

CONFORTO TÉRMICO EM ESPAÇOS ABERTOS. PARTE 3: CONSIDERAÇÃO DO SEXO, ACLIMATAÇÃO E ADAPTAÇÃO

Leonardo Marques Monteiro (1); Marcia Peinado Alucci (2)

Departamento de Tecnologia, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo
São Paulo, Brasil, tel: 55 11 3091-4538 r.214, fax: 55 11 3091-4539
e-mail: (1) leo4mm@gmail.com (2) marcialu@usp.br

RESUMO

Os artigos “Conforto térmico em espaços abertos. Parte 1: consideração de variáveis ambientais” e “Conforto térmico em espaços abertos. Parte 2: consideração da taxa metabólica e isolamento térmico da roupa” apresentaram os levantamentos empíricos e considerações teóricas que levaram às correlações entre variáveis microclimáticas, subjetivas e individuais, que culminaram na proposição do índice de temperatura equivalente percebida (TEP). Ressaltando-se que o objetivo desta pesquisa, “Conforto térmico em espaços abertos”, foi quantificar as correlações entre variáveis microclimáticas (temperatura, umidade e velocidade do ar e radiação térmica) e variáveis subjetivas (percepção de sensações térmicas), mediadas por variáveis individuais (vestimentas e atividade física), possibilitando a predição do grau de adequação térmica de espaços abertos para uma população adaptada às condições climáticas em que se encontra, este terceiro, e último, artigo tem o objetivo de verificar a questão da adaptação e, para tanto, tratará de três fatores: sexo, aclimatação e adaptação. Os métodos usados são indutivo experimental (levantamento em campo de variáveis microclimáticas, individuais e subjetivas), estatístico (regressão numérica), analítico (balanço termo-fisiológico) e comparativo (temperatura equivalente). Os resultados indicam que a predição da sensação térmica em espaços abertos requer modelo com base empírica específica para dada população adaptada a determinadas condições climáticas, verificando-se ainda a adaptação frente às condições climáticas prévias, concluindo-se com a proposição de um modelo adaptativo, incorporado ao anteriormente proposto índice de temperatura equivalente percebida (TEP).

Palavras-chave: conforto térmico, espaços abertos, modelo preditivo, temperatura equivalente.

ABSTRACT

The papers “Outdoor thermal comfort. Part 1: consideration of microclimatic variables” and “Outdoor thermal comfort. Part 2: consideration of metabolic rate and thermal clothing insulation” presented the empirical research and considered the theoretical considerations that lead to the correlations between microclimatic and subjective variables, which ended up to the proposition of the index of temperature of equivalent perception (TEP). Considering that the objective of this research, “Outdoor thermal comfort” was to quantify the correlations between the urban microclimatic variables (air temperature, humidity and velocity and thermal radiation) and subjectivity variables (perception of thermal sensation variables), mediated by means of individual variables (clothing insulation and metabolic rate), allowing the prediction of the outdoor thermal environment adequacy to a population adapted to a given climatic condition, this third, and last, paper has the objective of verify the question of adaptation and, in order to that, will consider three factors: sex, acclimatization and adaptation. The methods applied were: experimental inductive (field research of microclimatic, individual and subjective variables), statistic (numeric regression), analytic (thermo-physiological model) and comparative (equivalent temperature). The results indicate that the outdoor thermal sensation prediction requires a model with specific empirical base for a given population adapted to certain climatic conditions, verifying yet the adaptation to the previous climatic conditions, concluding with the proposition of an adaptive model, incorporated to the previously proposed index of temperature of equivalent perception (TEP).

Keywords: thermal comfort, outdoor spaces, predictive model, equivalent temperature.

1 INTRODUÇÃO

São considerados aqui alguns fatores que influenciam na percepção da sensação térmica, verificada inicialmente no artigo “*Conforto térmico em espaços abertos. Parte 1: consideração de variáveis ambientais*”. Os principais fatores individuais comumente considerados são os referentes à atividade física, que determinará diferentes taxas metabólicas, e vestimenta, que determinará diferentes isolamentos térmicos. Esses dois fatores foram considerados no artigo anterior, “*Conforto térmico em espaços abertos. Parte 2: consideração da taxa metabólica e do isolamento térmico da roupa*”, e verificou-se de que forma eles se relacionam com a percepção da sensação térmica.

