



XII ENCAC Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído
VIII ELACAC Encontro Latinoamericano de Conforto no Ambiente Construído

BRASÍLIA | 25 a 27 de setembro de 2013

CONFORTO TÉRMICO EM ESPAÇOS DE PERMANÊNCIA: ESTUDO DE CASO EM UM AMBIENTE UNIVERSITÁRIO

Stéfany Priscila Oliveira Sebastião (1); Maria Solange Gurgel de Castro Fontes (2)

(1) Graduando em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Bauru, stefany-oliveira@hotmail.com, (2) Professor Assistente Doutor da Universidade Estadual Paulista – UNESP, Departamento de Arquitetura Urbanismo e Paisagismo. AV. Engenheiro Luiz Edmundo Carrijo Coube, s/n vargem limpa 17033360 - Bauru, SP - Brasil - Caixa-postal: 473 Telefone: (14) 2216059 Fax: (14) 2216051."Stefany Oliveira" <stefany-oliveira@hotmail.com>

RESUMO

Este artigo apresenta um estudo sobre as condições de conforto térmico em um espaço de permanência arborizado localizado no campus da Universidade Estadual Paulista (UNESP), em Bauru. A pesquisa faz parte de um projeto mais amplo intitulado “Qualidade térmica urbana: estudos em um ambiente universitário”, que analisa espaços de passagem, permanência e áreas de estacionamento. Para isso, foram realizados levantamentos sobre as características de uso e ocupação do local; monitoramento microclimático (temperatura do ar, umidade relativa do ar, velocidade do ar, radiação solar global), simultaneamente a aplicação de questionários, para identificar a sensação térmica dos usuários. Os resultados evidenciaram a importância do bosque como espaço de permanência; a influência da vegetação nos microclimas locais e na percepção térmica dos usuários; variações sazonais nos limites de conforto, comprovando o efeito adaptativo dos usuários. Além de uma faixa de conforto de 20,1 - 24,5°C para a PET (Temperatura Equivalente Fisiológica), considerando o total da amostra. Essa faixa é menos ampla em relação a estudo similar desenvolvido em outro bosque em Bauru (18,0 - 27,6°C), contudo, a neutralidade térmica dos dois estudos oscilou em torno de um valor mediano de 21,4°C.

Palavras-chave: conforto térmico; espaços de permanência; ambiente universitário.

ABSTRACT

This paper shows a research on thermal comfort in a green space located in the Campus of the State University of Sao Paulo (UNESP), which is located in Bauru, SP, Brazil. The research is part of a wide project entitled "Urban thermal quality: university environment studies," which examines spaces for people circulation and permanence besides parking areas. By local surveys and monitoring the microclimatic variables (air temperature and humidity, air velocity and global solar radiation), simultaneously with structured interviews, it was possible identify the use characteristics and to calculated the PET (Physiological Equivalent Temperature) index in two whether conditions. The results showed the importance of the green area in university environments as permanence space; the influence of vegetation on local microclimates and users thermal perception; seasonal variations in the thermal comfort limits, confirming the effect of adaptive users. Besides a comfort range from 20.1 to 24.5 ° C for PET (Physiological Equivalent Temperature), considering the total sample. This range is narrower compared to a similar study carried out in other green area in Bauru (18.0 to 27.6 ° C), however, the thermal neutrality of the two studies varied around a median value of 21.4 ° C.

Keywords: Thermal comfort; permanence spaces; university environment

1. INTRODUÇÃO

O sistema de espaços públicos abertos no meio urbano é constituído por ruas, praças, parques, bosques, entre outros e são lugares onde as pessoas interagem de forma espontânea ou organizada. Esses espaços têm a capacidade de reunir pessoas de todos os tipos, promovendo uma dinâmica na cidade, mas é na praça e outros espaços similares que se concentram atividades, além de circulação de pessoas, tornando-os “espaços de permanência”, de acordo com Macedo e Robba (2002).

Em geral, esses espaços de permanência deveriam possuir um bom desempenho, gerado pela diversidade de atividades, pela acessibilidade, mobilidade social e boas condições microclimáticas. Assim como no ambiente urbano, um campus universitário também é composto por esses espaços, que servem de pontos de encontro de estudantes, funcionários, professores, entre outros. De acordo com Schanzer (2003), em instituições de ensino esses espaços abertos afetam a aprendizagem, uma vez que fazem parte do cotidiano dos estudantes, e a grande maioria frequenta diariamente o local durante o período mínimo de quatro anos. Por isso, a existência de locais de permanência qualificados (com a presença equipamentos, vegetação, entre outros) contribui para socialização dentro do campus.

