



XIENCAC
ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO
NO AMBIENTE CONSTRUIDO

VIIELACAC
ENCONTRO LATINO AMERICANO DE CONFORTO
NO AMBIENTE CONSTRUIDO

Búzios - RJ - 2011

CONFORTO TÉRMICO EM ESPAÇOS EXTERNOS – FEIRAS LIVRES EM INDAIATUBA/SP

Raquel Rancura (1); Lucila Chebel Labaki (2)

(1) Arquiteta, Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Construção, r.topazio@ig.com.br

(2) Dra., Professora do Departamento de Arquitetura e Construção, lucila@fec.unicamp.br
Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Departamento de Arquitetura e
Construção

Av. Albert Einstein, 951. Caixa Postal 6021, Campinas – SP, 13083-852, Tel (19) 3521 2384

RESUMO

Nos últimos anos, o conforto térmico em espaços externos tem sido amplamente pesquisado no Brasil e no exterior. Praças, parques, bosques, ambientes de passagem, ruas, bairros, muitas são as possibilidades. Contudo, as situações encontradas nesses ambientes, quando comparadas com ambientes internos, são bem mais complexas, uma vez que envolvem uma maior variação de fatores ambientais. Há poucos estudos envolvendo trabalhadores em ambientes externos. A maior parte das pesquisas tem como horizonte as atividades de lazer. Outras pesquisas na área mostram que fatores psicológicos nem sempre são levados em conta, mas são importantes na percepção do conforto térmico em espaços abertos. Movidos pela sensação de “bem estar”, principalmente em finais de semana ensolarados, muitas pessoas confundem esta sensação com conforto. O objetivo deste trabalho foi analisar as condições de conforto térmico e sua diferente percepção entre trabalhadores e usuários nas feiras livres que acontecem na cidade de Indaiatuba/SP nos finais de semana. A metodologia constou da medição de parâmetros ambientais e aplicação de questionários junto aos trabalhadores e usuários para identificar a atividade desenvolvida, a vestimenta, a sensação e a satisfação térmica. Os resultados permitiram correlacionar a sensação térmica real (ASV – actual sensation vote) ao índice PET (*Physiological Equivalent Temperature*), e também demonstrou a diferença entre a sensação térmica real entre trabalhadores e usuários. Esta diferença pode ser indício da influência psicológica.

Palavras-chave: conforto térmico, espaços externos, feiras livres.

ABSTRACT

In the last years, the thermal comfort in outdoor spaces has been widely researched in Brazil and abroad. Squares, parks, woods, passing environments, streets, neighborhoods, the possibilities are many, however, the situations found in these environments, when compared with indoor environments, are much more complex, once they involve a greater variation of environmental factors. There are a few studies involving workers in outdoor environments, with most of them focused on leisure activities. The evaluation of thermal comfort in outdoor spaces requires that it takes into account solar radiation, not seen in indoor environments. Other searches in the area shows that psychological factors are not always taken into account, but are important in the perception of thermal comfort in open spaces. Moved by the sense of "wellbeing", especially in sunny weekends, many people confuse this feeling with comfort. The objective of this research was to analyze the thermal comfort conditions in the markets that take place in Indaiatuba / SP, on weekends. The methodology consisted of the measurement of environmental parameters and questionnaires to the workers and users, to identify the activity performed, clothing, thermal sensation and satisfaction. The results allowed to correlate the actual thermal sensation (ASV - actual sensation vote) to the PET (physiological equivalent temperature), and also demonstrated the difference between the actual thermal sensation between workers and users. This difference may be a sign of psychological influence.

Keywords: thermal comfort, outdoor spaces, markets place

1. INTRODUÇÃO

O conforto térmico tem sido objeto de muitos estudos, principalmente em ambientes internos, uma vez que as condições climáticas destes são mais controláveis. Spagnolo e de Dear (2003) atribuem o maior número de pesquisas nesses ambientes ao fato de que nos países desenvolvidos, onde a maioria das pesquisas tem sido realizadas, as pessoas passam a maior parte do tempo em ambientes internos, em ambientes de trabalho, nos quais o conforto térmico está relacionado diretamente com a produtividade. No Brasil o conforto térmico tem sido alvo de muitos estudos desde a década de 80, tradicionalmente voltado para ambientes internos. Contudo, a pesquisa em ambientes externos no meio urbano vem despertando um interesse cada vez maior (AHMED, 2003; GIVONI et al, 2003; GÓMEZ, GIL e JABALOYES, 2004; NIKOLOUPLOU & LYKOUDIS, 2006). Nikolopoulou & Steemers (2003) afirmam que investigar as condições de conforto em espaços urbanos ao ar livre tem jogado alguma luz sobre a complexidade das questões envolvidas. Parâmetros microclimáticos influenciam fortemente a sensação térmica, mas os fatores psicológicos, que nem sempre são levados em conta na determinação de índices externos, são importantes na percepção do conforto.

A complexidade em avaliar o conforto térmico em espaços externos pode ser atribuída à grande oscilação de três variáveis climáticas: a radiação solar, que é a principal fonte de energia e de calor; a umidade relativa do ar, que controla a evaporação; e a velocidade do ar, que influencia fortemente nas trocas de calor por convecção e na perda de calor por evaporação do suor.

