locais onde havia maior fluxo de pedestres.



Figura 1: Fotografia aérea com os pontos de medição selecionados. Fonte: Adaptado de Google Earth (2008)

### 3.3. Coleta de dados

#### 3.3.1. Medições Fixas de Temperatura do ar

No verão, entre os dias 20/12/2007 a 06/01/2008, realizou-se a coleta de dados climáticos com medidas fixas. A temperatura atmosférica foi registrada continuamente durante 18 dias consecutivos, obtendo-se valores médios horários, por meio de “data-loggers” da marca Hobo Pro para medição externa, distribuídos nos locais identificados na etapa anterior. Os equipamentos foram instalados à sombra, voltados para a face sul, evitando-se a incidência direta da radiação solar, a uma altura aproximada de 2,00 metros. Para protegê-los da radiação solar, foram acopladas capas protetoras, com uma das faces abertas para promover a ventilação. Também foram obtidas as médias horárias da temperatura do ar e da umidade relativa registradas pelo Instituto de Pesquisas Meteorológicas (IPMET) da UNESP-Bauru, durante o mesmo período da coleta realizada nos pontos urbanos.

#### 3.3.2. Aplicação de Questionários e Monitoramento Microclimático

Durante a realização das medições fixas da temperatura atmosférica, também foram coletados dados para a avaliação do conforto térmico do pedestre, que incluiu a aplicação de questionários para avaliação da percepção climática e o monitoramento dos dados climáticos daquele momento. Escolheu-se o período do dia em que há maior fluxo de pedestres no bairro (das 10h e às 18h).

Em cada ponto de medição foram aplicados questionários aos transeuntes abordando questões a respeito da percepção do usuário em relação ao conforto térmico naquele momento. O questionário foi elaborado com base em estudos de Lamberts e Xavier (2002), Ornstein (1992) e Pezzuto (2007). As recomendações da Norma Internacional – ISO 10551 (1995), que disponibiliza auxílio para avaliação da influência do ambiente térmico utilizando escalas de julgamento subjetivo, também foram consideradas.

O questionário apresentou questões relativas aos dados pessoais do entrevistado, tais como: faixa etária, gênero, residente ou não no bairro, vestimenta, uso de acessórios e atividade no momento da entrevista. A segunda parte abordou questões relativas à sensação de conforto térmico do entrevistado. A sensação térmica e as preferências do pedestre foram avaliadas em três questões, numa escala de sete pontos, elaborada com base na escala sétima da ASHRAE Standard 55 (1992) apud Lamberts e Xavier (2002). Abaixo (Tabela 1) apresentam-se as questões direcionadas ao conforto térmico e suas variáveis relacionadas para as análises.

Tabela 1: Questões do questionário sobre conforto térmico e variável relacionada.

Pergunta	Variável
Com relação à sua sensação térmica, como você está se sentindo nesse momento?	Sensação Térmica
Nesse momento como você prefere estar se sentido?	Preferência Térmica
De que maneira você se encontra nesse momento?	Grau de Satisfação

O monitoramento microclimático ocorreu à sombra e nos locais das entrevistas, durante a aplicação de cada um dos questionários. As variáveis físicas medidas incluíram a temperatura do ar, a temperatura de globo e a umidade relativa do ar. Os equipamentos utilizados nas medições foram: um termo-higrômetro de leitura direta, do fabricante Icoterm Indústria de Termômetro Ltda, para medição da umidade relativa do ar e um termo-anemômetro digital, modelo Mini Air2, do fabricante Schiltknecht Messtechnik AG, para medição da temperatura e velocidade do ar.

### 3.4. Cruzamento de dados e análises

Depois de armazenados e tratados, os dados coletados na área urbana foram comparados com os registrados pela estação meteorológica do IPMET, buscando-se a determinação do comportamento térmico da malha urbana estudada. Relacionaram-se os resultados obtidos pela aplicação de questionários aos dados do monitoramento microclimático, procurando a avaliação do conforto térmico do pedestre e sua relação com o clima do bairro estudado.