Atualmente tem se tornado comum relacionar temas como a qualidade de vida nos espaços públicos e as condições de conforto térmico. Estudos realizados por Labaki et al. (2012), Amaral e Fontes, (2012); Aljawabra e Nikolopoulou (2009), Alves, Souza e Faria (2011), Brusantin e Fontes (2009), Monteiro e Alucci (2012), Dacanal, Labaki e Silva (2010), Giacomeli et al. (2009), mostram a importância de espaços dotados de qualidade no meio urbano, que promovam um uso diversificado e com qualidade térmica, enfatizando o importante papel da vegetação para tornar um espaço público agradável.

Nesse contexto, este trabalho avalia os microclimas e as condições de conforto térmico calculado através do índice PET - Temperaturas Fisiológicas Equivalentes (MAYER; HÖPPE, 1987) em uma praça arborizada de um ambiente universitário, e compara os resultados com estudo similar desenvolvido por Brusantin e Fontes (2009), em outra praça localizada em Bauru.

2. OBJETIVO

O objetivo deste artigo é apresentar um estudo sobre os microclimas e as condições de conforto térmico em uma praça arborizada no Campus da Universidade Estadual Paulista (UNESP), localizado em Bauru-SP, através da definição de uma faixa de conforto, necessária à avaliação de espaços de permanência locais e que sirva de parâmetro de comparação com estudos similares realizados em outros contextos.

3. MÉTODO

O trabalho envolveu o levantamento de dados objetivos (monitoramento microclimático) e subjetivos (questionários aplicados a 85 usuários) em uma praça arborizada no Campus da UNESP, em Bauru. Esses dados permitiram calcular as “Temperaturas Fisiológicas Equivalentes” (PET), utilizando o software RayMan (MATZARAKIS; RUTZ; MAYER, 2007), desenvolvido pelo Instituto Meteorológico da Universidade de Freiburg, Alemanha, cujos dados de entrada são: data e hora; localização geográfica (latitude, longitude e altitude); condições do tempo (temperatura do ar, umidade relativa do ar, radiação solar global ou temperatura média radiante), além de informações dos indivíduos (taxa metabólica, nível de isolamento da roupa, peso, altura, idade e sexo). Quanto aos dados de saída, além da PET o programa também calcula os índices “Voto Médio Preditado” (PMV) e “Nova Temperatura Efetiva Padrão” (SET), proposta por Gagge, Fobelets e Berglund (1986).

Os levantamentos de campo foram realizados durante seis dias (29/11/11, 05/12/11, 29/03/12, 02/05/12, 03/05/12 e 12/06/12), em diferentes condições de tempo (quente úmido, quente seco e frio e seco), das 11 às 14 horas, período de maior uso da praça. As condições microclimáticas (temperatura do ar e de globo, radiação solar global, umidade relativa do ar e velocidade do ar) foram monitoradas através de uma estação meteorológica móvel (Figura 1) dotada dos seguintes equipamentos: 1. Sonda de temperatura para termômetro de globo. Globo cinza, construído com bola de ping-pong oficial, pintado na cor cinza; 2. Sonda de temperatura para termômetro de globo. Globo cinza, construído com bola de ping-pong oficial, pintado na cor cinza; 3. Anemômetro Omni direcional; 4. Net Radiômetro, com piranômetro e pirgeômetro; 5. Aquisitor de dados).

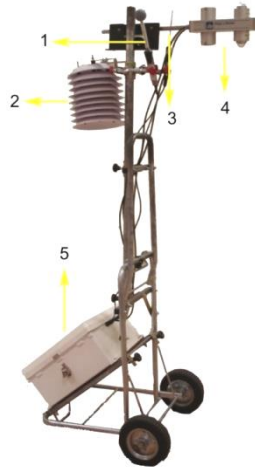


Figura 1 – Estação meteorológica móvel com sensores fixados a uma altura de 1.5m

3.1. Caracterização da área de estudo

A praça analisada é conhecida localmente como “bosque da UNESP” (Figuras 2, 3 4 e 5), pois é constituída de muitas espécies arbóreas, predominantemente do cerrado. Esse espaço verde serve de ponto de encontro de estudantes dos diversos cursos e funcionários. Além da arborização, o espaço possui subespaços mobiliados com bancos, que promovem a permanência, uma vez que, em sua maioria estão sombreados. O bosque atrai os usuários para descanso, passar o tempo de intervalo entre as aulas, reuniões entre amigos, além de ser utilizado, às vezes, para eventos como shows, missas, grupos de estudo, debates ou até mesmo orações. O uso mais intenso do bosque começa às onze horas da manhã e termina às duas horas da tarde, que constitui período de intervalo entre as aulas da manhã e tarde e horário de almoço dos funcionários locais.