O conforto térmico é um dos fatores que influenciam o uso dos espaços urbanos. Lois e Labaki (2001), em revisão sobre o conforto térmico, verificaram que esses espaços proporcionam muitas possibilidades: deslocamento, lazer, esporte, passeio e trabalho. Para as atividades de lazer, há a opção de escolha pelo melhor horário: dias ensolarados no inverno ou noites frescas no verão. Contudo, para as atividades humanas de trabalho, não há a possibilidade de escolha do horário mais confortável. Carteiros, vigilantes, limpadores de rua e trabalhadores da construção civil trabalham sob sol ou chuva. Neste contexto, a feira livre é objeto deste estudo, visto que contempla a possibilidade de observar a sensação térmica e o conforto das pessoas que estão trabalhando, bem como das pessoas que estão comprando, atividade desenvolvida por muitos usuários como forma de lazer.

A primeira feira de que se tem relato, data do começo do século IX, em Saint Denys, perto de Paris, esta feira era conhecida como a feira de Lendit. Acontecia uma vez por ano e atria muitos peregrinos, vendedores e compradores (PIRENE, 1966). Segundo Ruberman (1986) as feiras ganharam força por volta do século XI e XII com a decadência do feudalismo e o renascimento do comércio. Também as Cruzadas contribuíram significativamente, uma vez que os cruzados que regressavam do ocidente, traziam gosto pelas comidas e roupas requintadas que tinham visto e experimentado. Durante este período, o sul da Europa fortalecia o fluxo comercial na rota do Mediterrâneo, ao norte se intensificava, especificamente no mar do Norte e Báltico. Dentro do contexto urbano, a feira livre é uma experiência peculiar de uso da rua, local privilegiado de convivência, lazer e tantas outras possibilidades de interação na vida comunitária. Embora seja vista por muitos como um local onde se estabelecem apenas relações comerciais, a feira também é palco da troca de cultura e saber, é “um espaço público que assume diferentes formas de sociabilidade para tornar-se um local de espetáculo da vida urbana”(AGUILAR, 2004,p.7).

2. OBJETIVO

Este artigo tem como objetivo avaliar o conforto térmico em espaços externos bem como a sensação térmica de conforto entre trabalhadores e usuários em um mesmo ambiente externo.

3. MÉTODO

Esse trabalho avalia o conforto térmico em espaços externos e compara a sensação de conforto entre trabalhadores e usuários mediante a comparação entre o conforto real (ASV) e o conforto calculado (PET). Foram avaliadas duas feiras: a feira do Jardim Morada do Sol, que acontece aos sábados, e a feira do Centro, que acontece aos domingos - ambas no período da manhã. Foram medidos os seguintes parâmetros: temperatura do ar e de globo, umidade relativa, velocidade do ar e radiação solar direta. As medições ocorreram nos meses de julho e dezembro de 2010 e janeiro de 2011, sempre no período da manhã. Simultaneamente à aquisição dos dados microclimáticos, aplicaram-se questionários junto aos usuários e trabalhadores dos espaços estudados. Para a caracterização do perfil dos respondentes, as questões envolviam idade, peso, altura e sexo.

3.1. O local escolhido e os pontos de medição

O trabalho aconteceu na cidade de Indaiatuba/SP, que está localizada no interior do estado de São Paulo, distante aproximadamente 110 km da capital. O clima é classificado como tropical de altitude, com temperatura média anual de 22°C, inverno seco e verão chuvoso¹. As feiras do Jardim Morada do Sol e do Centro foram escolhidas por serem as duas maiores feiras, o que possibilitava o maior período de medição, das 08h00 às 12h00, e oportunamente entrevistar o maior número de usuários e trabalhadores. A figura 1 indica a localização da cidade e das feiras escolhidas.

Em cada feira, foram escolhidos 4 pontos de medição, de acordo com a figura 2, alternando sol e sombra. A medição durava 30 minutos em cada ponto, seguindo para o próximo, da seguinte forma: 08h00 às 08h30 no ponto 1, das 08h30 às 09h00 no ponto 2, das 09h00 às 09h30 no ponto 3 e das 09h30 às 10h00 no ponto 4, retornando para o ponto 1 e refazendo a medição em todos os pontos.

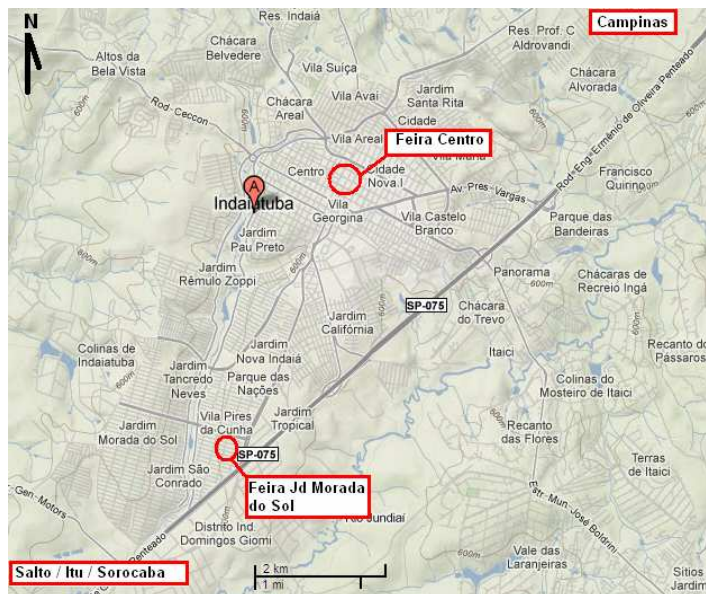


Figura 1 – Localização das feiras na cidade de Indaiatuba/SP.