## 4. RESULTADOS E ANÁLISES

A coleta dos dados, o monitoramento das variáveis e a aplicação dos questionários aconteceram em condições de tempo com céu claro e ventos regionais fracos, podendo-se considerar os resultados como tendência de comportamento térmico da área. As temperaturas foram registradas no verão, entre os meses de dezembro e janeiro, durante dezoito dias consecutivos com intervalo de uma hora entre as medições, em cada um dos 10 pontos.

Depois da coleta foram analisados os dados registrados em todos os pontos de medição, com o objetivo de compreender o comportamento e verificar possíveis problemas de leitura durante o período de monitoramento. Analisando-se as médias horárias das temperaturas do ar, verificou-se que o ponto 09 apresentava problemas no equipamento, sendo por isso eliminado das análises.

### 4.1. Resultados e Análise dos dados climáticos

Com base nas temperaturas registradas para o período medido, foram calculadas as médias das temperaturas média, máxima e mínima atmosférica, bem como a amplitude térmica diária média, para cada um dos pontos. Esses resultados foram comparados com os obtidos para o mesmo período pela Estação Meteorológica do Instituto de Pesquisas Meteorológicas (IPMET) localizado na UNESP, em Bauru-SP (Tabela 2).

Tabela 2: Resumo das médias de Temperatura Atmosféricas (°C) e Amplitude Térmica (°C).

Ponto	Temperatura (°C)			Amplitude Térmica (°C)
	Média (°C)	Mínima (°C)	Máxima (°C)	
01	25,95	21,19	33,99	12,8
02	26,64	22,62	31,19	8,57
03	26,18	22,10	29,78	7,68
04	26,97	23,16	32,70	9,54
05	26,33	22,94	30,34	7,40
06	26,77	23,05	31,31	8,26
07	26,57	23,13	30,51	7,38
08	26,64	22,54	33,33	10,79
10	28,09	23,27	35,14	11,87
IPMET	22,69	18,86	27,88	9,02

Observam-se as maiores diferenças de temperaturas entre a estação meteorológica e a área urbana em relação às temperaturas máximas. A maior diferença foi entre o Ponto 10 (35,14 °C) e o IPMET (27,88 °C),

uma variação de 7,26°C. O Ponto 03 (29,78°C) apresentou a menor diferença, de 1,90°C, com relação à estação do IPMET. Mesmo entre os pontos urbanos existe uma notável diferença entre as temperaturas médias máximas variando de 1,15°C a 5,36°C.

Em se tratando das temperaturas médias mínimas, embora as variações sejam menores elas também podem ser notadas. Novamente o Ponto 10 (23,27 °C) é o que mais difere do IPMET (18,66 °C), variação de 4,41 °C, e o que menos se diferencia da estação é o Ponto 01 (21,19 °C). Entre os pontos urbanos a variação é menor, sendo 2,08 °C de diferença. A maior amplitude térmica acontece no Ponto 01, que apesar de ter a menor média de temperatura mínima, apresenta segunda maior média das temperaturas máximas (33,99 °C).

A Figura 2 apresenta as curvas das temperaturas do ar médias de cada ponto com a curva da temperatura do ar média do IPMET.

Nota-se que toda a área urbana, em todos os horários, apresenta temperaturas mais altas que a área rural, representada pela estação meteorológica do IPMET.

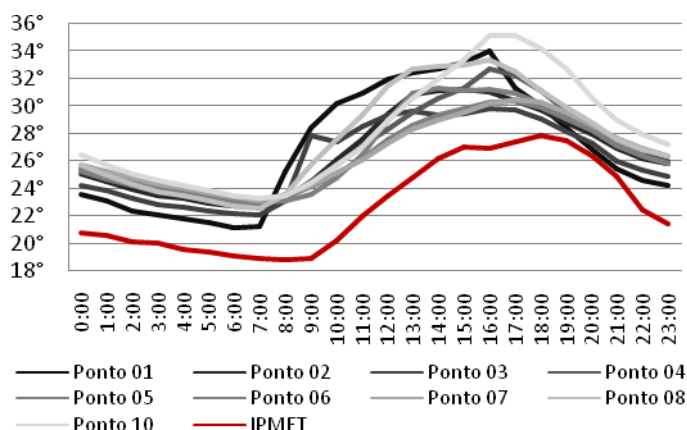


Figura 2 - Temperatura média do ar (°C) em função do horário.