Figuras 2, 3,4 e 5 – Bosque do Campus da UNESP em Bauru.

4. ANÁLISE DE RESULTADOS

A análise dos resultados é apresentada por períodos de tempo quente e frio. Para melhor definição das faixas de conforto térmico nesses dois períodos foram feitos gráficos estatísticos do tipo boxplot (PET x escala de valores entre -3 a 3), que mostram a distribuição do conjunto de valores PET para cada voto de sensação térmica (obtidas através de questionários), conforme metodologia adotada por Labaki et al. (2012). Gráficos com a distribuição das PET's calculadas para cada entrevistado também são analisados, além de um estudo comparativo com trabalho similar realizado em outro bosque localizado em Bauru.

4.1. Análise em condições de tempo quente

No período de tempo quente, o trabalho de campo foi realizado nos dias 29/11/2011, 05/12/2011 e 29/03/2012, durante o intervalo de almoço (11-14 horas), através de monitoramento microclimático e entrevistas com 40 usuários. Nesse período, as condições microclimáticas apresentaram as seguintes variáveis médias: temperatura do ar - 26,7 °C; umidade relativa do ar - 59,7%; velocidade média do ar - 0,8 m/s e radiação solar global - 108,8 W/m². Os usuários apresentaram um nível de isolamento da roupa - 0,4 CLO; taxa metabólica - 109,2 W e foram predominantemente do sexo feminino, com idade entre 18-24 anos, altura 1,68m e peso de 64,3kg.

Nas condições microclimáticas analisadas, os valores obtidos para as PET's, apresentados na Figura 6, evidenciaram maiores dispersões dos dados nos conjuntos "0" e "2" e a menor no conjunto "-1" e cujos valores das medianas variaram pouco e oscilaram em torno de 23,3°C. Para o conjunto de valores "0", a faixa PET encontrada para 50% dos valores centrais da amostra foi de 21,2-25,0°C e os dados desse conjunto foram distribuídos quase que simetricamente em torno do valor mediano de 23,3°C.

A Figura 7 também mostra os valores obtidos para as PET's em condições de tempo quente, mas distribuídos por horários das entrevistas. Observa-se o destaque para a faixa de conforto térmico (21,2-25,0°C) e verifica-se que 50% do total dos entrevistados ficaram dentro dessa faixa, e o restante desconfortáveis, 27,5% por calor e 22,5% por frio.

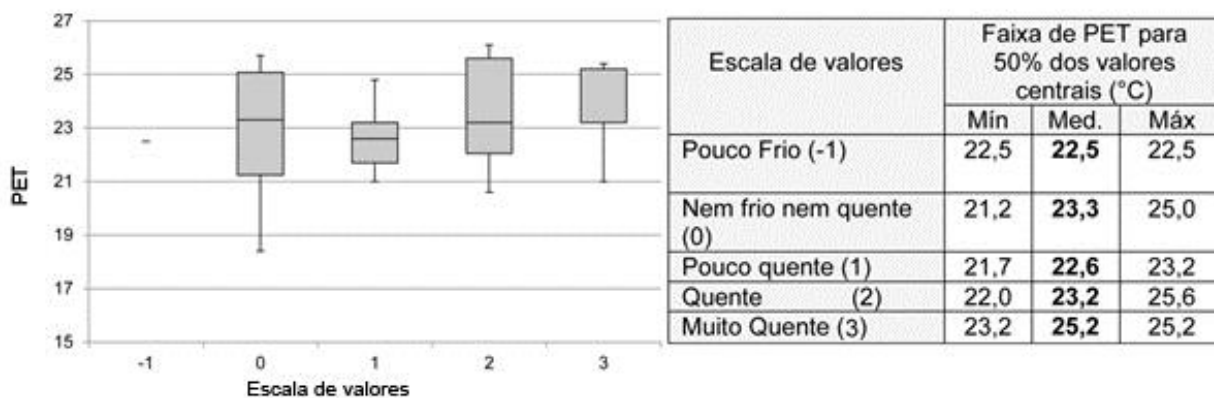


Figura 6 - Gráfico tipo Box plot com distribuição do conjunto de valores de PET para cada voto de sensação térmica e tabela com as medianas (med) e os limites (mínimo e máximo) de conforto/desconforto para 50% dos valores centrais durante os dias 29/11/2011, 05/12/2011 e 29/03/2012.

