



XIENCAC
ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO
NO AMBIENTE CONSTRUIDO

VII ELACAC
ENCONTRO LATINO AMERICANO DE CONFORTO
NO AMBIENTE CONSTRUIDO

Búzios - RJ - 2011

LIMITES DE CONFORTO TÉRMICO EM UM ESPAÇO PÚBLICO DE PERMANÊNCIA ARBORIZADO

Maria Solange G. de C. Fontes (1); Giovana Brussantin (2)

- (1) Professora do Departamento de Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo, sgfontes@faac.unesp.br
Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, Núcleo de Conforto Ambiental, Av. Edmundo Carrijo Coube 1-14, Vargem limpa, Bauru,-SP, CEP 17033-360, Tel (14) 3103 605
- (2) Arquiteta, graduada no Curso de Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo da Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação da UNESP, giovananicoletibrusantin@hotmail.com

RESUMO

As características microclimáticas de espaços públicos abertos são influenciadas pela geometria dos edifícios, características térmicas das superfícies do entorno, presença de vegetação, condições do tempo, entre outros, e contribuem positiva ou negativamente para o conforto térmico de pedestres. Soma-se ao aspecto microclimático outros atributos qualitativos do espaço, que favorecem para que os limites de conforto de pedestres sejam amplos e variados em diferentes contextos climáticos e culturais. Neste enfoque, este artigo apresenta um estudo de caso em um espaço público arborizado, na cidade de Bauru-SP, que analisa os limites do conforto térmico real, através de questionários, e calculado, utilizando o índice preditivo PET - Temperatura Fisiológica Equivalente, através do software RayMan 1.2. A análise dos resultados é feita de forma diária e sazonal e comprova a influência da adaptação térmica de usuários, em diferentes situações microclimáticas. Os resultados evidenciam diferenças significativas entre o conforto real e calculado e limites amplos para a neutralidade térmica. A pesquisa revela, ainda, a importância da ampliação da escala de valores para a definição da Sensação Térmica Real (ASV), em futuros estudos, objetivando um melhor ajuste nos limites de conforto/desconforto e calibração do índice PET.

Palavras-chave: conforto térmico, espaços públicos abertos, índice PET.

ABSTRACT

Microclimatic characteristics of open urban spaces are influenced by the geometry of buildings, the thermal characteristics of the surrounding surfaces, the presence of vegetation and the weather conditions, among others, and they contribute positively or negatively to the thermal comfort of pedestrians. Add to the microclimatic aspect other qualitative attributes of space, which can contribute to wide and varied limits of pedestrians' comfort, in different climatic and cultural contexts. In this approach, this paper presents a case study in a public green area, in the city of Bauru-SP, which analyzes the limits of the real thermal comfort, through questionnaires, and calculated, using the predictive index, PET - Physiologically Equivalent Temperature, by RayMan 1.2 software. The analysis of the results is done daily and seasonal and it confirms the influence of thermal adaptation of the users in different microclimatic conditions. The results show significant differences between the calculated and the real comfort, and the wide limits for thermal neutrality. The research also reveals the importance of expanding the range of values for the definition of the Actual Thermal Sensation (ASV) in future studies aimed at a better adjustment within the limits of comfort/discomfort and calibration of the PET index.

Keywords: Thermal comfort, open urban spaces, PET index

1. INTRODUÇÃO

Aspectos qualitativos dos espaços públicos urbanos têm um papel significativo na qualidade de vida das cidades. De acordo com Gehl (2001), em espaços públicos de baixa qualidade as atividades são reduzidas, em contrapartida, a alta qualidade espacial atrai usuários e favorece uma maior variedade de atividades. Por isso, o conhecimento de aspectos ambientais de espaços bem sucedidos é importante no entendimento das relações entre o uso e a qualidade dos espaços.

A busca pela qualidade desses espaços tem contribuído para o crescente número de pesquisas objetivando a definição de requisitos ambientais úteis para o projeto urbano (NIKOLOPOULOU, 2004; KATZSCHNER & THORSSON, 2009, entre outros). Entre esses estudos destacam-se aqui os relacionados à influência das variáveis ambientais no conforto térmico dos usuários, seja em praças, parques, ruas de pedestres, entre outros. Nesses locais, o estado de conforto térmico é fortemente influenciado pela satisfação dos usuários. Por isso, a definição dos limites de conforto em espaços abertos é muito complexa e envolve o entendimento da interrelação entre numerosos e diferentes parâmetros.

