

CONFORTO TÉRMICO EM ESPAÇOS EXTERNOS: UMA REVISÃO

Lois, Érika; Labaki, Lucila Chebel

Faculdade de Engenharia Civil-UNICAMP, CP 6021, CEP 13083-970, Campinas, SP
Tel. (55-19) 3788 2384, Fax (55-19) 3788 2411 E-mail: lucila@fec.unicamp.br

RESUMO

Nos últimos anos, inúmeras pesquisas têm sido levadas a efeito considerando o conforto térmico em ambientes externos. Quando comparadas com ambientes internos, as situações encontradas são bem mais complexas uma vez que envolvem não só maior variação dos fatores ambientais, principalmente a velocidade do vento, como uma variável extremamente importante, que é a radiação solar incidente. Estudos sobre conforto térmico em espaços externos geralmente levam em consideração a taxa de metabolismo, a vestimenta e a radiação solar. Também apontam para as respostas fisiológicas aos efeitos combinados dos fatores climáticos e da atividade, e particularmente a reação às taxas de sudorese. O fator psicológico também tem sido amplamente pesquisado. O objetivo desse trabalho é apresentar uma revisão dos estudos sobre o tema, bem como uma análise dos aspectos envolvidos, propondo que os próximos estudos levem em conta principalmente a qualidade do ambiente para seus usuários, tanto em atividades de trabalho como de lazer.

ABSTRACT

In the last years, several researches have been carried out considering thermal comfort in outdoor spaces. When compared with internal environment, the situations are much more complex since there is not only a larger variation of the environmental factors, mainly wind speed, but also an extremely important variable, the incident solar radiation. Studies about thermal comfort in outdoor spaces usually take into account the metabolic rate, the thermal resistance of clothing and the solar radiation. They also deal with the physiologic responses to the combined effects of the climatic factors and activity, particularly the reaction to the sweating rate. The psychological factor has also been researched thoroughly. The aim of this work is to present a revision of the studies on the theme, as well as an analysis of the involved aspects; the proposal is that the studies take into account mainly the environmental quality for their users, either in work activities as in leisure hours.

1. INTRODUÇÃO

Os espaços urbanos têm sido amplamente estudados, sob vários aspectos. Os espaços abertos têm funções estéticas e recreativas (RAJA & VIRK, 2001). Têm, entre outras, a função de proporcionar a possibilidade de deslocamento, de lazer, de esporte, passeio, e trabalho. As pessoas têm prazer em circular pelas ruas, sentar-se à mesa de cafés ou choperias nas calçadas, fazer *cooper*, caminhar, ir às compras, levar as crianças para passeios, ou simplesmente reunir-se em grupos e conversar. Para essas atividades, há a opção pelo melhor horário: em dias ensolarados no inverno, ou nas noites mais frescas no verão. Porém há atividades humanas de trabalho que são desenvolvidas em ambientes externos: carteiros, vigilantes, limpadores e varredores de ruas, trabalhadores na construção civil, os tão presentes em nossas grandes cidades distribuidores de propaganda nos semáforos, etc. Para essas pessoas, não há a possibilidade de escolha do horário de maior conforto. Necessitam trabalhar sob sol ou sob chuva, em condições de vento forte, etc. Assim, as atividades, tanto ativas quanto passivas, dos habitantes urbanos, necessitam de ambientes que sejam confortáveis termicamente.

As pesquisas sobre conforto térmico em ambientes externos, quando comparadas com aquelas em ambientes internos, são mais complexas uma vez que envolvem uma maior variação das condições climáticas. Estudos sobre a análise de conforto térmico em espaços externos (GIVONI, 1962; MORGAN & BASKETT, 1974; AROZTEGUI, 1995; JENDRITZKY & NÜBLER, 1981; MAYER & HÖPPE, 1987; GIVONI & NOGUCHI, 2000; AHMED, 2000; FORWOOD, TADEPALLI & HAYMAN, 2000; NIKOLOPOULOU & STEEMERS, 2000) levam em consideração a taxa de metabolismo, a vestimenta e a radiação solar. Também apontam para as respostas fisiológicas aos efeitos combinados entre os fatores climáticos e a atividade, e particularmente a reação às taxas de sudorese, além da inclusão dos fatores psicológicos na complexidade da análise. Muitos destes estudos estão baseados no modelo de Fanger (FANGER, 1972).