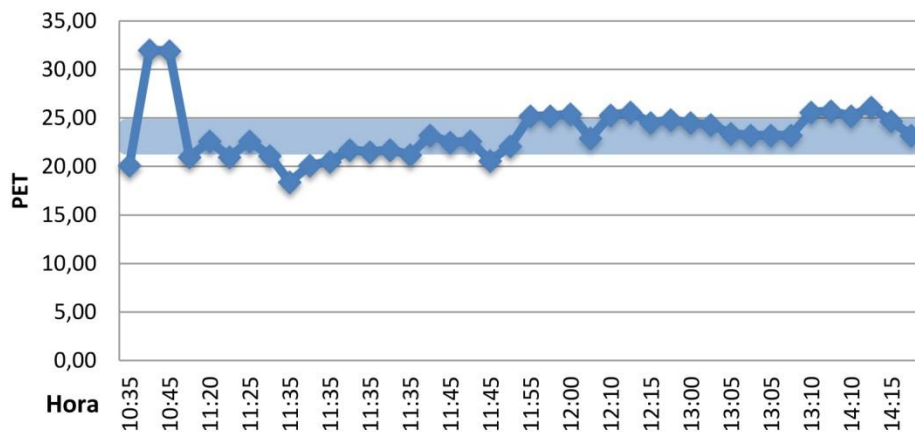


Figura 7 - Gráfico dos valores de PET calculados para cada entrevistado, ressaltando a faixa de conforto encontrada para o período (21,2-25,0°C). O eixo horizontal mostra os horários de cada entrevista

4.2. Análise do período de tempo frio

No período de tempo frio o trabalho de campo foi realizado nos dias 02/05/2012, 03/05/2012 e 12/06/2012, também no intervalo de almoço (11-14 horas), através de monitoramento microclimático e entrevistas com 45 usuários. Nesse período, as condições microclimáticas durante o trabalho apresentaram as seguintes variáveis médias: temperatura do ar - 22,3 °C; umidade relativa do ar - 64,3%; velocidade média do ar - 0,94 m/se radiação solar global - 44,9 W/m². Os usuários apresentaram um nível de isolamento da roupa de 0,71 CLO; taxa metabólica 121,2 W, e foram predominantemente do sexo feminino, idade entre 18-24 anos, altura 1,69m e peso de 62,8kg.

Dentro dessas condições microclimáticas os valores obtidos para as PET's, em cada escala de valores, são apresentados nas Figuras 8 e 9. Observa-se que as maiores e menores dispersões dos dados ficaram nos conjuntos "-2" e "-3". Diferentemente do período anterior, observou-se uma grande porcentagem de desconforto por frio. Embora a maioria dos usuários tenha classificado sua sensação de conforto térmico como frio, pouco frio ou pouco quente, ainda assim, sentiram-se confortáveis. Nesse período a faixa de PET encontrada para 50% dos valores centrais da amostra foi de 17,7- 20,8°C e os dados desse conjunto foram distribuídos quase que simetricamente em torno do valor mediano de 19,0°C. A análise comparativa dessa faixa de conforto com a do período anterior (21,2- 25,0°C) evidencia uma variação sazonal nos limites de conforto térmico.

A Figura 9 também mostra a relação entre os valores obtidos para as PET's por horários das entrevistas, em condições de tempo frio. Observa-se o destaque para a faixa de conforto térmico (17,7-20,8°C) e verifica-se que 40% do total dos entrevistados ficaram dentro dessa faixa, e o restante desconfortáveis, 44,4% por frio e 15,6% por calor. Comparando esse gráfico com o obtido no tempo quente, verifica-se que as condições de tempo frio são mais críticas para os usuários.