Comparando-se as curvas das temperaturas médias diurnas (7h-19h) e noturnas (20h-6h) é perceptível a diferença no comportamento térmico de cada ponto nos dois períodos do dia (Figuras 3 e 4). À noite há perda de calor para o meio, assim a temperatura de todos os pontos diminui atingindo os menores do dia. No entanto, cada ponto se resfria numa proporção diferente devido à diferente configuração do entorno de cada local.

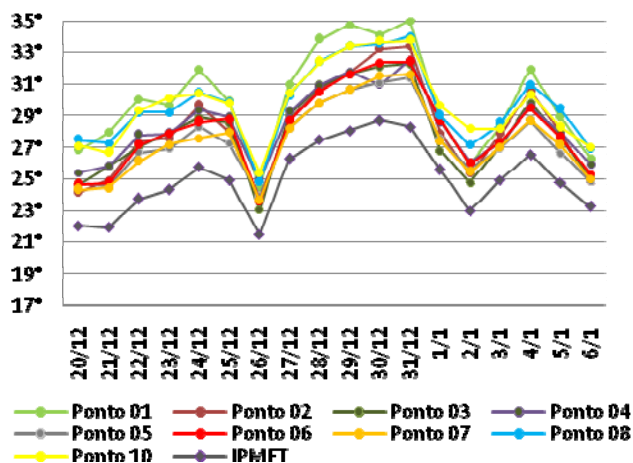


Figura 3 - Temperatura média do ar (°C) em função do horário - das 7h às 19h.

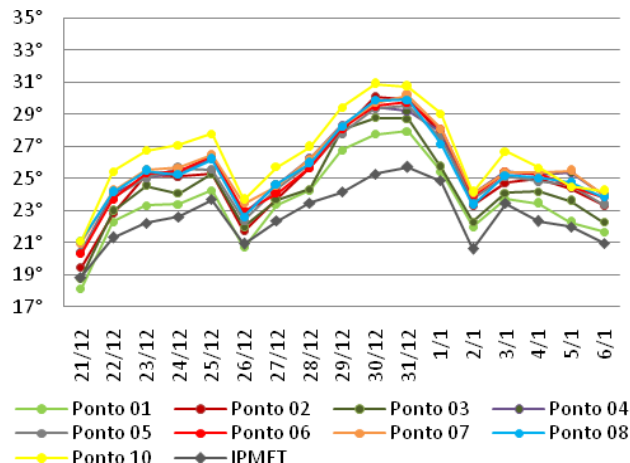


Figura 4 - Temperatura média do ar (°C) em função do horário - das 20h às 6h.

Comparando-se as curvas ,para o período medido, médias diárias, diurnas e noturnas, de cada ponto com o IPMET, observa-se que o maior afastamento do clima do bairro acontece no período diurno. O Ponto 10 tem a maior diferença diária e noturna em relação ao o IPMET, porém, é no Ponto 01 que ocorre a maior variação de temperatura diurna e nele também foram registradas as menores diferenciações noturnas.

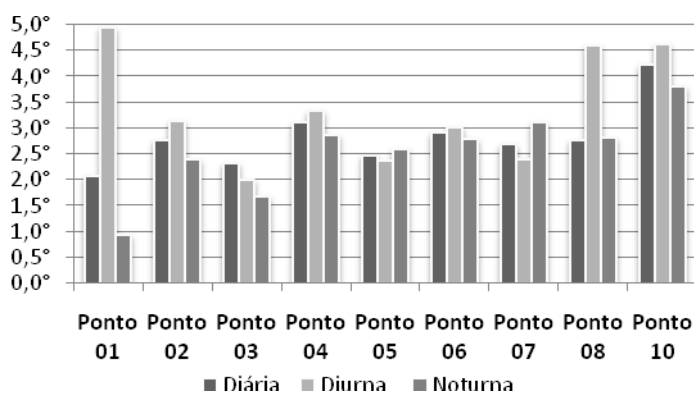


Figura 5 - Diferença entre Temperatura (°C) média diária, diurna e noturna dos pontos urbanos e do IPMET.

Na Figura 5 estão apresentadas as diferenças entre as temperaturas médias diárias, diurnas e noturnas dos pontos urbanos e do IPMET.