De acordo com Nikolopoulou & Steemers (2003), uma aproximação quantitativa baseada apenas em parâmetros físicos, que são utilizados em modelos preditivos, não é suficiente para descrever as condições de conforto em espaços abertos. Por isso, esses autores chamam a atenção para a necessidade do entendimento da influência das oportunidades adaptativas (físicas, fisiológicas e psicológicas) na sensação de conforto térmico dos usuários. Entre elas, a adaptação psicológica é de extrema importância, pois os fatores comportamentais e psicológicos afetam a satisfação dos usuários.

Esses fatores contextuais, que incluem experiência térmica, percepção de controle térmico, cultura e a duração de exposição, são coletivamente conhecidos como “adaptação térmica” e a variação do conforto térmico com as estações do ano é um exemplo significativo desse tipo de adaptação (LIN; DEAR & HWANG, 2011). Como a definição dos índices térmicos tem sido estabelecida em grande maioria em países de clima temperado, estudos sobre sua aplicabilidade em diferentes contextos climáticos e culturais em que foram criados é necessária.

Assim, observa-se uma variedade de estudos de caso, em diferentes países, objetivando a calibração desses modelos para a realidade local. No Brasil, a pesquisa desenvolvida por Monteiro & Alucci (2007) se insere neste contexto ao calibrar vários modelos preditivos de conforto e/ou estresse térmico, para a análise da adequação térmica de espaços abertos na cidade de São Paulo. Esse estudo tem servido de parâmetro de comparação com outros desenvolvidos no Estado de São Paulo, como as pesquisas de Dacanal et al. (2010) e Fontes et al. (2010), especificamente em relação a comparação entre os limites do índice PET - Temperatura Fisiológica Equivalente, desenvolvido por Mayer & Höpfe (1987), a partir o modelo MEMI (Munich Energy-balance Model for Individuals).

Dacanal et al. (2010) investigam o papel dos fragmentos florestais urbanos no conforto térmico na cidade de Campinas e Fontes et al. (2010) também avaliam as condições de conforto térmico em áreas verdes, dentro de um projeto mais amplo sobre o conforto térmico em espaços públicos de permanência (praças e parques) e de passagem (ruas de pedestres), nas seguintes cidades do interior paulista: Campinas, Bauru e Presidente Prudente. Ambas as pesquisas ressaltam o papel significativo da qualidade dos espaços abertos para uma boa avaliação dos usuários e conseqüentemente para o conforto térmico dos usuários.

Este artigo apresenta um estudo sobre o conforto térmico de usuários na Praça “José Guedes de Azevedo”, conhecida como “Bosque da Comunidade”, na cidade de Bauru, desenvolvido dentro da pesquisa mais ampla, citada em Fontes et al. (2010). Trata-se de uma área verde destinada ao lazer ativo e contemplativo, muito utilizada pela população do entorno e de várias partes da cidade

2. OBJETIVO

O objetivo deste artigo é apresentar uma análise dos limites de conforto térmico de usuários (real e calculado através do índice PET) em uma praça arborizada na cidade de Bauru-SP, a partir de monitoramento de dados microclimáticos, simultaneamente à aplicação de questionários, junto aos usuários, em diferentes condições de tempo.

3. MÉTODO

Para o cumprimento do objetivo, o estudo foi dividido nas seguintes etapas principais:

1. Caracterização da área de estudo;
2. Monitoramento das condições microclimáticas utilizando uma estação meteorológica móvel;
3. Aplicação de questionários estruturados, simultaneamente ao monitoramento de dados, para identificação do perfil dos usuários, sensação e satisfação térmica;

4. Cálculo dos limites de conforto térmico real, através de uma escala de valores de 5 pontos, e do conforto calculado através do índice PET (temperatura fisiológica Equivalente), através do software Rayman (MATZARAKIS et al., 2007).

3.1. Caracterização da área de estudo

A Praça José Guedes de Azevedo (Fig. 1) está inserida na região denominada Altos da Cidade, em Bauru-SP (22° 15' e 22° 24' de latitude Sul, 48° 57' e 49° 08' de longitude Oeste e altitude entre 500 e 639 m), e é conhecida localmente como “Bosque da Comunidade”; possui uma área de 14.626,5 m² e seu entorno é constituído na maioria por edifícios residenciais e de prestação de serviços de até 2 andares, e um prédio de apartamentos de 16 andares.