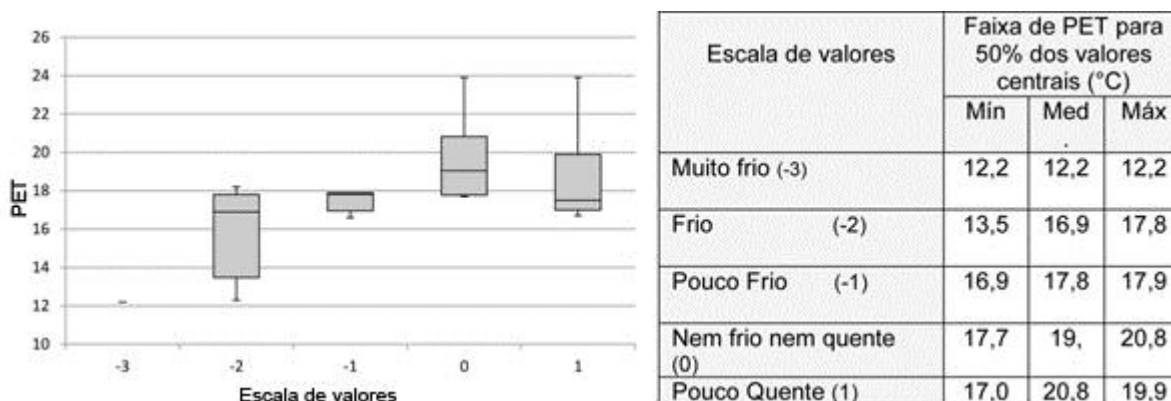


Figura 8 - Gráfico tipo Box plot com distribuição do conjunto de valores de PET para cada voto de sensação térmica e tabela com as medianas (med) e dos limites (mínimo e máximo) de conforto/desconforto para 50% dos valores centrais durante os dias 02/05/2012, 03/05/2012 e 12/06/2012.

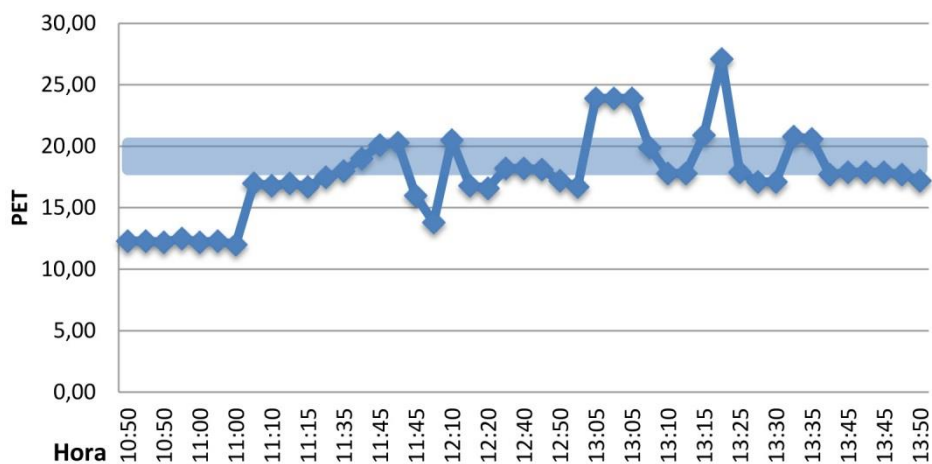


Figura 9 - Gráfico com os valores de PET calculado para cada entrevistado, ressaltando a faixa de conforto encontrada para o período (de 17,7-20,8°C). O eixo horizontal mostra os horários de cada entrevista

4.3. Análise conjunta dos dois períodos

Na análise conjunta dos resultados das condições de conforto nos dois períodos (tempo quente e frio), a partir do gráfico do tipo boxplot para o conjunto de valores PET para cada voto de sensação, a Figura 10, mostra que as maiores dispersões dos valores concentraram nos conjuntos “-2”, “0” e “1” e a menor no conjunto “-3” e que os valores das medianas variaram de 12-25,2°C.

Para o conjunto de valores “0” a faixa PET encontrada para 50% dos valores centrais da amostra foi de 20,1-24,5°C e os dados desse conjunto foram distribuídos tendendo para uma temperatura maior que o valor mediano de 21,4°C. Verifica-se, ainda, uma sobreposição dos votos que indicam conforto, com os de desconforto por “pouco calor” (1), “calor” (2) e “muito calor” (3), aspecto que demonstra a dificuldade de se obter faixas precisas dos limites de conforto e desconforto. Entretanto, de acordo com Fontes et al. (2012), uma melhor definição das faixas que indicam conforto e desconforto pode ser encontrada juntando as classes “pouco frio-nem quente nem frio-pouco quente”.

A Figura 11 mostra a relação entre os valores das PET’s por horários das entrevistas nas duas condições de tempo, com destaque para a faixa de conforto térmico (20,1-24,5°C). Verifica-se que 43,5% do total dos entrevistados estiveram dentro da faixa de conforto, e o restante desconfortáveis, 42,4% por frio e apenas 14,1% por calor.