Observa-se que todos os pontos urbanos apresentam temperaturas noturnas superiores às da área rural (IPMET), porém com valores distintos. Isso reforça a hipótese de ocorrência de ilhas de calor durante a noite em toda área urbana, ressaltando, no entanto, que elas se desenvolvem com intensidades variadas de acordo com a localização.

Com o intuito de classificar a intensidade das diferenças térmicas na área de estudo, com base nos estudos de Pezzuto (2007), foram analisadas as diferenças de temperaturas do ar entre cada um dos 10 pontos e o IPMET. Utilizou-se uma escala de intensidade de ilhas de calor, com as seguintes categorias: Fraca = diferença térmica entre 0 e 2°C; Moderada = diferença térmica entre 2 e 4°C; Forte = diferença térmica entre 4 e 6°C; Muito Forte = diferença térmica acima de 6°C. Abaixo, a Tabela 3 mostra a média das diferenças térmicas após o pôr-do-sol e a respectiva intensidade das ilhas de calor desenvolvidas em cada um dos pontos.

Tabela 3: Diferença média entre as temperaturas noturnas do ar (°C) dos 10 Pontos e do IPMET e intensidade das ilhas de calor.

Diferença Térmica em relação ao IPMET (°C)									
	Ponto 01	Ponto 02	Ponto 03	Ponto 04	Ponto 05	Ponto 06	Ponto 07	Ponto 08	Ponto 10
<b>Média</b>	2,00	3,47	2,76	3,96	3,70	3,88	4,20	3,91	4,89
<b>Intensidade</b>	Fraca	Moderada	Moderada	Moderada	Moderada	Moderada	Forte	Moderada	Forte

O Ponto 10 apresenta-se como o mais aquecido, seguido do Ponto 07. O Ponto 01 é o único em que a diferença média noturna é classificada como de fraca intensidade, os demais pontos apresentam intensidade moderada.

## 4.2 Avaliação do Conforto Térmico

Houve grande dificuldade em se encontrar pedestres dispostos a responder aos questionários, por isso, durante os dois dias de coleta de dados foram entrevistados apenas 30 pedestres, 15 em cada um dos dias.

Na Tabela 4 são apresentadas as médias da temperatura do ar e da umidade relativa do ar calculadas a partir dos dados microclimáticos coletados durante aplicação dos questionários em cada ponto de medição. O ponto 09 que foi excluído das análises do comportamento térmico da malha urbana, aqui foi utilizado por não apresentar nenhum desvio nos dados coletados manualmente durante as entrevistas.

Tabela 4: Temperatura (°C) média do ar e média da Umidade Relativa do ar obtidas a partir dos dados microclimáticos coletados durante a aplicação dos questionários.

Ponto	Data	Horário	Temp. Média do Ar(°C)	Umidade Relativa Média (°C)
01	21/12	11:30 às 12:30	32,6	59,0%
02	21/12	16:30 às 17:30	30,9	47,0%
03	21/12	10:00 às 11:00	27,63	71,7%
04	21/12	10:30 às 11:30	25,3	80,3%
05	22/12	14:00 às 15:00	34,97	43,7%
06	22/12	12:00 às 13:00	31,53	55,3%
07	22/12	11:00 às 12:00	29,73	65,7%
08	21/12	16:30 às 17:30	31,23	42,3%
09	22/12	12:30 às 13:30	33,03	43,7%
10	22/12	14:00 às 15:00	35,17	42,0%

Houve grande variação da temperatura média e da umidade relativa do ar nos 10 pontos.

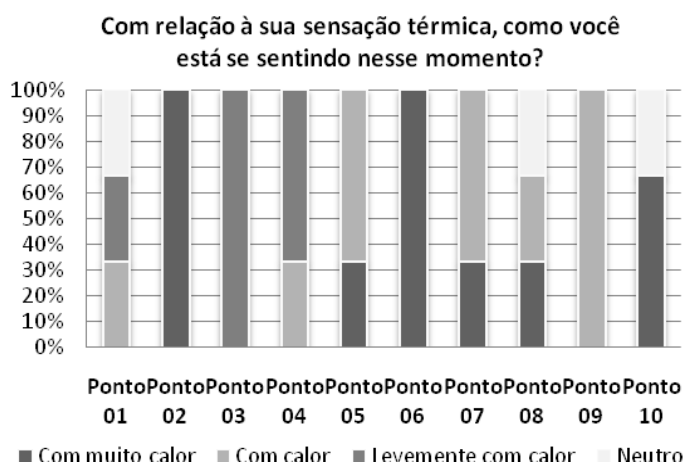


Figura 6 - Comparativo das respostas sobre a sensação térmica.