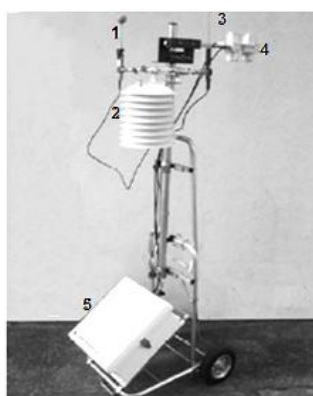
O bosque contém várias espécies arbóreas adultas, que contribuem para o intenso sombreamento de grande parte da área total, das calçadas e ruas adjacentes. Os microclimas locais e sua influência na redução de temperatura no entorno imediato foram estudados por Fontes & Delbin (2002), que ressaltaram a grande qualidade microclimática local. Esse aspecto qualitativo, aliado a presença de equipamentos (*playground* e de ginásticas), caminhos para percursos e caminhadas exercem forte atração do público, tornando o local um ambiente de convívio, com grande valor recreativo e ambiental. Diariamente, no início da manhã e no final da tarde é observada uma maior utilização do bosque para a prática de caminhadas e outros exercícios físicos. O *playground* é uma área muito utilizada, inclusive por crianças de escolas públicas, de vários bairros da cidade. Tais características atribuem ao bosque grande importância sócio ambiental.



Figura 1 – fotografias do interior do bosque evidenciando sua arborização e seus diferentes usos

3.2. Monitoramento dados microclimáticos

O monitoramento de dados microclimáticos (temperatura ar e de globo, umidade relativa do ar, velocidade do ar e radiação solar global) foi conduzido em diferentes condições de tempo (frio e seco, quente e úmido e quente e seco, durante 23, 24 e 30 de setembro/2008 e 8, 9 e 10 de janeiro de 2009), utilizando uma estação meteorológica móvel (fig.2) desenvolvida por técnicos do Laboratório de Física e Conforto Ambiental da UNICAMP. O monitoramento foi realizado em 3 pontos do bosque (fig.3), conforme ilustrado na figura 4.



1. Sonda de temperatura ambiente para termômetro de globo (Testo/0613 1712)
2. Datalogger para registros de temperatura e umidade (Testo 177-H1)
3. Anemômetro Omni directional (Testo/ 0635 1549)
4. Net Radiômetro, com piranômetro e pirgeômetro (Kipp & Zonen)
5. Aquisitor de dados Campbell Scientific (CR1000)

Figura 2 – Estação meteorológica móvel



Figura 3 – Vista aérea da área de estudo
(Fonte: Google Earth, acessado em março de 2008)

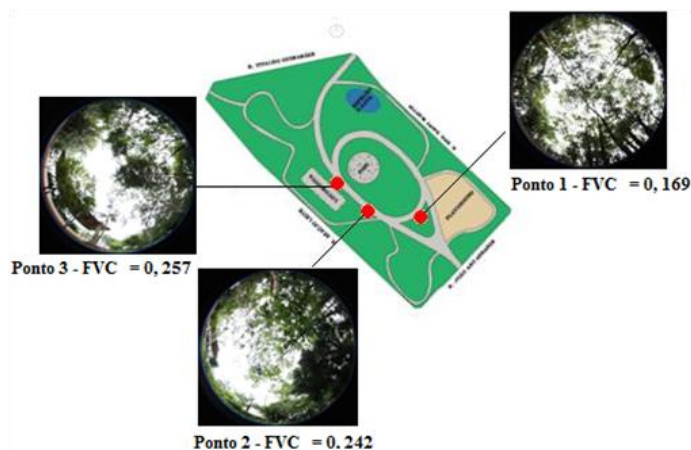


Figura 4 - Planta baixa com os pontos de medição e seus Fatores de Visão do Céu (FVC)

3.3. Aplicação de questionários estruturados

Simultaneamente a aquisição de dados microclimáticos foram aplicados questionários em uma amostra de 120 usuários (60 em cada período), definida em função da quantidade de uso semanal. Os usuários foram escolhidos aleatoriamente, objetivando identificar seu perfil (idade e altura, atividade desenvolvida, nível de isolamento da roupa), Votos de Sensação Real (ASV), preferência e satisfação térmica, motivos e frequência de uso do espaço, além de questões que afetam os usos. O questionário aplicado foi o mesmo adotado pela pesquisa mais ampla, baseado no projeto RUROS - Rediscovering the Urban Realm and Open Spaces. A tabela 1 mostra parte das questões relacionadas à identificação da sensação, percepção (preferência térmica) e satisfação dos usuários (resposta entre sim ou não para a questão: você se sente confortável?).