Contudo, outros fatores podem interferir nos resultados. A seguir, mencionam-se alguns, considerados por vários autores, a maior parte deles em trabalhos voltados para ambientes internos, atendo-se aqui mais especificamente àqueles que apresentam relações específicas com ambientes externos. Assim, fatores que podem influenciar na sensação térmica são: fatores pessoais gerais como sexo, idade e etnia, e pessoais específicos como alimentação, postura, constituição corporal, ritmo circadiano e ciclo menstrual (Fanger, 1972); a localização geográfica e seu clima, considerando-se tanto o local de origem da pessoa quanto o tempo de aclimação em determinado local (Humphreys, 1975); transientes térmicos, nos quais a pessoa é submetida a diferentes condições no tempo (Vogt, 1981); aquecimento ou esfriamento desigual do corpo, no qual a pessoa é submetida a diferentes condições no espaço, como em situações de campos de radiação assimétricos, correntes de ar e pisos quentes ou frios (ISO 7730, 2005); outros fatores diversos, comuns em espaços abertos no meio urbano, como aglomeração de pessoas ou ainda fatores físicos como chuva, ruído e ofuscamento (Nikolopoulou, 2004). Maiores detalhes podem ser encontrados em Monteiro (2008).

2 OBJETIVO

O objetivo deste artigo é apresentar uma verificação comparativa, em que são considerados dois fatores, sexo e aclimação, por meio dos resultados encontrados nos levantamentos empíricos. Com base nos resultados, é considerada a questão mais específica da adaptação em função da exposição às condições climáticas prévias, utilizando-se, além dos resultados dos levantamentos empíricos, dados climáticos de séries temporais de estações meteorológicas, levando à correção dos valores do índice de temperatura equivalente percebida (TEP), propiciando predições mais satisfatórias por meio de um modelo adaptativo.

3 MÉTODOS

Para a realização do estudo comparativo de diferentes fatores, são considerados sete diferentes conjuntos de dados microclimáticos, que configuram diferentes níveis para verificação de resultados. Desta forma, têm-se os seguintes conjuntos: 72 situações microclimáticas, 36 situações de verão, 36 situações de inverno, 18 situações do verão mais quente, 18 situações do inverno mais frio, 6 situações mais quentes e 6 situações mais frias. A Tabela 1 fornece os valores médios, máximos e mínimos de cada conjunto.

Tabela 1: Valores das variáveis microclimáticas para os diversos conjuntos de situações levantados empiricamente.

conjuntos	situações	t_{ar}			UR			v_{ar}			t_{rm}		
		mín	méd	máx	mín	méd	máx	mín	méd	máx	mín	méd	máx
total	72	15,1	24,2	33,1	30,9	58,5	94,7	0,1	0,74	3,6	15,5	31,3	65,5
verão	36	22,1	26,4	33,1	30,9	53,8	67,7	0,1	0,80	1,4	22,9	33,4	59,0
inverno	36	15,1	21,9	28,9	39,5	63,2	94,7	0,2	0,67	3,6	16,0	29,2	51,4
verão mais quente	18	24,1	28,0	33,1	30,9	50,4	65,4	0,3	1,08	1,4	27,8	35,6	65,5
inverno mais frio	18	15,1	20,1	23,6	49,8	67,2	94,7	0,2	0,58	3,6	16,0	27,7	49,2
situações mais quentes	6	28,9	30,1	33,1	31,8	38,2	43,4	0,3	0,94	1,4	45,8	50,8	65,5
situações mais frias	6	15,1	16,6	19,5	76,7	87,4	94,7	0,4	1,05	3,6	16,0	18,4	22,3

Onde: t_{ar} é a temperatura do ar, em °C; UR é a umidade relativa, em porcentagem, v_{ar} é a velocidade do ar, em m/s, t_{rm} é a temperatura radiante média, em °C.