Nota-se que a variável sensação térmica apresentou grande variação entre os 10 pontos de coleta. Destacando-se os pontos 02 e 06 como os menos confortáveis, onde 100% dos entrevistados responderam estar com muito calor, seguidos do ponto 09, com 100% das respostas indicando desconforto (com calor). Nos pontos 05, 07, 08 e 10, um total de 77% das respostas indicou desconforto do pedestre. O ponto 03 apresentou **menor grau de desconforto**, seguido pelos pontos 01 e 04, com 77% dos entrevistados alegando sentirem-se em conforto. Portanto, na maioria dos pontos os pedestres se sentiram desconfortáveis.

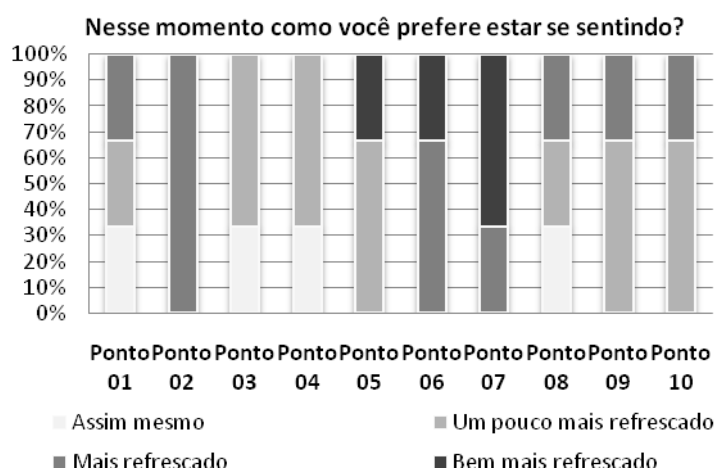


Figura 7 - Comparativo das respostas sobre a preferência térmica.

Observa-se que a variável preferência térmica sofreu grande variação entre os pontos de coleta, considerando as escalas para confortável e desconfortável, no entanto essa diferença foi menos acentuada que para a variável sensação térmica. Os pontos 03 e 04 apresentaram-se mais confortáveis (100%) em relação à preferência térmica, seguidos dos pontos 01, 05, 08, 09 e 10 com 77% das respostas apontando para a escala confortável. Por outro lado, os pontos 02, 06 e 07 mostraram-se 100% desconfortáveis para os pedestres. Nota-se que a maior parte dos pontos foi considerada confortável.

A Figura 6 mostra a distribuição da frequência da variável sensação térmica. As respostas são apresentadas em porcentagem e são suprimidas as opções que não foram escolhidas (Levemente com frio; Com frio; Com muito frio). Para o cálculo das respostas dos pedestres para a sensação térmica foi utilizado o seguinte critério: **Confortável** = levemente com calor + neutro + levemente com frio; **Desconfortável** = com calor + com muito calor + com frio + com muito.

As respostas à segunda pergunta são apresentadas na Figura 7, que mostra a frequência da variável preferência térmica. As respostas são apresentadas em porcentagem e são suprimidas as opções que não foram escolhidas nenhuma vez, neste caso: Um pouco mais aquecido; Mais aquecido; Bem mais aquecido. Para a distribuição da frequência das respostas para preferência térmica foi feito o seguinte cálculo: **Confortável** = assim mesmo + um pouco mais refrescado + um pouco mais aquecido; **Desconfortável** = mais refrescado + bem mais refrescado + mais aquecido + bem mais aquecido.