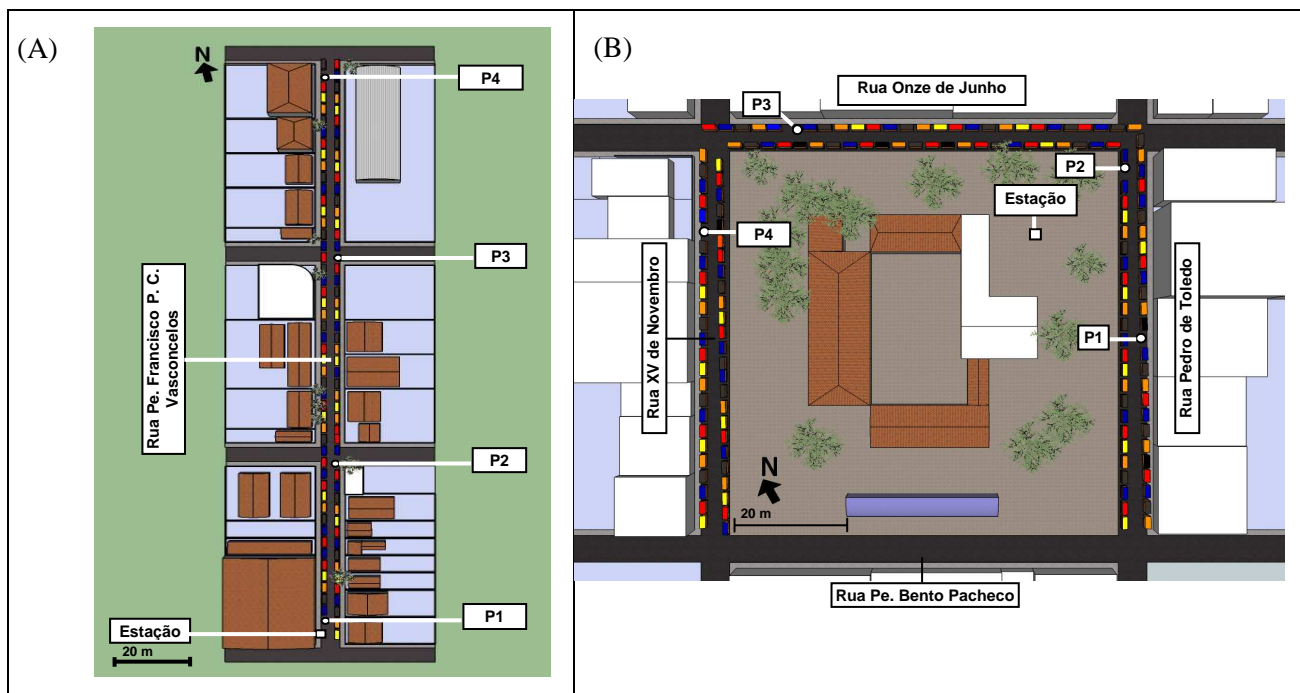


Figura 1 – Layout das praças e pontos de medição.

¹ Segundo dados do CEPAGRI/UNICAMP: Disponível em: < <http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima-dos-municipios-paulistas.html>>. Acesso em 01/03/2011

3.2. Equipamentos e instrumentos de medição

Para a medição das variáveis ambientais, foram utilizados dois conjuntos de equipamentos. Um conjunto formado por um tripé como demonstra a figura 3(A), com os seguintes instrumentos:

	Instrumentos	Marca/Modelo	Faixa de medição	Precisão
1	Sonda de temperatura ambiente + globo , constituído de bola de ping-pong oficial pintada na cor cinza	Sonda: Texto/0613 1712	-50 a 150°C	+/- 0,2°C
2	Registrador de temperatura do ar e umidade relativa	Testo 177 – H1	Temp. ar: -20 a 70°C UR: 0 -100%	+/- 5°C +/- 2%
3	Registrador de temperatura de globo	Testo 175 – T2	Temp. globo: -40 a 120°C	+/- 3°C

Tabela 1 – Instrumentos de medição do tripé

O outro conjunto trata-se de uma estação meteorológica móvel, 3(B), com os seguintes instrumentos:

	Instrumentos	Marca/Modelo	Faixa de medição	Precisão
1	Sonda de temperatura ambiente + globo , constituído de bola de ping-pong oficial pintada na cor cinza	Sonda: Texto/0613 1712	-50 a 150°C	+/- 0,2°C
2	Registrador de temperatura do ar e umidade relativa	Testo 177 – H1	Temp. ar: -20 a 70°C UR: 0 -100%	+/- 5°C +/- 2%
3	Sonda de esfera quente para medição da velocidade do ar	Texto 0635 1549	0 a 10 m/s	+/- 0,03 m/s
4	Registrador multicanal para a sonda de velocidade do ar	Texto 445		
5	Net Radiômetro com piranômetro e pirgeômetro	Kipp & Zone	Sensor de onda curta: 10 a 35 Sensor de onda longa: -250 a +250 W/m ²	+/- 10%* +/- 10%* * em dias ensolarados
6	Registrador multicanal para o Net Radiômetro	Campbell Scientific CR 1000		