3.1 Sexo

A Tabela 2 apresenta os resultados dos valores médios e desvios padrão encontrados para homens e mulheres aclimatados nos diferentes conjuntos de situações climáticas consideradas. Considerando-se o conjunto total das setenta e duas situações microclimáticas, verifica-se que a sensação térmica média dos grupos masculino e feminino é bastante próxima: 0,49 para aquele e 0,44 para este, apresentados valores de isolamento da roupa respectivamente de 0,55 clo e 0,57 clo. Observa-se que, mesmo com o grupo feminino apresentando em média um valor ligeiramente maior de isolamento de roupa, ainda assim tem-se uma sensação média de menos calor do que o grupo masculino. Ressaltando-se que o modelo de TEP já considera a adaptação relativa à utilização da vestimenta adequada, pode-se sugerir, com base na diferença de $\pm 0,025$

encontrada para os valores médios de sensação térmica dos grupos masculino e feminino, uma correção equivalente a $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$ no modelo. Portanto, para situações em que se tenha uma população com maiores porcentagens masculina ou feminina, poderiam ser adotadas correções entre $+0,2^{\circ}\text{C}$, para totalidade masculina, e $-0,2^{\circ}\text{C}$, para totalidade feminina. Contudo, a seguir, são considerados os diversos conjuntos de situações climáticas para se verificar as particularidades da diferença encontrada.

Tabela 2: Resultados dos valores médios e desvios padrão encontrados para homens e mulheres aclimatados em diferentes conjuntos de situações climáticas.

conjuntos	sexo	n	%	I _{cl}	Sens		
total	total	1750	100	0,56	$\pm 0,17$	0,46	$\pm 1,03$
	masc	652	37	0,55	$\pm 0,15$	0,49	$\pm 0,98$
	fem	1098	63	0,57	$\pm 0,17$	0,44	$\pm 1,06$
verão	total	912	100	0,47	$\pm 0,12$	0,62	$\pm 0,97$
	masc	330	36	0,47	$\pm 0,10$	0,63	$\pm 0,93$
	fem	582	64	0,47	$\pm 0,12$	0,61	$\pm 1,00$
inverno	total	838	100	0,67	$\pm 0,15$	0,29	$\pm 1,06$
	masc	322	38	0,64	$\pm 0,14$	0,35	$\pm 1,02$
	fem	516	62	0,68	$\pm 0,15$	0,24	$\pm 1,09$
verão mais quente	total	444	100	0,40	$\pm 0,05$	0,80	$\pm 0,96$
	masc	156	35	0,42	$\pm 0,05$	0,81	$\pm 0,93$
	fem	288	65	0,39	$\pm 0,05$	0,79	$\pm 0,98$
inverno mais frio	total	430	100	0,69	$\pm 0,14$	0,02	$\pm 0,95$
	masc	163	38	0,67	$\pm 0,15$	0,10	$\pm 0,94$
	fem	267	62	0,71	$\pm 0,14$	-0,05	$\pm 0,96$
situações mais quentes	total	154	100	0,40	$\pm 0,05$	2,10	$\pm 0,60$
	masc	48	31	0,42	$\pm 0,03$	2,11	$\pm 0,59$
	fem	106	69	0,39	$\pm 0,05$	2,09	$\pm 0,61$
situações mais frias	total	136	100	0,81	$\pm 0,14$	-1,16	$\pm 0,70$
	masc	52	38	0,79	$\pm 0,15$	-1,03	$\pm 0,51$
	fem	84	62	0,83	$\pm 0,13$	-1,27	$\pm 0,82$

Onde: n é o número de entrevistados; % é a porcentagem de cada sexo; I_{cl} é o isolamento da roupa, em clo; Sens é a sensação térmica média do conjunto de entrevistados, adimensional.

Com relação aos conjuntos referentes ao verão, verifica-se que para a totalidade de situações tem-se isolamento da roupa de 0,47 clo para homens e mulheres, sendo que aqueles apresentam sensação térmica média ligeiramente maior do que estas: 0,63 contra 0,61. Entretanto, observa-se que para o caso específico de verão, a diferença entre as sensações térmicas médias é metade da verificada para o conjunto total de situações. Considerando-se os conjuntos de situações do verão mais quente e das seis situações mais quentes de verão, em ambos verifica-se que as mulheres apresentam isolamento da roupa menor do que o dos homens: 0,39 clo e 0,42 clo, respectivamente. Nota-se ainda que as sensações térmicas são respectivamente 0,79 e 0,81 para o primeiro conjunto e 2,09 e 2,11 para o segundo. Observa-se que a diferença encontrada na sensação térmica média de mais calor para os homens pode ser explicada pelo fato de apresentarem maior isolamento térmico da roupa. Possivelmente, esses valores não se reduziram tanto para o grupo masculino quanto para o feminino, provavelmente devido a limitações culturais relativas às vestimentas.