Tabela 1– Questões para identificação da sensação, preferência e satisfação térmica dos usuários

No momento, o que você acha do microclima local (sensação térmica):				
Muito frio	frio	Nem frio nem quente	quente	Muito quente
O que você acha do Sol nesse momento? (apenas perguntar se estiver ao Sol)				
Preferia mais Sol	Ok	Muito sol		
Como você gostaria que estivesse o microclima local (percepção térmica):				
mais frio	frio	nem frio nem quente	quente	mais quente
O que você acha do vento nesse momento?				
estável	pouco vento	OK	ventilado	muito vento
O que você acha da umidade do ar nesse momento?				
úmido	ok	seco		
Você se sente confortável?				
sim	não			

3.4. Cálculo dos limites de conforto térmico

Os dados coletados em campo permitiram identificar os Votos de Sensação Real (ASV), através da escala de sensação térmica e o conforto térmico calculado, através do índice PET utilizando o software "Rayman" (versão 1.2) desenvolvido pelo *Meteorological Institute of Freiburg* (MATZARAKIS et al. 2007). A escala de cinco pontos para o ASV, que varia de -2 a 2 (muito frio, frio, nem frio nem quente, quente e muito quente), foi adotada da metodologia de Nikolopoulos & Steemers (2003). Em cada ponto de medição foi tirada uma fotografia hemisférica (lente olho de peixe), que permitiu uma visualização e o cálculo do Fator de Visão do Céu (FVC), através do software Raymam.

4. ANÁLISE DE RESULTADOS

Os resultados são apresentados inicialmente em duas etapas, que correspondem aos períodos de desenvolvimento de trabalho de campo, setembro de 2008 e janeiro de 2009. Em cada etapa, foram analisados os levantamentos de 3 dias de trabalho de campo, buscando ressaltar as diversas sensações térmicas (real e calculada) dos usuários, em função das variações diárias das condições microclimáticas locais. A análise conjunta dos resultados prescreve os limites de conforto térmico encontrados no importante

espaço público estudado. A figura 5 mostra o perfil dos usuários durante as observações de campo e os principais motivos de utilização dos espaços. De uma maneira geral o local é bastante utilizado, e apontado como agradável pela maioria dos entrevistados, apesar da existência de aspectos que necessitam ser melhorados.

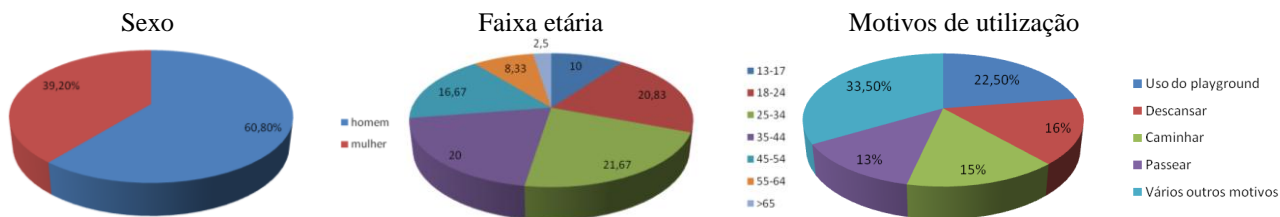


Figura 5 – Perfil dos usuários e motivos de utilização do Bosque da Comunidade

4.1. Conforto térmico nos dias 23, 24 e 30 de setembro de 2008

Durante o trabalho de campo realizado nos dias 23,24 e 30 de setembro de 2008, as condições do tempo apresentaram manhãs frias e úmidas e tardes quentes e secas. De acordo com dados da Estação Meteorológica IPMet (Instituto de Pesquisas Meteorológicas da UNESP) foram observados os seguintes valores médios durante os períodos de monitoramento de dados (manhã e tarde): temperatura do ar entre 17,3 a 24,2 °C; a umidade relativa do ar variando de 51,8 a 67,8%; velocidade do ar entre 3,2 e 2,1 m/s e radiação solar entre 239,8 a 307,5 W/m². Nesse período, a taxa metabólica dos usuários variou de 58 a 110 W/m² e o nível de isolamento da roupa de 0,5 a 0,7 Clo.

As tabelas 3,4 e 5 apresentam uma síntese diária para as variáveis climáticas encontradas no IPMet e no interior do bosque, além dos limites de conforto térmico real, encontrados através de questionários, e o conforto calculado, através do índice PET para cada voto de sensação real. Nesse período, apesar da predominância de usuários confortáveis (60 % do total da amostra), verificou-se uma porcentagem significativa de usuários desconfortáveis por frio (28,33%). As demais porcentagens encontradas para o desconforto foram: 5,55% - muito frio e 8,33% - calor.

O dia 30/9 evidenciou uma grande porcentagem de usuários confortáveis que atingiu 95% do total entrevistado. Esse dia apresentou temperatura média do ar mais elevada (24,0 °C) em relação aos dias anteriores (22,5 e 21,0 °C), o que ressalta a influência da experiência anterior na sensação térmica, além da preferência dos usuários por temperaturas mais elevadas. Nesse dia, 100% dos usuários estavam termicamente satisfeitos (resposta entre sim ou não para a questão confortável ou desconfortável, sobre como eles se sentiam no momento) e os limites de conforto térmico real e calculado variaram de 19,5 até 27,6 °C e 22,0 a 37,7 °C, respectivamente.