De acordo com AHMED (2000) estas pesquisas têm demonstrado que a temperatura de globo apresenta uma maior correlação com os julgamentos de conforto, apresentando um valor maior que a temperatura do ar durante o dia a céu aberto. O autor realizou investigações em Dhaka, capital de Bangladesh, uma cidade dos trópicos úmidos, em três paisagens diferentes em categorias espaciais diversas. Baseado no modelo do Fanger, foi obtido o voto médio estimado das pessoas e comparado com dados ambientais de umidade relativa, temperatura ambiente e de globo. Como resultados percebeu-se que uma mesma categoria espacial pode não produzir um mesmo ambiente térmico e que não são consideradas confortáveis no mesmo período do dia. Com essas comparações seria possível desenvolver zonas de conforto, considerando um tipo de vestimenta e uma determinada atividade para as diferentes paisagens e categorias.

Também visando a investigação de conforto nos espaços urbanos, FORWOOD, TADEPALLI e HAYMAN (2000), realizaram um trabalho experimental em quatro espaços abertos, no centro comercial da cidade de Sydney, Austrália. O estudo consistia de entrevistas sobre o estado, comportamento, sensação térmica, preferências, etc., das pessoas que freqüentavam estes lugares. Foi acompanhado de um levantamento de dados de temperatura do ar, de globo, umidade relativa e velocidade do vento. Pode-se observar que estas pessoas acreditavam que o desconforto fazia parte das atividades em áreas externas, uma vez que consideraram confortáveis condições de 15°C a 34°C de temperatura a uma velocidade do vento de 1m/s. Observou-se também que para mudar uma situação de desconforto estas pessoas optavam pela mudança de vestimenta e em segunda opção, mudavam de lugar. A razão para o local estar sendo usado em uma situação de desconforto seria explicada pelas expectativas, preferências, aceitabilidades, ou seja, fatores fora da análise térmica.

Em NIKOLOPOULOU e STEEMERS (2000), é detectada a importância dos fatores de adaptação fisiológica na análise de conforto. Este estudo concentra-se nos dados de adaptação fisiológica como: naturalidade, expectativa, experiência, tempo de exposição, controle e estimulação ambiental, apresentando uma análise DE cada um destes parâmetros, com a forma com que podem influenciar uma análise de conforto em um espaço aberto. Foi feita uma investigação do conforto térmico no contexto urbano através de entrevistas em quatro lugares diferentes no centro de Cambridge, em diferentes períodos do ano. A avaliação de conforto foi feita comparando parâmetros ambientais registrados – temperatura ambiente, de globo, velocidade do ar e umidade – juntamente com dados subjetivos obtidos através de questionários e entrevistas. Neste trabalho, para cálculo do voto médio estimado e as porcentagens de insatisfeitos foi utilizado o modelo de Fanger. Revelou-se que os parâmetros de microclima têm grande influência nas sensações térmicas, mas os fatores físicos de adaptação fisiológica e fatores psicológicos podem ser responsáveis pela diferença de 50% entre a avaliação de conforto objetiva e a subjetiva.

KATZSCHNER (2000) realizou um estudo baseado no mapa climático urbano onde desenvolveu um padrão de conforto térmico para a cidade de Kassel, localizada no centro da Alemanha, utilizando para a avaliação bioclimática a equação de balanço de calor e o índice térmico da temperatura equivalente. Como parâmetro foram levantados a temperatura do ar, o vento, a radiação solar e a umidade. Baseado no padrão térmico, a dinâmica do uso da terra, topografia, percentual de vegetação, altura efetiva dos edifícios e rugosidade foram combinados. A estrutura formada mostra que situações de ilha de calor combinadas com uma boa ventilação não levam a problemas de estresse térmico e poluição do ar, enquanto que a velocidade do vento reduzida em áreas densamente edificadas com alta incidência de radiação cria uma situação de desconforto.