Tabela 2 – Instrumentos de medição da estação meteorológica móvel

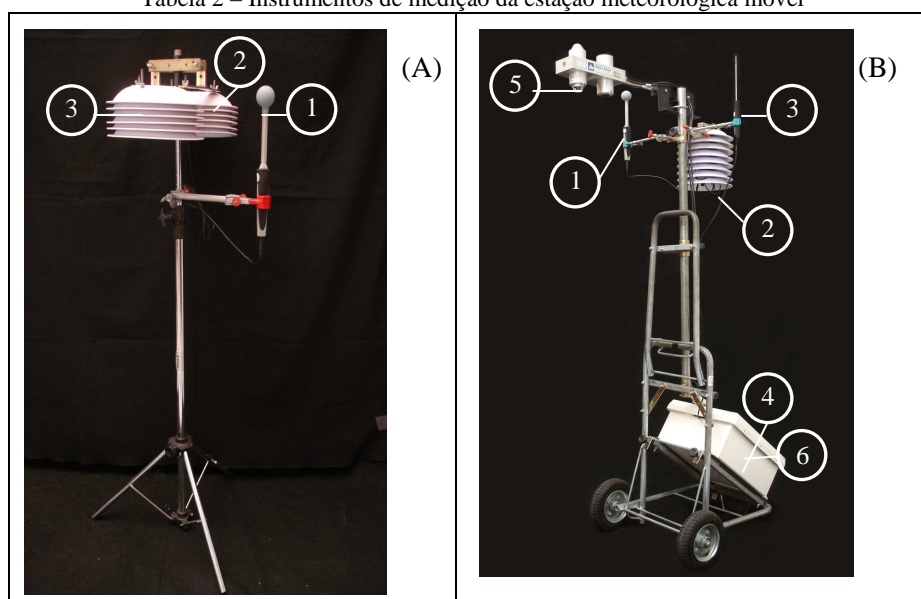


Figura 3 – Equipamentos e instrumentos de medição

3.3. Instrumento de obtenção das variáveis pessoais

Simultaneamente à aquisição dos dados microclimáticos, aplicou-se questionários aos usuários e trabalhadores dos espaços estudados. Os respondentes foram entrevistados junto ao tripé, sob a mesma condição climática. Para caracterização do perfil dos respondentes, as questões envolviam idade, peso, altura e sexo. Também local, hora, tempo de duração da entrevista, atividade do usuário e seu vestuário. O conforto térmico real (ASV) e a preferência térmica foram obtidos no decorrer da aplicação do questionário por meio de uma régua, a qual representa a escala dos sete pontos do método do Voto Médio Estimado (FANGER, 1970), utilizada por Skubs (2009). A elaboração desse questionário teve como base o questionário utilizado na pesquisa realizada em cidades do interior paulista, (LABAKI et al, 2009).

3.4. Método de coleta de dados

Os dados foram obtidos em medições nos meses de julho e dezembro de 2010 e em janeiro de 2011, em finais de semana, nos respectivos dias: 03 e 04, 10 e 11, 18, 24 e 25 de julho; 04 e 05, 11 e 12 de dezembro e 15 e 16 de janeiro

As variáveis ambientais foram obtidas por meio dos equipamentos apresentados no item 3.2, de 5 em 5 minutos, das 08h00 às 12h00.

A ISO 7726 (1998) recomenda que, para medições das variáveis ambientais, as alturas dos equipamentos para pessoas em pé devem ser de 0,1m, 1,1m e 1.7m. Para este trabalho, contudo, foi utilizada a altura de 1,1m do piso.

Foi escolhido um ponto fixo para a estação enquanto o tripé percorria os pontos escolhidos, mudando de ponto a cada meia hora; os questionários foram aplicados junto ao tripé, sob condições iguais.

3.5 Método de análise dos dados

Esta pesquisa utilizou o índice PET (physiological equivalent temperature) em razão do domínio na interpretação desse índice por pesquisadores de todo o mundo. Também foi utilizado o ASV (actual sensation vote), que é um índice obtido empiricamente por meio de questionário, descrito por Nikolopoulou et al (2001). As faixas de temperatura PET foram comparadas aos intervalos de conforto, segundo calibração realizada por MONTEIRO e ALUCCI (2007), uma vez que as condições climáticas da cidade de São Paulo e da cidade de Indaiatuba são semelhantes, reconhecendo como confortável a faixa de 18°C a 26°C, a mesma utilizada por Labaki et al (2007) na cidade de Campinas/SP. Para o cálculo do PET, utilizou-se o software RayMan (MATZARAKIS e RUTZ 1999), que também oferece a possibilidade de calcular o PMV e inserir fotos hemisféricas para o cálculo do FVC (Fator de Visão do Céu).

As respostas dos usuários foram separadas das respostas dos trabalhadores, permitindo observar a diferente percepção da sensação de conforto entre eles. A frequência de respostas obtidas através do ASV foi comparada com a faixa de conforto do índice teórico, PET.

4. ANÁLISE DE RESULTADOS

Todos os dados coletados foram submetidos a rigorosas análises estatísticas que posteriormente forneceram gráficos que subsidiaram as conclusões.

4.1. Análise das variáveis climáticas

A figura 4 apresenta as médias das medições realizadas na feira do Jardim Morada do Sol no inverno (A) e no verão (B). É possível perceber no gráfico “A” a variação da temperatura de globo, conforme a mudança de ponto de medição. A temperatura do ar manteve uma alta constante e a umidade, como era esperado, um declínio constante. Não houve alterações significativas na umidade com relação à mudança de ponto. O gráfico “B” trata do mesmo local e dos mesmos pontos de medição, mas no verão. Contudo, pode-se observar uma “alta constante” e, de certa forma, uniforme, ou seja, sem os “picos” observados na temperatura de globo, medida no inverno.