Tabela 3 – Variáveis climáticas médias na Estação Meteorológica do IPMET e no interior do bosque e os limites de conforto térmico no dia 23/09/2011

IPMet		Bosque da Comunidade		
Tméd - 17,6 °C	URméd - .51,8%	Tméd – 22,5 °C	Uméd - 41,1%	
V - 2,3m/s	Radsolar - 307,5 W/m ²	Vento – 1,1 m/s	Rad global – 193,6 W/m ²	
<p>dia 23/09/2008</p>		Limites de conforto térmico		
		Votos de Sensação Real		PET
		-2 -	24,8 (1)	29,6
		-1 -	19,7 – 24,0 (6)	19,4 – 27,4
		0 -	18,9 – 25,1 (9)	18,5 – 31,9
1 -	22,2 – 25,2 (4)	22,2 – 30,6		
2 -	-	-		
Sensação térmica: Conforto - 45%				
Desconforto - 55% Satisfação térmica - 70 %				

Tabela 4 – Variáveis climáticas médias na Estação Meteorológica do IPMET e no interior do bosque e os limites de conforto térmico no dia 24/09/2011

IPMet		Bosque da Comunidade		
Tméd - 21,5 °C URméd - 49,5%		Tméd - 21,0 °C URméd - 51,91%		
V - 2,0m/s Radsolar - 410,1 W/m ²		V - 2,0 m/s Rad global - 88,8 W/m ²		
dia 24/09/2008		Limites de conforto térmico		
<p>Usuários (%)</p> <p>Voto de Sensação Real</p>		Votos de Sensação Real	PET	
		-2 -	24,6 (1)	25,4
		-1 -	11,2- 24,5 (11)	8,7- 24,8 16,9 -
		0 -	18,4-24,6 (8)	25,4
		1 -	-	-
2 -	-	-		
Sensação térmica: Conforto - 40%		Desconforto - 60% Satisfação térmica - 75%		

Tabela 5 – Variáveis climáticas médias na Estação Meteorológica do IPMET e no interior do bosque e os limites de conforto térmico no dia 30/09/2011

IPMet		Bosque da Comunidade		
Tméd - 24,2 °C URméd.52,1%		Tméd - 24,9 °C URméd - 48,0 %		
V - 0,8m/s Radsolar - 430,25 W/m ²		Vento - 1,90 m/s Rad global - 75,7 W/m ²		
dia 30/09/2008		Limites de conforto térmico		
<p>Usuários (%)</p> <p>Voto de Sensação Real</p>		Votos de Sensação Real	PET	
		-2 -	-	-
		-1 -	-	-
		0 -	19,5 - 27,6 (19)	22,0 - 37,7
		1 -	27,9 (1)	37,6
2 -	-	-		
Sensação térmica: Conforto - 95 %		Desconforto - 5 % Satisfação térmica - 100%		

De acordo com os usuários, as variáveis que mais causaram desconforto, nesse período, foram os baixos valores das temperaturas do ar (manhã) e os ventos frios. A maioria deles tinha idade entre 18 e 24 (21,6%), seguidos das faixas de 25 a 34 anos (20%) e adolescentes (13,3%). As faixas referentes aos intervalos, entre “35 e 44”, “55 e 64” e acima de 65 anos foram de 10%, 6,67%, 1,6%, respectivamente. De todos os entrevistados nesse período, 56,7% foram homens e 43,3% mulheres, e eles foram ao bosque sozinhos (48,3%) ou acompanhados de uma (35%) ou com mais de duas pessoas (13,33%). Uma minoria foi acompanhado de cachorro (3,4%).

4.2. Conforto térmico nos dias 8, 9 e 10 de janeiro de 2008

No período de 8 a 10 de janeiro de 2009, o trabalho de campo foi realizado em condições de tempo predominante “quente e úmido” (manhã) e “quente e seco” (tarde). Os dados das variáveis climáticas fornecidos pelo IPMet apresentaram os seguintes valores médios: temperatura do ar entre 28,2 a 28,7 °C; a umidade relativa do ar entre 45,0 a 60,3%; velocidade do ar entre 1,3 e 2,2 m/s e radiação solar entre 389,0 a 463,6 W/m². Assim como no período anterior, a taxa metabólica dos usuários variou de 58 a 110 W/m² e o

nível de isolamento da roupa de 0,5 a 0,7 Clo.