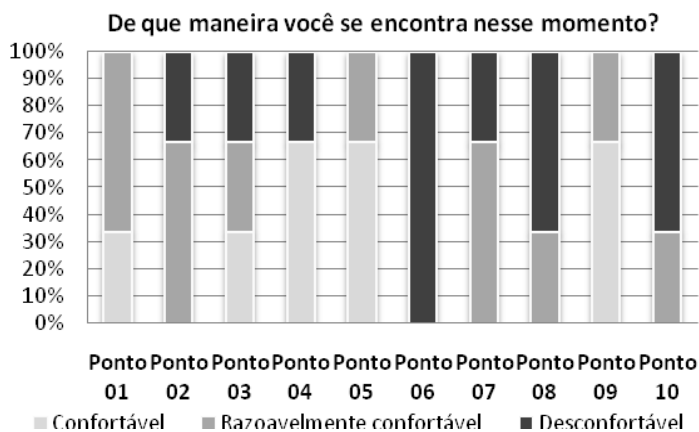


Figura 8 - Comparativo das respostas sobre o grau de satisfação dos pedestres.

Para o cálculo das respostas dos entrevistados sobre o grau de satisfação foi utilizado o seguinte critério: **Desconfortável** = desconfortável; **Confortável** = confortável + razoavelmente confortável. Na Figura 8 observa-se a distribuição desta variável. Os resultados são apresentados em porcentagem.

Ao avaliar o próprio grau de satisfação, o pedestre declarou-se confortável em 100% das respostas nos pontos 01, 05 e 09. Em seguida, nos pontos 02, 03, 04 e 07, 77% das pessoas alegaram estar confortáveis. Por outro lado, no ponto 06 os pedestres demonstraram o menor grau de satisfação (100% desconfortável), enquanto nos pontos 08 e 10, 77% não estavam satisfeitos, sentindo-se desconfortáveis. Assim como na variável preferência térmica, na maioria dos pontos o usuário estava em desconforto.

Percebe-se que há variação entre as respostas às três variáveis, sendo que nem sempre um ponto recebe a mesma classificação em todas as variáveis. Os únicos pontos que obtiveram a mesma classificação em todas as variáveis foram o ponto 03 (confortável), o ponto 04 (confortável) e o ponto 06 (desconfortável).

#### 4.3 Cruzamento dos dados climáticos com as variáveis: sensação térmica, preferência térmica e grau de satisfação.

Apesar de serem limitados os resultados aos poucos dias de medições e situações climáticas, eles já apresentam indicações significativas das condições de desconforto vivenciadas pelo usuário do ambiente externo urbano.

No ponto 04 foi registrada a menor média de temperatura (25,30°C) e a maior porcentagem de umidade relativa do ar (80,3%). Nele todas as variáveis receberam a classificação confortável por parte dos pedestres. Em seguida encontra-se o ponto 03, com a segunda menor temperatura média (27,63 °C) e umidade relativa do ar (71,7%). A classificação das três variáveis estudadas também foi confortável. Houve, nos dois pontos, coerência nos resultados da correlação entre os dados microclimáticos e as variáveis de resposta.

O ponto 07 apresentou os valores de temperatura média e umidade relativa do ar logo em seguida aos pontos 03 e 04, no entanto os pedestres somente o classificaram como confortável em relação ao grau de satisfação, alegando desconforto quando se tratava da sensação térmica e da preferência térmica. O ponto 10 atingiu a maior temperatura média do ar (35,17°C) e a menor umidade relativa do ar (42%). Em relação às variáveis de resposta, os usuários classificaram como desconfortável a variável sensação térmica e grau de satisfação.

No ponto 06 a temperatura média registrada foi de 31,53 °C e a umidade relativa do ar 55,3%, ambos ficaram próximos ao valor médio calculado entre todos os pontos para esses dados. Para todas as variáveis de resposta a classificação dos pedestres foi de desconforto, isso pode ser um reflexo do próprio horário da entrevista que ocorreu entre 12h e 13h, quando a maioria das pessoas acredita ser a hora mais quente do dia.

Os pontos 05 e 09 têm a mesma umidade relativa do ar (43,7%), uma das mais baixas dentre os demais pontos. A temperatura média do ponto 05 é de 34,97°C e a do ponto 09 é 33,03°C, sendo das mais altas temperaturas médias registradas. Ainda assim duas das variáveis foram avaliadas pelos pedestres como confortáveis. Aqui é levantada a questão de influência das características do entorno sobre a percepção dos usuários, podendo ser ainda mais evidenciada em pesquisas futuras, desde que seja obtida uma amostra maior de entrevistados.