CASTRO e LABAKI, 2000, relatam resultados de pesquisas realizadas com freqüentadores de áreas verdes urbanas de lazer, na região central de Campinas. Nesse trabalho, simultaneamente a um estudo de parâmetros de conforto térmico em áreas verdes urbanas, com medições de radiação solar, temperatura do ar e de globo, umidade relativa, foi realizada uma pesquisa com pessoas que freqüentam essas áreas para recreação e lazer. A metodologia aplicada, chamada pelas autoras de roteiro de entrevistas não estruturado, permitiu incentivar a participação do usuário, considerando sua opinião de uma maneira mais atuante. A entrevista se compõe de um roteiro pré-estabelecido, mas com uma seqüência aberta de questões, o que possibilita a alteração e discussão, bem como a inclusão de novas questões. As pessoas, às vezes simplesmente passantes curiosos, acabavam demonstrando seu interesse pela pesquisa, e principalmente sua preocupação com as áreas verdes, partindo da análise da sensação de conforto ao sol e à sombra dessas áreas. Eram considerados não somente os aspectos estéticos, como também os de recreação e lazer, e os de melhoria do microclima. As propostas de manutenção e preservação das áreas de estudo, associadas ao conforto térmico e qualidade de vida foram praticamente unânimes. A participação dos respondentes usuários das áreas verdes urbanas demonstra que estudos elaborados para e no ambiente urbano devem, sempre que possível, estar associados a sugestões, opiniões, compreensão e participação das pessoas que freqüentam essas áreas.

RAJA e VIRK, 2001, sugerem que as estratégias de condicionamento ambientais para o conforto humano incluem:

- Sol/Sombra: controle da radiação solar direta nos espaços públicos abertos.
- Controle radiante: controle da radiação refletida e térmica, dos edifícios e outros objetos.
- Vento: controle do vento incidente e quebra-ventos para minimizar o desconforto no inverno.
- Evaporação/Humidificação: uso de resfriamento evaporativo em espaços abertos.

Através destes e outros estudos é possível contarmos hoje com alguns índices térmicos em ambientes externos que possibilitam a avaliação da situação de conforto/estresse térmico nestes ambientes.

2. ÍNDICES DE CONFORTO TÉRMICO PARA ESPAÇOS EXTERNOS

2.1 Índice de Stress Térmico (I.T.S.)

Na década de 60, GIVONI (1962), desenvolveu o Índice de Stress Térmico, um modelo biofísico que leva em conta a taxa de metabolismo, diferentes vestimenta e a taxa de sudação. Este modelo descreve o mecanismo de troca entre o corpo e o ambiente, a partir do qual o stress térmico total do mesmo (metabólico e ambiental) pode ser calculado. Acima da zona de conforto, a taxa de sudação, necessária para manter o balanço térmico também pode ser observada desde que o corpo permaneça em equilíbrio térmico (com uma temperatura elevada, mas constante). Abaixo da zona de conforto, o índice tem um valor negativo indicando o stress devido ao frio (GIVONI, 1981).

O I.T.S. é baseado na suposição de que, dentro de uma série de condições, onde é possível se manter o equilíbrio térmico, o suor é secretado a uma taxa suficiente para a obtenção do resfriamento através da evaporação necessária para balancear a produção de calor pelo organismo e a troca com o ambiente. A relação entre a secreção de suor e o adequado resfriamento por evaporação depende da eficiência da transpiração. Quando esta eficiência é reduzida, o corpo secreta suor a uma taxa maior que a equivalente ao calor latente de resfriamento, a fim de compensar essa deficiência.

Segundo GIVONI (1981), a primeira versão do índice I.T.S. era destinada apenas para ambientes internos e um tipo de vestimenta (roupa leve de verão). Posteriormente, foi estendido para ambientes externos, com a inclusão, entre outros fatores, da radiação solar, cobrindo também outros tipos de vestimenta. Ao mesmo tempo, os valores numéricos de vários coeficientes foram revisados baseados em dados experimentais adicionais.