As tabelas 6,7 e 8 mostram um resumo diário das variáveis climáticas médias encontradas no IPMet e no interior do bosque, e os limites de conforto térmico real e calculado através do índice PET. Nesses três dias, verificou uma predominância de usuários confortáveis (75 % do total da amostra), e uma porcentagem significativa de usuários desconfortáveis por calor (20%). Outras porcentagens encontradas para o desconforto foram: 3% para muito quente e 2% para frio.

O dia 30/9 evidenciou uma maior porcentagem de usuários confortáveis (80 %) e registrou maiores valores médios para a variável de temperatura do ar (29,6°C), e os limites de conforto térmico real e calculado variaram de “24,9 -33,4°C” e “25,7 - 40,1°C”, respectivamente. Entretanto, os outros dois dias também apresentaram uma porcentagem elevada de usuários confortáveis. Em relação as respostas entre sim ou não para a satisfação térmica, 90% dos usuários responderam confortáveis no primeiro dia e 80% nos outros dois. Os usuários desconfortáveis por calor ou muito calor, apontaram a baixa umidade relativa do ar como a causa mais significativa de desconforto térmico.

Tabela 6 – Variáveis climáticas médias na Estação Meteorológica do IPMET e no interior do bosque e os limites de conforto térmico no dia 08/01/2009

IPMet		Bosque da Comunidade		
Tméd - 28,4 °C URméd.45,0 %		Tméd - 27,6 °C URméd - 49,4 %		
V - 1,7 m/s Radsolar - 456,5 w/m ²		Vento - 0,8 m/s Rad global - 67,0 W/m ²		
dia 08/01/2009		Limites de conforto térmico		
		Votos de Sensação Real	PET	
		-2 -	-	-
		-1 -	21,7 (1)	26,4
		0 -	20,7 - 31,7 (14)	22,5 - 41,4
		1 -	26,9 - 31,8 (5)	37,9 - 44,5
		2 -	-	-
Sensação térmica: Conforto - 70%				
Desconforto - 30% Satisfação térmica - 90 %				

Tabela 7 – Variáveis climáticas médias na Estação Meteorológica do IPMET e no interior do bosque e os limites de conforto térmico no dia 09/01/2009

IPMet		Bosque da Comunidade		
Tméd - 28,7 °C URméd.47,5 %		Tméd - 29,6 °C URméd - 47,7 %		
V - 2,2 m/s Radsolar - 389,0 w/m ²		Vento - 0,9 m/s Rad global - 293,6 W/m ²		
dia 09/01/2009		Limites de conforto térmico		
		Votos de Sensação Real	PET	
		-2 -	-	-
		-1 -	-	-
		0 -	24,9 - 33,4 (16)	25,7 - 40,1
		1 -	25,4 - 33,4 (4)	28,4 - 40,5
		2 -	-	-
Sensação térmica: Conforto - 80%				
Desconforto - 20% Satisfação térmica - 80 %				

Tabela 8 – Variáveis climáticas médias na Estação Meteorológica do IPMET e no interior do bosque e os limites de conforto térmico no dia 10/01/2009

IPMet		Bosque da Comunidade	
Tméd - 28,2 °C URméd. 60,3 %		Tméd - 27,5 °C URméd - 47,7 %	
V - 1,3 m/s Radsolar - 463,6 w/m ²		Vento - 3,1 m/s Rad global - 119,1 W/m ²	
<p>dia 10/01/2009</p>		Limites de conforto térmico	
		Votos de Sensação Real	PET
		-2 -	-
		-1 -	-
		0 -	22,0 – 31,2 (15)
1 -	26,8 – 30,9 (3)	33,1 – 37,8	
2 -	26,8 – 31,3 (2)-	28,7 – 38,0	
Sensação térmica: conforto - 75%		-	
Desconforto - 25%		Satisfação térmica - 90 %	

A grande tolerância às altas temperaturas do ar, observadas nesse período, comprova a importância do sombreamento do bosque na satisfação térmica (87%), que influencia diretamente a percepção térmica dos usuários. De todos os usuários entrevistados, 30% estavam dentro da faixa dos 35 aos 44 anos; 16,6% entre “45-54”, e a mesma porcentagem para cada uma das faixas de “25-34” e “18- 24”; 10 % entre “55- 64”; 6,66% eram adolescentes e apenas 3,33% dos usuários tinham mais de 65 anos; 65% foram homens e 35% mulheres. Observou-se novamente uma predominância de pessoas do sexo masculino, em que a maioria dos usuários vai ao bosque sozinho (56,6%) ou com uma pessoa (25%). Uma minoria vai com mais de duas pessoas (21,6%).