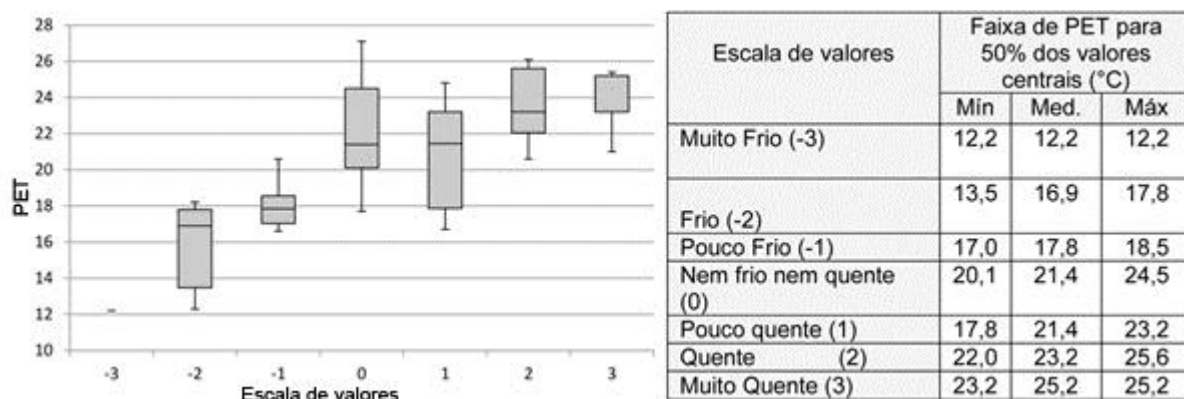


Figura 10 - Gráfico tipo Box plot com distribuição do conjunto de valores de PET para cada voto de sensação térmica e tabela com as medianas (med) e dos limites (mínimo e máximo) de conforto/desconforto para 50% dos valores centrais durante os dias 29/11/2011, 05/12/2011, 29/03/2012, 02/05/2012, 03/05/2012 e 12/06/2012.

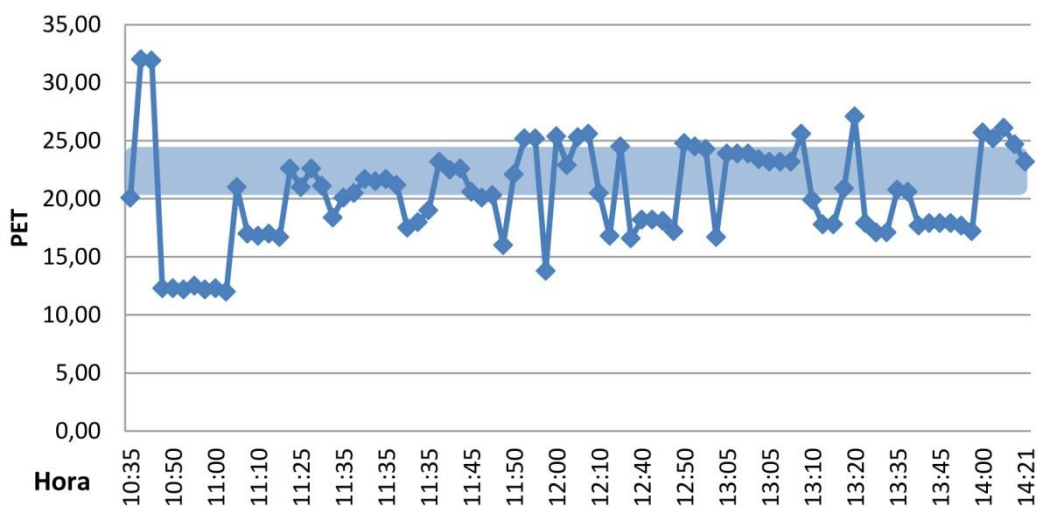


Figura 11 - Gráfico dos valores médios das PET's calculadas para os dois períodos analisados, ressaltando a faixa de conforto térmico (20,1-24,5°C)

Comparando essa faixa de conforto (de 20,1-24,5°C) com estudo similar realizado por de Labaki et al (2012), que foi de 18-26°C para cidades do interior paulista, verifica-se limites menos amplos para o campus. Isso pode ser atribuído ao fato dos usuários do campus serem mais familiarizados com o espaço, além de grande parte ter um nível de escolaridade alto, e, portanto, mais críticos em relação às variações de tempo. Além disso, os horários em que as medições foram feitas, no intervalo de almoço, horário de maior uso do bosque, em geral as condições de tempo são mais agravantes, especialmente em relação às temperaturas do ar mais altas e umidades relativas mais baixas.

4.4. Comparação entre as faixas de conforto no Bosque da UNESP com estudo similar realizado no Bosque da Comunidade

Foi realizada uma análise comparativa dos resultados obtidos no Bosque da UNESP com estudo similar realizado em outro espaço de permanência arborizado que fica há 3,6km da UNESP, o “Bosque da Comunidade”, também em Bauru. Para isso, foi preciso considerar algumas diferenças entre esses dois espaços: os usuários do Bosque da Comunidade possuem uma faixa etária variada, que inclui desde adolescentes a idosos, o que não acontece no Bosque da UNESP; no mesmo horário de levantamento de dados no Bosque da UNESP não foram encontrados usuários no Bosque da Comunidade. Por último foi considerado as condições de entorno dos dois bosques: enquanto o Bosque da Comunidade se localiza em uma área de entorno urbanizado, o Bosque da UNESP fica em uma área de entorno em grande parte arborizado (Figura 12).