A faixa de valores coberta pelo Índice de Stress Térmico é:

- temperatura do ar: 20-50 °C

- pressão de vapor: 5-40 mmHg
- velocidade do ar: 0,10-3,5 m/s
- radiação solar: alcance total 600 kcal/h
- taxa metabólica: 100-600 kcal/h
- vestimenta: seminu, roupa leve de verão, uniforme industrial ou militar.

O ITS proporciona, segundo GIVONI (1981), um método analítico para determinar o efeito combinado da taxa metabólica, das condições ambientais e da vestimenta sobre a tensão fisiológica, manifestada pela taxa de sudação.

2.2 Modelo de Morgan e Baskett

MORGAN & BASKETT (1974) fizeram uma revisão dos índices que haviam surgido até este período e verificaram que a modelagem das relações homem-ambiente baseadas no cálculo de balanço energético ainda estavam em sua fase inicial. A maior parte dos índices ou modelos existentes estava projetada para ambientes interiores, não sendo capazes de considerar os efeitos da radiação solar do exterior. Além disso, como reflexo da desintegração entre o trabalho de fisiologistas e meteorologistas, se alguns índices continham tratamentos sofisticados dos processos fisiológicos de trocas térmicas, os fatores climático-ambientais eram considerados de forma apenas esquemática e vice-versa. Segundo os autores, poucos modelos que tratavam aqueles fatores com certa profundidade eram muito limitados com respeito aos processos fisiológicos.

Os autores se basearam nas melhores partes dos índices desenvolvidos até então e propuseram algumas inovações - o MANMO (*Man Model*). Dado um conjunto de fatores fisiológicos como tamanho, localização, atividade e vestimenta, e dada a descrição do ambiente segundo parâmetros como radiação, temperatura do ar, umidade e movimento do ar, é possível calcular a temperatura e a umidade da pele. Esses parâmetros são então relacionados com o índice *PLS* (*pleasantness*; grau de conforto) de Winslow, Herring & Gagge, desenvolvido em 1938. O *PLS* é um valor numérico relacionado à escala: 1 = muito agradável; 2 = agradável; 3 = neutro; 4 = desagradável; 5 = muito desagradável. A temperatura da pele obtida pelo MANMO é comparada com a relação de Fanger entre a temperatura confortável da pele e a taxa metabólica. A diferença entre a temperatura média da pele obtida pelo modelo e a temperatura média confortável da pele é chamada de sensação térmica (*TSEN - thermal sensation*), para a qual também são atribuídos valores numéricos numa escala de +3 (muito quente) a -3 (muito frio), com 0 para a neutralidade.

2.3 Modelo de Jendritzky e Nübler

Trata-se de um modelo desenvolvido por JENDRITZKY & NÜBLER (1981), que também adapta o modelo de Fanger às condições exteriores. Para o cálculo do fluxo de calor radiante do e para o corpo humano, utilizam a radiação solar direta, difusa e refletida, a emissão de radiação de onda longa pelas superfícies vizinhas e a radiação da vestimenta. Para o cálculo da temperatura radiante média, os autores introduzem “fatores de ângulo” para cada superfície de entorno ao corpo humano, com características específicas da turbidez da atmosfera (T), albedo (σ) e emissividade (ϵ).

Para se obter as variáveis relacionadas a estes índices, foi elaborada uma tabela válida para cidades de porte médio podendo ser aplicadas à Europa Central, com oito lugares com características diferentes.

Para estabelecimento do critério de conforto é utilizado o Voto Médio Estimado de Fanger, integrado à escala psico-física de sete pontos da ASHRAE.

2.4 Modelo de Munique para Balanço de Energia para Indivíduos (MEMI)

Desenvolvido por Höpfe em 1984 (MAYER & HÖPPE, 1987), baseia-se na equação de balanço de energia. Considera um estado estacionário de dois nós, no qual a taxa de transpiração é uma função não apenas da temperatura da pele, mas também da temperatura do interior do corpo. Os fluxos de

calor são calculados separadamente para as partes vestidas e não vestidas do corpo. Idade e sexo são considerados no cálculo das taxas de metabolismo e transpiração.