4.3. Análise comparativa dos dois períodos

A análise comparativa dos dois períodos (tab. 9) evidencia variações nos limites de conforto térmico real e calculado. Para o conforto térmico real os valores mínimos e máximos oscilaram de 18,4 e 27,6 °C, no mês de setembro e 27,6, a 33,4 °C, em janeiro. O mesmo ocorreu com o conforto calculado, uma vez que seus limites variaram de 18,5 a 37,7 °C, em setembro, e 25,7 a 40,1 °C, em janeiro. Essa variação, em que se observa claramente um aumento nos valores mínimos e máximos conforme o aumento da temperatura média do ar comprova a capacidade de adaptação térmica sazonal dos usuários.

Tabela 9 – Resumo da sensação térmica dos usuários nos dois períodos analisados

23, 24 e 30 de setembro de 2008	8, 9 e 10 de janeiro de 2009
Limites de conforto térmico real/calculado	Limites de conforto térmico real/calculado
Real - 18,4 até 27,6 °C Calculado - 18,5 a 37,7 °C Satisfação térmica - 81,7%	Real - 24,9 – 33,4 °C Calculado - 25,7 °C e 40,1°C Satisfação térmica- 86,7%

Entretanto, a análise conjunta dos resultados ressalta uma sobreposição nos votos de sensação (muito frio, frio, nem quente nem frio, quente e muito quente), aspecto que dificulta a definição precisa dos limites de conforto térmico para a temperatura PET. A figura 6 mostra um gráfico tipo boxplot para todos valores de temperatura PET, cujas barras verticais indicam uma porcentagem de 50% dos entrevistados para cada voto de sensação, a partir do valor mediano. Assim, para o espaço analisado, os valores limites de temperatura PET variaram de 26,0 a 36,5 °C e o mediano foi 30,3 °C.

Esses limites são superiores aos definidos de por Monteiro e Alucci (2007), entre 18 e 26 °C, para uso em espaços abertos na cidade de São Paulo, calibrados em relação aos limites definidos por Matzarakis et al. (1999), que é de (18 a 23 °C). Porém, muitos valores encontrados para a neutralidade térmica se sobrepõem com outros que indicam desconforto por “calor” ou “muito calor. Essa sobreposição é atribuída a diferença entre os limites de conforto térmico dos dois períodos analisados, além da escala de sensação térmica utilizada.

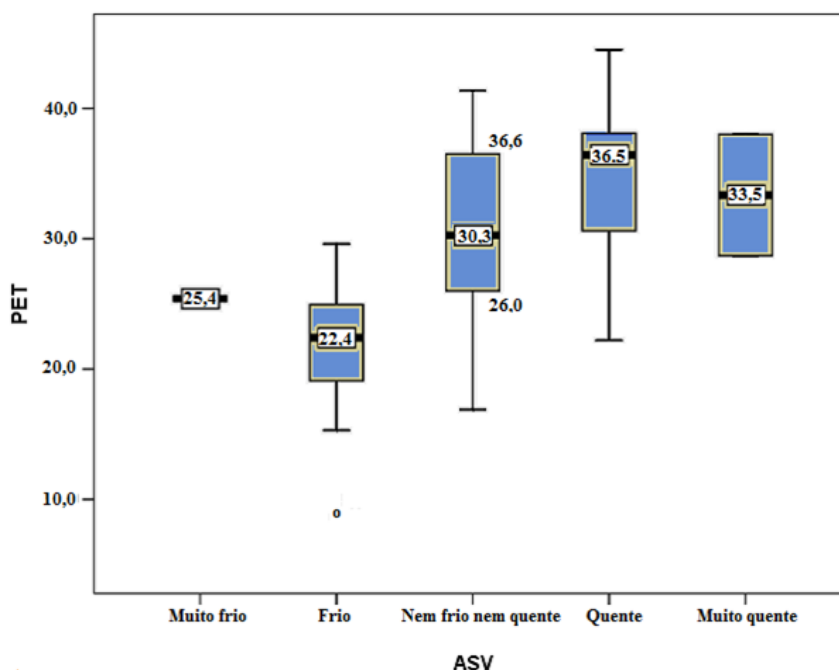


Figura 6 – Gráfico boxplot com os intervalos de temperatura PET para cada Voto de Sensação Real (ASV)

5. CONCLUSÕES

O resultado da pesquisa, além de contribuir para um trabalho mais amplo sobre as condições de conforto térmico em cidades do interior paulista, permitiu ressaltar diferenças significativas entre o conforto térmico real e calculado, assim como entre os limites mínimos e máximos em cada período analisado, evidenciando a influência das variações sazonais na adaptação térmica dos usuários. A grande porcentagem de satisfação térmica dos usuários (respostas entre sim ou não para a questão confortável ou desconfortável), nos dois períodos analisados, mesmo em condições mais adversas (frio ou calor), influenciou positivamente a avaliação do conforto térmico dos usuários, gerando diferenças entre os valores definidos pelos Votos de Sensação Real (ASV) e calculado através do índice PET.