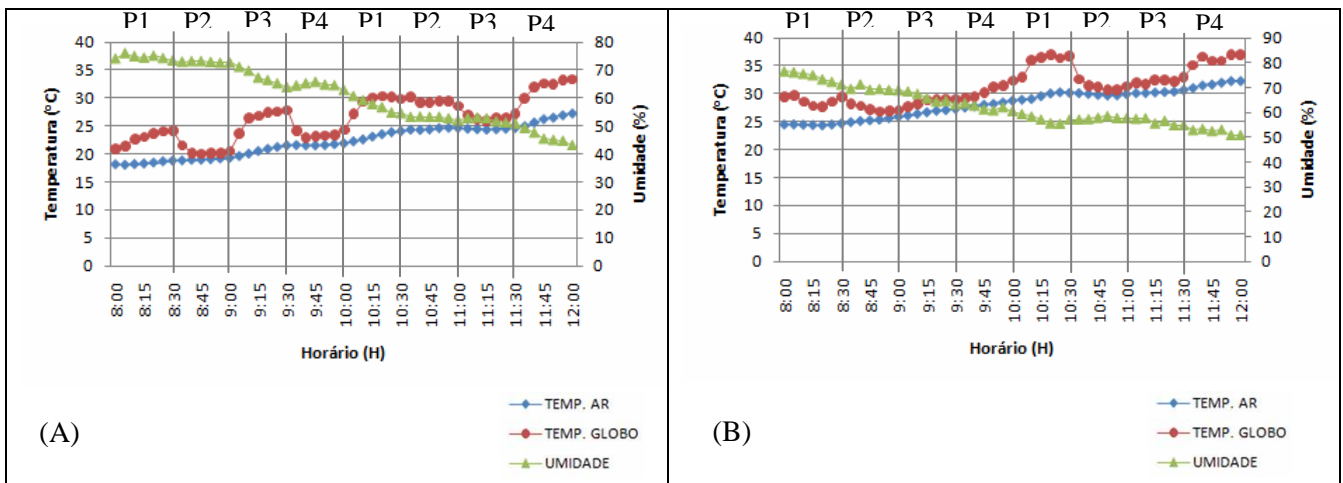


Figura 4 - Valores médios da temperatura de ar, temperatura de globo e umidade na feira do Jardim Morada do Sol, no inverno (A); (B) verão.

A figura 5 apresenta as médias das medições realizadas na feira do Centro no inverno (A) e no verão (B). Pode-se observar a variação da média da temperatura de globo no inverno, conforme a mudança de pontos. Percebe-se uma maior amplitude da temperatura de globo entre o P1 e P2, P2 e P3, P3 e P4. O P1 estava sombreado na primeira medição, enquanto o P2 já recebia sol. O P3 foi considerado o ponto de medição mais frio no inverno, pois era sombreado durante todo o período da manhã. O P4 foi considerado o mais quente, uma vez que recebia sol durante todo o período da manhã. A partir da segunda medição, às 10h00, onde o P1 já recebia sol, a amplitude da temperatura de globo foi mais sutil, demonstrando queda somente na mudança do P2 para o P3. A umidade demonstrou pequena alta durante o primeiro período medido no P3, mas sem grande representatividade nos resultados finais.

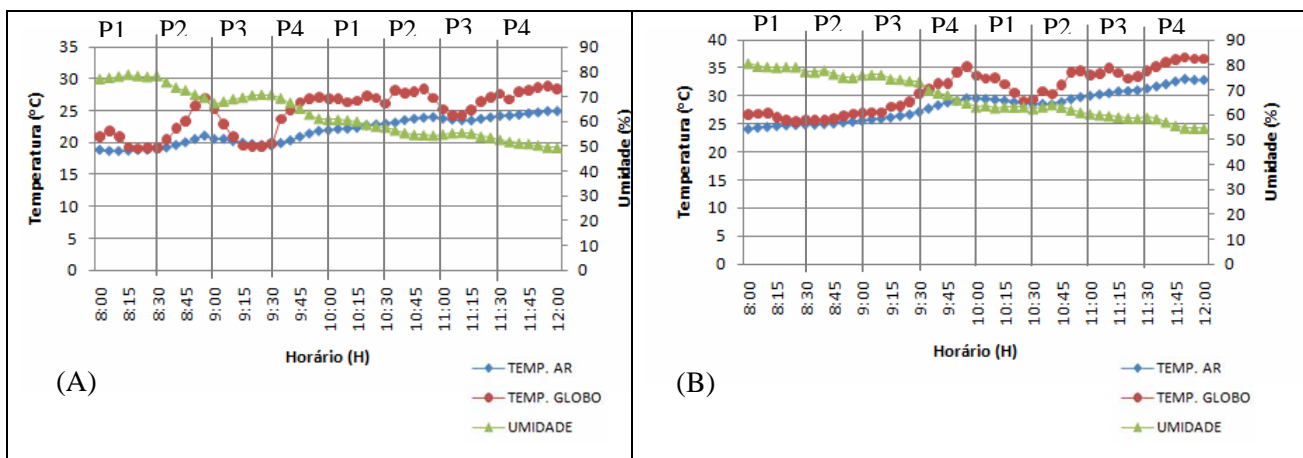


Figura 5 - Valores médios da temperatura de ar, temperatura de globo e umidade na feira do Centro, no inverno (A); (B) verão..