Assim o MEMI consiste em três equações: a de balanço de energia total do corpo; o fluxo de calor (Fcs) do interior do corpo para a pele, e o fluxo de calor (Fsc) da pele, através das camadas de roupa, para as superfícies externas das roupas. O sistema de equações permite uma quantificação definida das três quantidades desconhecidas: temperatura média da pele, temperatura da roupa e temperatura interna do corpo, quando são conhecidos os parâmetros meteorológicos (temperatura do ar, pressão de vapor, velocidade do ar e temperatura radiante média) e os parâmetros pessoais (idade, sexo, pelo, altura, taxa metabólica, resistência térmica da roupa, posição do corpo).

2.5 Temperatura Fisiológica Equivalente (PET)

A Temperatura Fisiológica Equivalente (PET - *Physiological Equivalent Temperature*) é um índice para cálculo do conforto térmico, adaptado às condições externas, que considera não só a temperatura, umidade e vento, mas também a temperatura radiante média e é baseado na equação de equilíbrio térmico humano em estado de uniformidade (MAYER & HÖPPE, 1987).

Foi criado visando estabelecer um índice de fácil entendimento, transmitido para condições internas, mais fácil de avaliar. Para isso é feita uma transferência do bioclima para um ambiente fictício equivalente onde:

- a temperatura radiante média é igual à do ar
- a velocidade do ar é fixa em um valor adequado para um ambiente interno de 0,1m/s.
- a pressão de vapor do ar no ambiente é admitida como sendo 12 hPa (umidade relativa de 50% à temperatura do ar de 20°C)
- metabolismo de trabalho o qual deve ser incluído o metabolismo básico é de 80W (trabalho sedentário leve) e o valor de vestimenta é estimado em 0,9 clo.

O PET incorpora valores reais de temperatura superficial e evaporação do suor. Para calcular este índice, alguns valores devem ser conhecidos:

$$PET = f(t_l, t_{mrt}, e, v) \quad [\text{Eq. 1}]$$

Onde:

t_l = temperatura do ar, °C;

t_{mrt} = temperatura radiante média, °C;

e = pressão de vapor, mb;

v = velocidade do vento, m/s.

O PET é calculado então como aquela temperatura do ar para a qual o balanço de energia para as condições supostas desse ambiente interno fictício está em equilíbrio com a mesma temperatura média da pele e mesma taxa de sudorese que as calculadas para as condições reais externas. De acordo com sua definição, valores de PET próximos de 20°C podem ser caracterizados como confortáveis. Valores mais altos indicam uma possibilidade crescente de stress térmico, ao passo que valores mais baixos indicam condições muito frias para conforto.

2.6 Temperatura Neutra ao Exterior (Tne)

A Temperatura Neutra (Tn), temperatura ambiente considerada pela população “nem quente, nem fria”, proposta por HUMPHREYS (1975), põe em evidência, segundo AROZTEGUI (1995), a lógica correlação entre as expectativas da população diante de ambientes condicionados naturalmente,

refletidas nos hábitos de vida, vestimentas e nível de atividades. Uma relação linear, válida para ambientes interiores, se comprova entre a temperatura média mensal (T_{mm}) e a Temperatura Neutra, onde a velocidade do ar é baixa e as temperaturas médias radiantes não se afastam excessivamente das temperaturas do ar.

Para a análise de ambientes externos deve-se considerar duas variáveis de difícil apreciação: a radiação solar e a velocidade do vento. A primeira reúne o efeito da temperatura radiante orientada pela posição do Sol e toda a complexidade do aspecto do céu, e as reflexões do entorno. A segunda se caracteriza por uma acentuada agitação e por ser bastante afetada, no espaço e no tempo por acidentes aleatórios, ao nível do pedestre. Dessa forma, é necessário aceitar simplificações enquanto se tenta dominar essas variáveis.

A Temperatura Neutra ao Exterior (T_{ne}) é definida com base nas mesmas variáveis que compõem a Temperatura Neutra interna incorporando os efeitos dos principais agentes externos, ou seja, os efeitos gerados pelo vento e pelo sol.