#### 4.4 Cruzamento entre o comportamento térmico da malha urbana e a avaliação do conforto térmico.

Durante a aplicação dos questionários, o ponto 10 apresentou a maior temperatura média (35,17 °C) dentre os demais. Nas medições de temperatura nos pontos fixos também foi no ponto 10 onde se obteve a



maiores médias para temperatura mínima (23,27°C), média (28,09°C) e máxima (35,14°C). A diferença térmica média diária (4,22°C) em relação ao IPMET também foi a maior registrada durante as medições fixas. A ilha de calor noturna foi classificada como forte, apresentando o maior valor médio (4,89°C). Como já exposto anteriormente, os pedestres se declararam em desconforto em relação às variáveis de sensação térmica e grau de satisfação. Nota-se, portanto, que no ponto 10 houve coerência entre o comportamento térmico da malha urbana e a avaliação do conforto térmico.

O ponto 03 apresentou a segunda menor temperatura média atmosférica obtida pelo monitoramento dos dados microclimáticos. Em relação ao comportamento térmico da área estudada, nesse ponto foi encontrado o menor valor médio para temperatura diurna, também foram registradas as segundas menores médias de temperatura noturna e diária. A ilha de calor noturna foi classificada como moderada e a diferença térmica em relação ao IPMET foi a menor durante o dia. Condizente com tais resultados foi a avaliação dos pedestres expressa por meio das respostas às variáveis sensação térmica, preferência térmica e grau de satisfação, que foram classificadas por estes como confortáveis. Desta forma, pode-se concluir que os dados microclimáticos conferem com as respostas dos pedestres, e ambos são coerentes com o comportamento térmico da área urbana estudada.

#### **4.5 Discussão dos Resultados**

Confrontando os dados climáticos coletados nos 10 pontos urbanos com os registros do IPMET, ficou clara a diferença entre o ambiente térmico do bairro de estudo e o rural. Durante o dia são alcançadas as temperaturas máximas havendo maior diferença entre as temperaturas urbana e rural, durante a noite essa diferença diminui. Ocorrem ilhas térmicas em todos os pontos urbanos, no entanto a intensidade de tais ilhas varia de acordo com a localização. Desta forma, nota-se que o comportamento térmico de determinado local deve-se a um conjunto variáveis interagindo entre si, gerando os diversos ambientes térmicos de uma cidade.

A análise do conforto térmico na área estudada demonstrou que altas temperaturas acompanhadas de baixa umidade relativa do ar, para os casos estudados, provocam a sensação de desconforto no pedestre. Este, por sua vez, expressa claramente sua insatisfação com o ambiente térmico por meio das respostas ao questionário aplicado. Sabe-se que a sensação de conforto térmico é condicionada pela relação entre a temperatura do ar, a umidade relativa e a velocidade do ar, existindo, portanto, uma zona de conforto ideal que varia conforme o clima. Nos casos estudados a menor umidade significou sensação de desconforto térmico, porém normalmente o aumento de umidade dificulta as trocas por convecção e conseqüentemente significa, usualmente, desconforto para o usuário.

O cruzamento do comportamento térmico da malha urbana, com os resultados obtidos com as análises do conforto térmico, demonstrou haver estreita ligação entre, a sensação térmica do pedestre e o desempenho térmico de cada ponto urbano. Os pontos que apresentaram as menores temperaturas nas medições fixas também foram os mais frescos no monitoramento microclimático e conseqüentemente foram aqueles em que os usuários se sentiram mais confortáveis. Em se tratando dos pontos com temperaturas mais altas verificou-se o inverso.

### **5. CONCLUSÕES**

Os resultados deste estudo demonstraram haver relação entre o comportamento térmico de uma área urbana e a sensação térmica experimentada pelo pedestre.

A análise das temperaturas atmosféricas registradas nos dez pontos urbanos demonstrou que as maiores diferenças ocorreram entre as temperaturas máximas. Os valores médios da temperatura máximos do ar sofreram uma variação de 5,36°C entre os pontos urbanos. A variação da amplitude térmica média também foi significativa. Constatou-se que as temperaturas atmosféricas dos pontos urbanos foram, em todos os períodos do dia, superiores às temperaturas da área rural (IPMET), evidenciando a influência da urbanização no clima local.