4.1. Análise de conforto térmico nas feiras

Foram entrevistadas 160 pessoas no inverno e 101 pessoas no verão, das quais 124 estavam “ao sol” e 137 “na sombra”. Pode-se observar através da figura 6 que o fato de os entrevistados estarem “ao sol” ou “na sombra” não influenciou de maneira significativa na sensação de conforto real dos entrevistados.

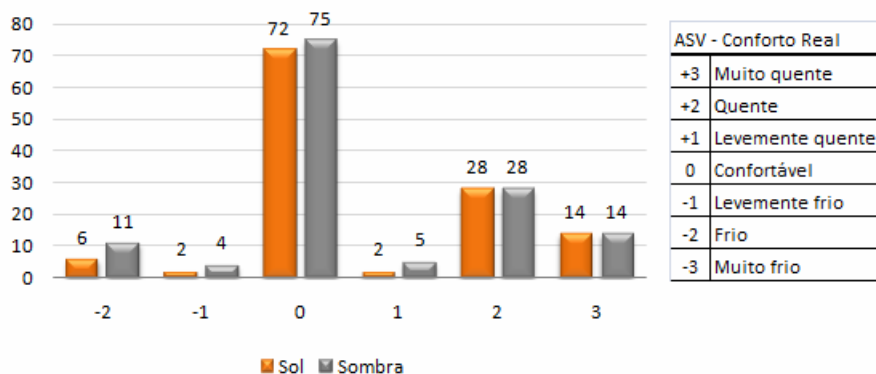


Figura 6 – Conforto real dos entrevistados ao sol e à sombra (inverno e verão)

Com relação ao ASV, estratificado por sexo, de acordo com a figura 7, percebe-se que os entrevistados femininos são muito mais sensíveis a níveis baixos de conforto (-2 e 3) do que os entrevistados masculinos. Além disso, há um maior número de entrevistados masculinos sentindo-se confortáveis.

No caso do ASV, estratificado por estação, como indica a figura 8, o resultado foi mais ou menos esperado. Um número maior de pessoas sentiu frio no inverno e um número maior sentiu calor no verão. Pode-se observar também que um número maior de entrevistados sentiu-se mais confortável no inverno do que no verão, o que indica que as pessoas são mais sensíveis a altas temperaturas do que a baixas temperaturas, em geral. Contudo, é importante considerar que a temperatura média do ar registrada durante as medições de inverno foi de 22,15°C, o que não caracteriza um frio rigoroso. Deve-se considerar também a questão da aclimação.

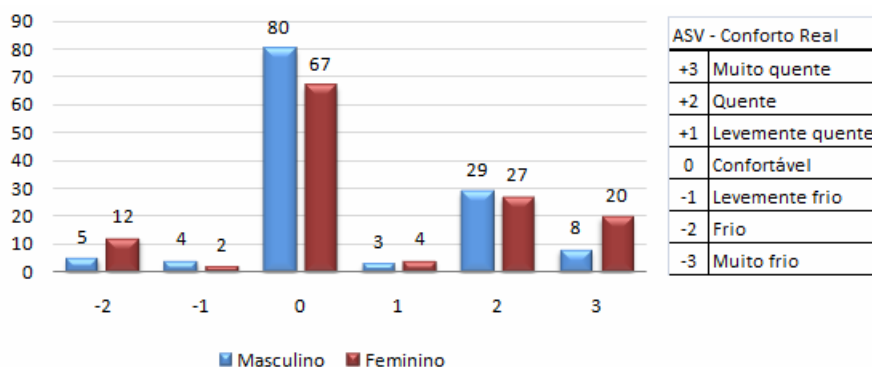


Figura 7 – Conforto real dos respondentes, por sexo (inverno e verão)

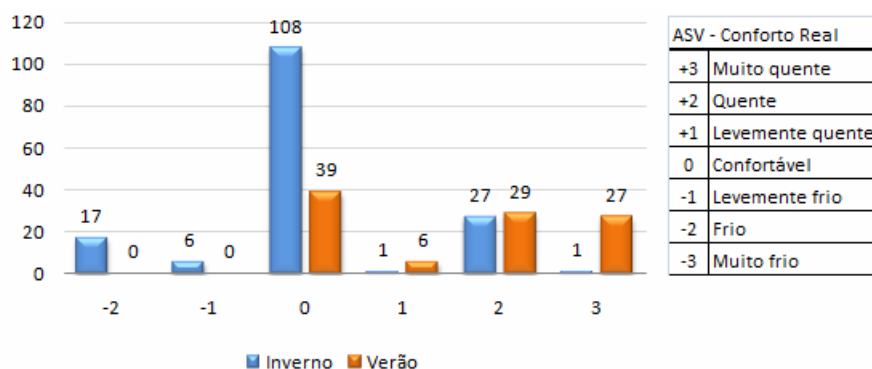


Figura 8 – Conforto real dos respondentes por estação (inverno e verão)

Observa-se, através da figura 9, que é a soma de todos os entrevistados nas duas feiras no inverno e verão, a divergência entre o conforto real dos entrevistados, na feira do Jardim Morada do Sol e do Centro juntas no inverno, e o conforto calculado expresso através do índice PET.