Baseando-se no Índice de Stress Térmico (I.T.S.) de Givoni, (GIVONI, 1981), AROZTEGUI (1995) desenvolveu uma equação que soma os efeitos dos agentes exteriores à temperatura neutra interior. Para uma taxa de sudorese em atividade sedentária e adotando-se condições médias para as características do entorno (roupas 0,8 clo, atividade sedentária, umidade relativa entre 35% e 65%), foi determinada a equação da Temperatura Neutra ao Exterior:

$$T_{ne} = 3,6 + 0,31T_{mm} + \frac{100 + 0,1R_{dn}(1 - 0,52(V^{0,2} - 0,88))}{11,6V^{0,3}} \quad [\text{Eq.2}]$$

Onde:

T_{ne} = Temperatura Neutra ao Exterior (°C);

T_{mm} = temperatura média mensal (°C);

R_{dn} = radiação solar direta normal (W/m^2);

V = velocidade do ar (m/s).

Para temperatura do ar inferior à Temperatura Neutra Exterior ($t_{ar} < t_{ne}$) é considerado um período frio (*pf*).

2.7 Índice de Noguchi e Givoni

Trata-se de uma pesquisa de conforto em áreas externas realizada por Noguchi e Givoni em 1997, envolvendo dados de temperatura do ar, radiação solar e velocidade do vento, dados que variam conforme as características do espaço aberto (GIVONI & NOGUCHI, 2000). Também foram estudadas as relações entre sensação térmica e sensação global de conforto, verificada em pesquisa desenvolvida pela Fujita Corporation em uma área gramada e outra de estacionamento asfaltado em um parque em Yokohama City, Japão.

O objetivo desta pesquisa era determinar o efeito quantitativo dos vários aspectos de projeto que modificam a incidência do sol e ventos, durante épocas diferentes, considerando pessoas vestidas de acordo com a prática comum nas diferentes estações, do verão de 1994 ao verão de 1995.

Teve como base a aplicação de um questionário com respostas subjetivas a um homem e uma mulher, somando três pares, submetidos a diferentes condições experimentais, ou seja, áreas com diferentes características, havendo uma pequena distância entre elas (área sombreada, área ao sol e uma área aberta porém protegida do vento com uma placa transparente). Este levantamento foi desenvolvido por

alguns dias durante as quatro estações. O questionário englobava a sensação térmica (calor/frio) e conforto térmico (confortável/desconfortável).

Para a sensação térmica de percepção de calor e frio foi adotada a escala de 1 (muito frio) a 7 (muito calor). A escala de conforto foi de 1 (muito desconfortável) a 7 (muito confortável), com o nível 4 para a situação de neutralidade. Os grupos se alteravam a cada 20 minutos respondendo o questionário nos 5 minutos restantes. As condições meteorológicas foram medidas ao mesmo tempo da aplicação do questionário, onde foram levantados dados de temperatura do ar, umidade, temperatura do entorno e vento, além da sensação térmica e de conforto.

Através da análise dos dados foi possível o desenvolvimento de uma fórmula prognosticando a sensação de conforto de um indivíduo em área externa, em determinada condição climática, com diferentes vestimentas para as diferentes estações, obtendo-se assim a seguinte relação entre sensação térmica (*thermal sensation* - TS) e conforto.

$$TS=1,7+0,118Ta+0,0019SR-0,322WS-0,0073RH+0,0054ST \quad [Eq.3]$$

Onde:

TS = sensação térmica

Ta = temperatura na sombra (°C)

SR = radiação solar horizontal (W/m²)

WS = velocidade do vento (m/s)

RH = umidade relativa (%)

ST = temperatura da superfície ao redor (°C)

Para níveis de *TS* 5, 6 e 7 (pouco confortável, mais confortável e muito confortável) pode-se considerar uma categoria de "confortável". Se o índice for menor, considera-se uma situação de desconforto. Se for maior, no entanto, encontraremos uma situação de "super conforto", que deverá, segundo os autores, estar relacionada a uma situação de estimulação, de prazer fora de uma análise específica de conforto. O conforto térmico seria uma condição necessária, mas não suficiente, para uma sensação "positiva" de agrado com o ambiente.