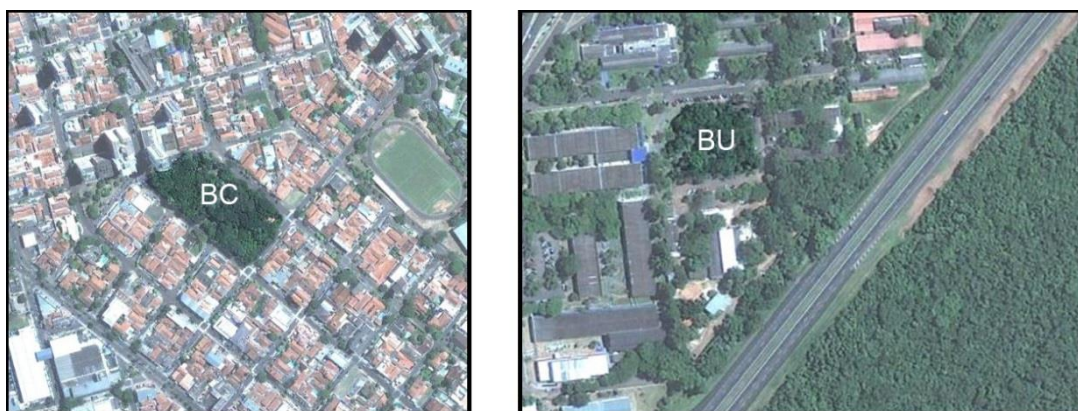


Figura 12 – Imagens aérea do Bosque da Comunidade (BC) e Bosque da UNESP (BU) mostrando o entorno
Fonte: Google Earth (acesso em 27/07/2012)

No período estudado, o Bosque da Comunidade apresentou maior dispersão dos valores no conjunto “0” e a menor no conjunto “-2” e os valores das medianas variam de 17,0- 24,7°C. Para o conjunto de valores “0” a faixa PET encontrada para 50% dos valores centrais da amostra foi de 18,0-27,6°C e os dados

desse conjunto foram distribuídos tendendo para uma temperatura maior que o valor mediano de 21,3°C. A análise mostrou que as variações de temperatura foram maiores do Bosque da Comunidade e o valor mediano no conjunto “0” foi praticamente equivalente, ou seja, obteve valores aproximados de 21,3°C e 21,4°C no Bosque da Comunidade e no Bosque da UNESP, respectivamente (Figura 13).

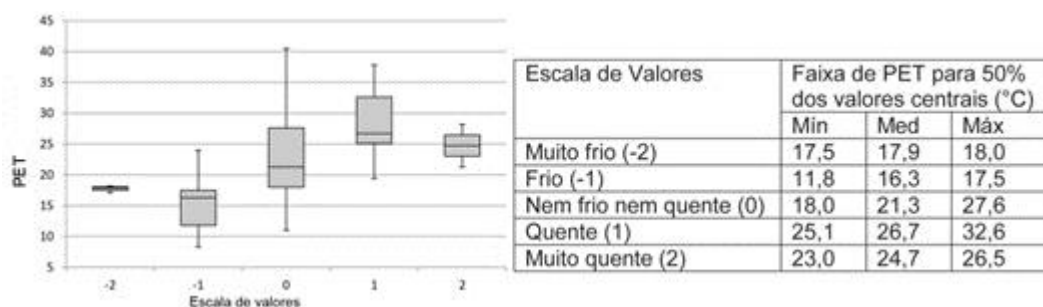


Figura 13 - Gráfico tipo Box plot com distribuição do conjunto de valores de PET para cada voto de sensação térmica e tabela com as medianas (med) e dos limites (mínimo e máximo) de conforto/desconforto para 50% dos valores centrais durante os levantamentos de verão, inverno e os dois períodos no Bosque da Comunidade.

5. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos nesta pesquisa podem contribuir para outros estudos realizados em ambientes universitários, que buscam analisar a qualidade térmica de espaços de permanência e sua contribuição como espaço de socialização no cotidiano das instituições de ensino superior. No caso analisado, assim como a comparação com estudo similar desenvolvido por Brusantin e Fontes (2009), em outro espaço de permanência em Bauru, a presença de arborização e de equipamentos além de constituírem fatores de atratividade também influenciaram positivamente na avaliação de conforto térmico dos usuários.