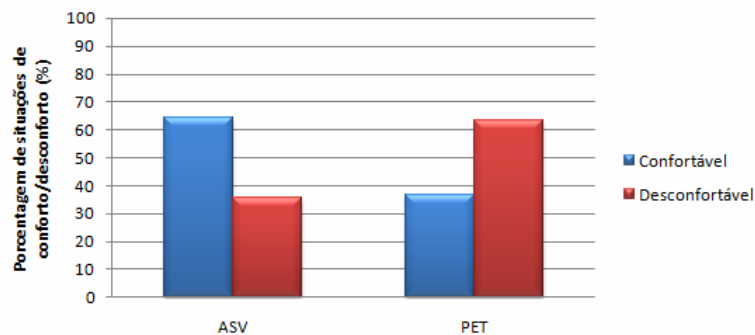


Figura 9 – Comparação do conforto real (ASV) e calculado (PET) no inverno e verão

Na figura 10, pode-se observar a concordância entre o conforto calculado (PET) entre trabalhadores e usuários, sem diferença significativa no inverno. Pode-se notar, também, que a diferença entre os trabalhadores e usuários entrevistados, confortáveis e desconfortáveis, é mais do que o dobro.

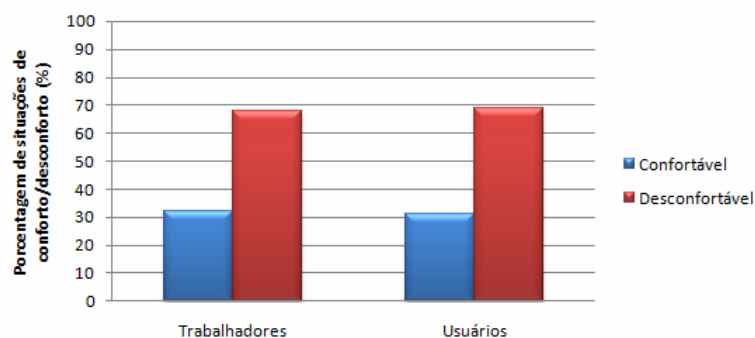


Figura 10 - Comparação do calculado (PET) no inverno

Na figura 11, o gráfico mostra que mais de 60% dos trabalhadores entrevistados se sentiam desconfortáveis no inverno, enquanto um pouco mais de 50% dos usuários entrevistados se sentiam confortáveis, de acordo com o ASV, contrastando com o gráfico anterior, de conforto calculado, em que quase 70% dos entrevistados estavam desconfortáveis. É interessante notar também que a diferença entre os trabalhadores entrevistados, confortáveis e desconfortáveis, é de aproximadamente 30 pontos percentuais, enquanto a diferença entre os usuários entrevistados, confortáveis e desconfortáveis, é de aproximadamente 10 pontos percentuais.

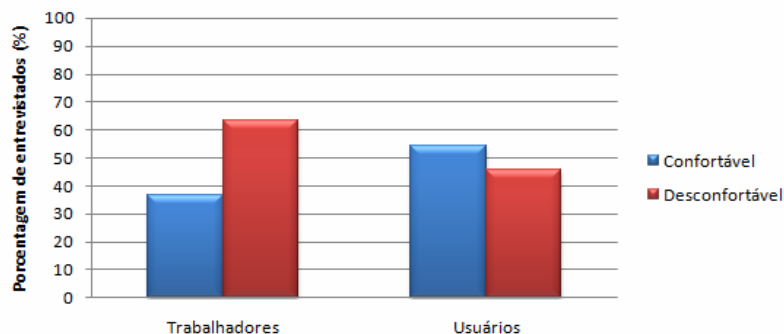


Figura 11 - Comparação do conforto real (ASV) entre trabalhadores e usuários no inverno (FMDS e FC)

Na comparação do conforto calculado (PET) entre trabalhadores e usuários, conforme figura 12, os dois índices praticamente concordam entre si, demonstrando que um pouco mais de 70%, tanto de trabalhadores quanto de usuários, se sentiam desconfortáveis no verão.

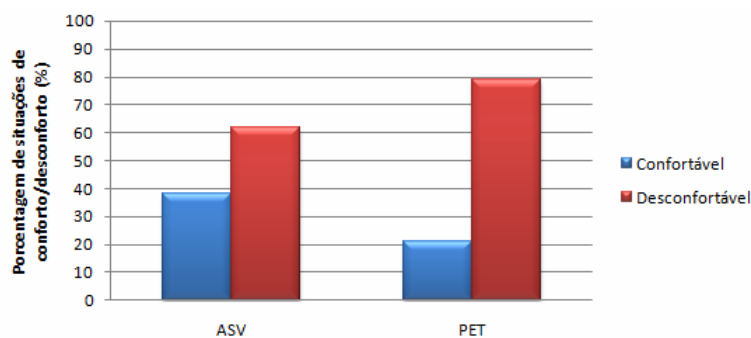


Figura 12 - Comparação do conforto real (ASV) e calculado (PET) no verão (FMDS e FC)

Na comparação do conforto calculado (PET) entre trabalhadores e usuários, conforme gráfico 13, os dois índices praticamente concordam entre si, demonstrando que um pouco mais de 70%, tanto de trabalhadores quanto de usuários, se sentiam desconfortáveis no verão.