3. CONCLUSÕES

Com esse trabalho, espera-se contribuir para as pesquisas que estão se iniciando no Brasil sobre conforto térmico em espaços urbanos externos. Através dessa revisão nota-se que há resultados de pesquisas de quase vinte anos, demonstrando a preocupação com o ambiente externo. A maior parte delas, porém, revela maior preocupação com clima frio, com o efeito desconfortável de ventos fortes no inverno. É necessário que avancemos em nossos estudos, voltados para ambientes ensolarados, para que se possa contribuir com os planejadores urbanos no sentido de projetar e desenvolver espaços externos urbanos de grande qualidade ambiental, permitindo às populações que freqüentam esses ambientes, principalmente aquelas que aí trabalham, usufruir dessa qualidade.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AHMED, Khandaker Shabbir (2000). Comfort in urban spaces: defining the boundaries of outdoor thermal comfort for the tropical urban environments. In: PLEA, 2000, Cambridge. *Proceedings...* Cambridge: James & James, p. 571-576.
- AROSZTEGUI, José Miguel. (1995). Cuantificación del impacto de las sombras de los edificio. In: ENCONTRO NACIONAL NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 3, ENCONTRO LATINO-AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 1, 1995, Gramado. *Anais...* Porto Alegre: ANTAC, p. 341-346.

- CASTRO, Larissa F. e LABAKI, Lucila C. (2000). People and environment: thermal comfort in green urban areas”, ECAC 2000 – 3rd European Conference on Applied Climatology, *Proceedings*, CD-Rom, Pisa.
- FANGER, P. O. (1970). *Thermal Comfort*. New York: McGraw-Hill.
- FORWOOD, Bruce, TADEPALLI, Koen, HAYMAN, Simon. (2000). Modeling thermal adaptation and thermal preferences in outdoor urban environments. In: PLEA, 2000, Cambridge. *Proceedings*, p. 577-580.
- GIVONI, B. (1962). The influence of work and environmental conditions on the physiological responses and thermal equilibrium of man. In: SYMPOSIUM ON ENVIRONMENTAL PHYSIOLOGY AND PSYCHOLOGY IN ARID CONDITIONS, Lucknow, Índia. *Anais...* Lucknow: UNESCO, p. 199-204.
- GIVONI, B. (1981). *Man, Climate and Architecture*. 2.ed. London: Applied Science, 483p.
- GIVONI, B., NOGUCHI, (2000).M. Issues in outdoor comfort research. In: PLEA, 2000, Cambridge. *Proceedings...* Cambridge: James & James, p. 562 – 565.
- HUMPHREYS, M., (1975). Field studies of thermal comfort compared and applied. *BRE Current Paper*, 75/76, Londres, UK.
- JENDRITZKY, G. & NÜBLER.(1981) A model analyzing the urban thermal environment in physiologically significant terms. *Arch. Met. Geoph. Biokl.*, n. 29, ser. B, p. 313-326.
- KATZSCHNER, Lutz . (2000). Urban climate maps – a tool for calculations of thermal conditions in outdoor spaces. In: PLEA, 2000, Cambridge. *Proceedings*, p. 453 - 458.
- MAYER, H., HÖPPE, P. (1987). Thermal comfort of man in different urban environments. *Theoretical and Applied Climatology*, v. 38, p. 43-49.
- MORGAN, D. L. & BASKETT, R. I. (1974). Comfort of man in the city: an energy balance model of man-environment coupling, *International Journal of Biometeorology*, v. 18, p. 184-198.
- NAKAGAWA, K. (1006). Recent trends of urban climatological studies in Japan, with special emphasis on the thermal environments of urban areas. *Geographical Review of Japan*, n. 69B, p. 206-224.
- NIKOLOPOULOU, Marialena, STEEMERS, Koen. Thermal comfort and psychological adaptation as a guide for designing urban spaces. In: PLEA, 2000, Cambridge. *Proceedings*, p. p. 565-570.
- RAJA, Iffikhar A., & VIRK, Gurbinder S., Thermal comfort in urban open sapces: a review. (2001). In: Moving Thermal Comfort Standards into the XXI Century, Windsor. *Proceedings*, p. 342-352.

AGRADECIMENTO

À FAPESP, pela bolsa de mestrado para E. L.(Proc. 99/07217-6).