Outros aspectos similares encontrados em relação às duas pesquisas e que também podem servir de comparação com os estudos da área desenvolvidos no país, foram: pouca tolerância às condições de tempo frio, que são críticas para os usuários e limitam a quantidade de uso dos espaços; variações sazonais dos limites mínimos e máximos, evidenciando a adaptabilidade dos usuários às diferentes condições de tempo; faixas de conforto térmico oscilando em torno de um valor mediano de 21,4°C, apesar de diferenças entre os limites mínimos e máximos, que apontaram uma maior sensibilidade térmica dos usuários do espaço de permanência no ambiente universitário. Esse último aspecto sugere o desenvolvimento de pesquisas que busquem identificar uma relação entre nível de escolaridade e conforto térmico em espaços abertos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALJAWABRA, F.; NIKOLOPOULOU, M. Outdoor thermal comfort in the hot arid climate: The effect of socio-economic background and cultural differences. In: International Conference On Passive And Low Energy Architecture Plea, 26th, 2009, Quebec City, Canada
- ALVES, S. A.; SOUZA, L.C. L.; FARIA J.G. Avaliação do ambiente térmico em espaços urbanos de convívio. In: Encontro Nacional Sobre Conforto No Ambiente Construído E Encontro Latino Americano Sobre Conforto No Ambiente Construído, XI e VII, 2011, Búzios. **Anais...** Búzios: ANTAC, 2011, CD-ROM.
- AMARAL, C. C.; FONTES, M. S. G de. Conforto térmico em corredores urbanos: estudo de caso em Bauru. **Paranoá**, n.6, p. 45-53. 2012.
- BRUSANTIN, G. N.; FONTES, M. S.G.C. Conforto térmico em espaços públicos de permanência: uma experiência na cidade de Bauru-SP. In: Encontro Nacional Sobre Conforto No Ambiente Construído E Encontro Latino Americano Sobre Conforto No Ambiente Construído, X e VI, 2009, Natal. **Anais...** Natal: ANTAC, 2009, CD-ROM.
- 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. 115-132, abr./jun. 2010. ISSN 1678-8621
- FONTES, M. S. G de C.; NISHIMURA, S. N.; SEBASTIÃO, S. P. O.; FARIA, J. R. G. Thermal Comfort in Linear Space for Pedestrian Circulation and Recreation. In: International Conference On Passive And Low Energy Architecture Plea, 28th, 2012, Lima, Peru.
- GAGGE, A.; FOBELETS, A. P., and BERGULUND, L. G. A Standard Predictive Index of Human Response to the Thermal Environment. **ASHRAE Trans**, v. 92, p. 709-731, 1986.
- GIACOMELI, D. C.; SUCOMINE, N. M.; SOUZA, L.C. L.; SALES, A. Influência do microclima no uso e ocupação dos espaços públicos urbanos. Estudo de caso: praça cel. Paulino Carlos, São Carlos/SP. In: Encontro Nacional Sobre Conforto No Ambiente Construído E Encontro Latino Americano Sobre Conforto No Ambiente Construído, X e VI, 2009, Natal. **Anais...** Natal: ANTAC, 2009, CD-ROM.

- LABAKI, L. C., Fontes, M. S. G., Bueno-Bartolomei, C. L., Dacanal, C. Conforto térmico em espaços públicos de passagem: estudos em ruas de pedestres no Estado de São Paulo. **Ambiente Construído**, V 1, n. 12, p. 167-183, Porto Alegre, jan-mar., 2012.
- MACEDO, S; ROBBA, F. **Praças brasileiras**. São Paulo: editora da Universidade de São Paulo, 2002.
- Mayer, H.; Höppe, P. Thermal Comfort of Man in Different Urban environment. **Theoretical and Applied Climatology**, V. 38, p. 43-49. 1987.
- MATZARAKIS, A.; RUTZ, F.; MAYER, H. Estimation and calculation of the mean radiant temperature within urban structures. In: *Biometeorology And Urban Climatology At The Turn Of The Millenium* (ed. By R. J. de Dear, J. D> Kalma, T. R. Oke and A. Auliciems): selected papers the conference ICB-ICUC`99, Sydney, WCASP-50, WMO/TD No, 2000.
- MONTERO, L. M.; ALUCCI, M. P. Modelo adaptativo de conforto para avaliação in loco de espaços urbanos abertos. **Ambiente Construído**, v. 12, n. 1, p. 61-79, jan./mar. 2012.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FAPESP pelos recursos financeiros aplicados no financiamento da pesquisa (bolsa de Iniciação científica) e à UNESP, FAAC E DAUP pelo apoio e suporte.