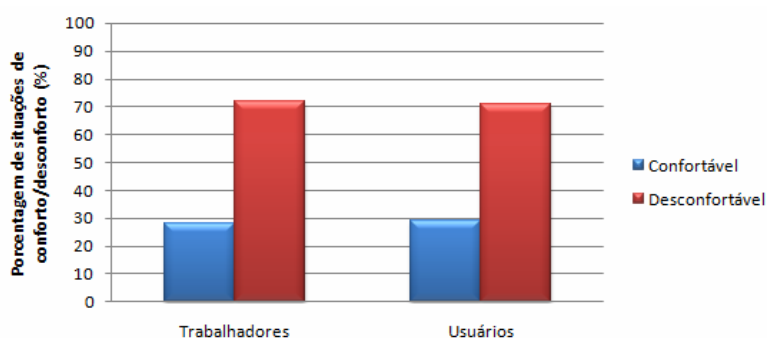


Figura 13 - Comparação do conforto calculado (PET) entre trabalhadores. e usuários no verão (FMDS e FC)

O gráfico da figura 14 traz a comparação entre o conforto real dos trabalhadores e usuários no verão, confirmando que, de fato, os trabalhadores se sentem menos confortáveis do que os usuários. É importante ressaltar que a taxa metabólica tanto dos usuários quanto dos trabalhadores foi calculada e que em sua grande maioria a taxa dos usuários estava acima da dos trabalhadores.

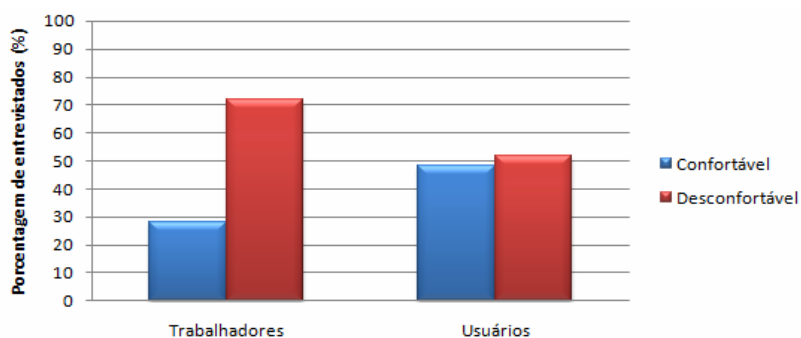


Gráfico 11 - Comparação do conforto real (ASV) entre trabalhadores. e usuários no verão (FMDS e FC)

5. CONCLUSÕES

Pelas análises estatísticas de conforto real nas feiras do Jardim Morada do Sol e do Centro juntas, no inverno e no verão, concluiu-se que o fato de os entrevistados estarem ao sol ou à sombra, no momento da entrevista, não exerceu influência significativa nas respostas dos entrevistados.

No caso do conforto real estratificado por estação, inverno e verão, concluiu-se que os entrevistados sentiram-se mais confortáveis no inverno do que no verão. O que indica que as pessoas são mais sensíveis a temperaturas mais quentes do que a temperaturas mais frias.

Já a comparação de conforto real entre trabalhadores e usuários demonstrou que, de fato, os trabalhadores se sentiram menos confortáveis do que os usuários sob as mesmas condições térmicas, o que

pode ser indício da influência psicológica.

Na comparação entre o conforto calculado (PET) e o conforto real (ASV), o PET demonstrou divergência do conforto real na maioria dos casos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUILAR, A. Feira livre: O consumo cultural na prática. *Diário Popular*, Pelotas, 28 mar. 2004, p.7.
- AHMED, K. S.; Comfort in urban spaces: defining the boundaries of outdoor thermal comfort for the tropical urban environments, *Energy and Buildings*, v. 35, p.103-110, 2003
- FANGER, P. O. *Thermal Comfort*. Copenhagen. Danish Technical Press, 1970
- GÓMEZ, F.; GIL, L.; JABALOYES, J. Experimental investigation on the thermal comfort in the city: relationship with the green áreas, interaction with the urban microclimate. *Building and Environment*, v 39, p. 1077-1086, 2004.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION ISO 7730; Moderate thermal environments – Determination of the PMV and PPD indices and specification of the conditions for thermal comfort. Genebra, 1994.
- LABAKI, L.C. et al. Conforto térmico em espaços públicos abertos: aplicação de uma metodologia em cidades do interior paulista. Projeto de pesquisa FAPESP nº 2007/00563-4
- LOIS, E.; LABAKI, L. Conforto térmico em espaços externos: uma revisão. In: Encac, 6., ENLAC, 3. Anais... São Pedro: ANTAC, 2001.
- MATZARAKIS, A.; RUTZ, F. Application of RayMan for tourism and climate investigations, *Annalen der Meteorology* 41, vol 2, p.631-636
- MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Questões teóricas de conforto térmico em espaços abertos; consideração histórica, discussão do estado da arte e proposição de classificação de modelos. *Ambiente Construído*, Porto Alegre, v.7, n.3, p. 43-58, jul./set. 2007.
- NIKOLOPOULOU, M.; BAKER, N.; STEEMERS, K. Thermal comfort in outdoor urban spaces: understanding the human parameter, *Solar Energy*, v.70, p.227-235, 2001
- NIKOLOPOULOU, M.; STEEMERS, K. Thermal comfort and psychological adaptation as a guide for designing urban spaces, *Energy and Buildings*, v. 35, p.95– 101, 2003
- NIKOLOPOULOU, M. LYKLOUDIS, S. Thermal comfort in outdoor urban spaces: Analysis across different European countries, *Building and Environment*, v. 41, (2006) p.1455—1470, 2006
- PIRENE, Henri. *História econômica e social da idade média*. 3ª Edição. São Paulo, Editora Mestre Jou, 1966, 248p.
- RUBERMAN, L. *História da riqueza do homem*. 21ª Edição Rev. Editora Guanabara Koogan S.A, 1986, 313p.
- SKUBS, D. O conforto térmico nos espaços de transição e sua influência como elemento apaziguador do microclima local. 2009. 115f. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, 2009.