Esses resultados confirmam os estudos de Nikolopoulou & Steemers (2003) e Lin et al (2011), que evidenciam a limitação de índices térmicos baseados exclusivamente na análise do balanço térmico dos indivíduos para prever suas preferências térmicas. Segundo esses autores, os parâmetros físicos microclimáticos que dominam a percepção térmica das pessoas (preferências térmicas) também são explicados em função das condições de tempo local e das experiências das pessoas.

Quanto aos limites de conforto térmico calculado, através do índice PET, para um total de 120 usuários, a sobreposição entre diferentes faixas que indicam conforto e desconforto evidenciam a necessidade de alteração na escala de valores de 5 pontos utilizada para uma mais ampla, em futuros estudos, além da definição de faixas sazonais de conforto térmico. A ampliação de estudos similares em diferentes espaços públicos é de grande importância, pois além de permitir a calibração do índice PET, para verificação da adequação térmica de espaços urbanos em Bauru, também contribuirá para os estudos na área no país.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DACANAL, C.; LABAKI, L. C.; SILVA, T. M. L. Vamos passear na floresta! O conforto térmico em fragmentos florestais urbanos. *Ambiente Construído*, Porto Alegre, v.10, n.2, p. 4115-132, abr./jun. 2010.
- FONTES, M. S. G. F; BUENO-BARTHOLOMEI, C. L.; DACANAL, C.; LABAKI, L. C.; NIKOLOPOULOU, M.. Thermal comfort in open public spaces: studies in green areas in cities of the Sao Paulo State, Brazil. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON PASSIVE AND LOW ENERGY COOLING FOR THE BUILT ENVIRONMENT, 3., 2010, Rhodes, Proceedings... Rhodes: 2010.
- FONTES, M. S. G.; DELBIN, S. Efeito climático de uma área verde no ambiente urbano. IN: Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído, IX, 2002, Foz do Iguaçu. Anais... Foz do Iguaçu: ANTAC, 2003.
- GEHL, J. **Life between buildings**. 4th ed. Copenhagen: Danish Architectural Press, 2001.
- KATZSCHNER, L.; THORSSON, S. Microclimatic Investigations as Tool for Urban Design. **In**: The International Conference on Urban Climate, 7th, 2009, Yokohama, Japan:2009.
- LIN, TP; De DEAR, R.; HWANG, Rl. Effect of thermal adaptation on seasonal outdoor thermal comfort. **International journal of climatology**, v.31, p 302-312, 2011.
- MAYER, H.; HÖPPE, P. Thermal Comfort on man in different urban environments. **Theoretical and Applied climatology**, v.38, p 43-49, 1987.
- MATZARAKIS, A.; MAYER, H.; Iziomon, M. G. **Applications of a universal thermal index: physiological equivalent temperature**. **International Journal of Biometeorology**, v.43, p 76-84, 1999.
- MATZARAKIS, A.; RUTZ, F.; HWANG, H. Modelling radiation fluxes in simple and complex environment – application of the RayMan model. **International Journal of Biometeorology**, v..51, p 323-334, 2007
- MONTEIRO, Leonardo Marques; ALUCCI, Márcia Peinado. Conforto térmico em espaços abertos com diferentes abrangências microclimáticas. Parte 1: verificação experimental de modelos preditivos. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO DO AMBIENTE CONSTRUÍDO E ENCONTRO LATINO AMERICANO SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, IX e V, 2007, Ouro Preto. Anais... Ouro Preto: ANTAC, 2007, p. 1221-1230
- NIKOLOPOULOU M.; STEEMERS, K. Thermal comfort and psychological adaptation as a guide for designing urban spaces. **Energy and Buildings**, v. 35, n.1, p 227-235, 2003.
- NIKOLOPOULOU, M (org.). **Designing open spaces in urban environment: a bioclimaticx Approach**. Greece: Centre for renewable Energy Souces (C.R.E.S.), 2004.
- RAYMAN SOFTWARE 1.2. Disponível em: <<http://www.mof.uni-freiburg.de/rayman.htm>> Acesso em: 01 out. 2008.
- RUROS PROJECT. Disponível em: < <http://alpha.cres.gr/ruros.htm> > em: 15 março de 2008

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FAPESP pelos recursos financeiros aplicados no financiamento do projeto.