No período noturno essas diferenças caracterizaram o desenvolvimento do fenômeno da ilha de calor, que ocorreu em toda a área estudada. Elas foram classificadas de acordo com sua intensidade, que variou bastante de acordo com o ponto de medição. Sendo que o local onde houve maior intensidade, apresentou as maiores temperaturas do ar e a maior amplitude térmica.

Percebe-se que são expressivas as alterações climáticas decorrentes da urbanização, e que o comportamento térmico da malha urbana sofre influência direta do conjunto complexo da estrutura urbana, sendo o produto de tais mudanças o desenvolvimento do clima urbano.

Por meio deste estudo também se evidenciaram os efeitos negativos experimentados pelo pedestre durante a realização de atividades sob altas temperaturas em áreas externas. Portanto, o planejamento urbano

que leve em consideração os aspectos climáticos de um local pode reduzir os efeitos térmicos indesejáveis causados pela urbanização e realçar características do clima regional que promovam o conforto térmico humano, melhorando, desta forma, a relação entre o homem e o ambiente em que vive.

## **6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- BORGES, M.; LABAKI, L. Conforto térmico em espaços externos: preferência dos usuários e índices de conforto. In: COTEDI 2005. Memórias... México: UAM, 2006
- GIUNTA, M. B. Em busca da relação entre o desenho de quadras urbanas e o nível sonoro de áreas residenciais. Relatório final de pesquisa. Fapesp.2007.
- GIVONI, B.; NOGUCHI, M. Issues in outdoor comfort research. In: PLEA, Anais...Cambridge, 2000, p. 562-564.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, ISO DIS 10551: 1995, Assesment of the influence of the thermal environment using subjective judgement scales.
- KATZSCHNER, L.; BOSCH, U.; RÖTTGEN, M. Behaviour of people in open spaces independency of termal comfort conditions. In: PLEA Anais...France, 2002, pp. 411-415.
- LAMBERTS, R; XAVIER, A. A. P. Apostila didática: Conforto Térmico e Stress Térmico. Florianópolis, 2002. Disponível em <http://www.labeee.ufsc.br/arquivos/publicacoes/Apconf.pdf>.
- LEME, F. T. Fase B – Expansão da coleta de dados de consumo de energia e armazenamento. Projeto CEU. Relatório final de pesquisa, PIBIC-CNPq-UNESP 2005
- NAKATA, C M. Projeto CEU – Consumo de energia urbana: Fase de expansão e armazenamento de dados sobre vegetação. Relatório Final, PIBIC-CNPq-UNESP, 2005/2006.
- ORNSTEIN, S. Avaliação pós-ocupação (APO) do ambiente construído. Editora da Universidade de São Paulo-Studio Nobel, São Paulo, 1992.
- SOUZA, L. C. Consumo de Energia Urbano - Projeto CEU (Verificação da influência da geometria urbana no consumo de energia elétrica em edificações por modelagem de redes neurais artificiais). Relatório CNPq. Bauru, 2007.
- \_\_\_\_\_. Verificação da adequação do fator de visão do céu como indicador da qualidade térmica e acústica urbana. Relatório FAPESP. Bauru, 2006.
- PEDROTTI, F. S. Fase B – Expansão da coleta de dados de consumo de energia e armazenamento. Projeto CEU. Relatório final de pesquisa, PIBIC-CNPq-UNESP 2005.
- PEZZUTO, C.C. Avaliação do ambiente térmico nos espaços abertos. Estudos de caso em Campinas, SP. (Tese de Doutorado na FECA – UNICAMP) UNICAMP, 2007.
- POSTIGO, C. P. Projeto CEU – Consumo de energia urbana: Fase de expansão e armazenamento de dados sobre insolação. Relatório Final, PIBIC-CNPq-UNESP, 2006

## **7. AGRADECIMENTOS**

As autoras agradecem à FAPESP, ao CNPq e a FUNDUNESP pelos diversos auxílios concedidos durante a realização dessa pesquisa.