Considerando-se os conjuntos referentes ao inverno, verifica-se que para a totalidade de situações tem-se isolamento da roupa de 0,64 clo para homens e 0,68 clo para mulheres, sendo que aqueles apresentam sensação térmica média maior do que estas: 0,35 contra 0,24. Com relação aos conjuntos de situações do inverno mais frio e das seis situações mais frias de inverno, nota-se que em ambos mantém-se maior isolamento da roupa no grupo feminino em relação ao masculino: 0,71 clo e 0,67 clo para o primeiro conjunto e 0,83 e 0,79 clo para o segundo. Contudo, com relação à sensação térmica média de mulheres e homens, verifica-se o acentuamento das diferenças na medida em que se têm situações de mais frio. Assim, observa-se, respectivamente para o grupo feminino e masculino, -0,05 e 0,10 para o conjunto de situações do inverno mais frio e de -1,27 e -1,03 para o conjunto das seis situações mais frias de inverno.

Com base no que foi apresentado, podem-se resumir as diferenças encontradas para verão e inverno, e discuti-las, conforme se segue. A diferença de 0,05 na sensação térmica média, verificada entre o grupo masculino e feminino, diminui para 0,02 no verão e praticamente desaparece nos conjuntos de verão mais quente e de situações de maior calor. A consideração da diferença praticamente nula nesses dois conjuntos deve-se à diferença no isolamento da roupa, que é inicialmente de 0,02 clo, tornando-se nula no conjunto de verão e então se invertendo no verão mais quente para 0,03 clo e assim permanecendo no conjunto das situações de maior calor. Esses dois conjuntos de verão mais quente e de situações de maior calor são os únicos em que o grupo feminino apresenta valores médios de isolamento da roupa menores que do grupo masculino, apresentando esse grupo, portanto, valores médios de sensação térmica ligeiramente maiores, devidos, nesses casos, ao maior isolamento térmico da roupa. Por outro lado, a diferença inicial entre o grupo masculino e o feminino de 0,05, na sensação térmica média, aumenta para 0,11 no conjunto referente ao

inverno, para 0,15 no conjunto referente ao inverno mais frio e, finalmente, para 0,24 no conjunto de situações mais frias. Ressalta-se que a diferença entre o isolamento térmico da roupa do grupo feminino e masculino se mantém constante em 0,04. Verifica-se, portanto, que ao se acentuar as situações de frio há maior diferença nas sensações térmicas entre homens e mulheres, enquanto que, ao se acentuar as situações de calor, a diferença nas sensações térmicas tende a desaparecer, chegando a inverter-se, passando os homens a sentir mais calor, devido possivelmente a diferenças culturais no valor do limite inferior para isolamento da roupa.

Calculando-se os valores de temperatura equivalente percebida (TEP) para os valores médios apresentados na Tabela 1 obtém-se a referente coluna da Tabela 3. Considerando-se as diferenças na sensação térmica entre os grupos masculino e feminino depreendidas da Tabela 2 e tratados conforme argumentação recém realizada, obtém-se a coluna Δ Sens da Tabela 3.

Tabela 3: Temperatura equivalente percebida e variação na sensação térmica de homens e mulheres para diferentes conjuntos de situações climáticas

conjuntos	situações	TEP	Δ Sens
situações mais quentes	6	37,9	$\pm 0,010$
verão mais quente	18	29,7	$\pm 0,010$
verão	36	28,7	$\pm 0,010$
total	72	27,1	$\pm 0,025$
inverno	36	25,4	$\pm 0,055$
inverno mais frio	18	24,3	$\pm 0,075$
situações mais frias	6	18,3	$\pm 0,120$

Com a correlação linear simples dos valores apresentados na Tabela 3, tem-se a equação seguinte.

$$\Delta\text{Sens} = \pm 0,208 - (0,00601 \cdot \text{TEP}) \quad \text{Equação 1}$$

com: $r = 0,849$; $r^2 = 0,721$; $r^2_{aj} = 0,666$; $ep = 0,024$; $p = 0,016$

Conforme pode ser verificado, o erro padrão é de 0,024. Inicialmente se propôs a correção dos valores de sensação térmica para homens e mulheres adotando-se o resultado geral de $\pm 0,025$. Como o erro padrão é praticamente o mesmo da simplificação inicial adotada, acredita-se que a linearização dos dados realizada não se justifica. Assim, propõe-se nova linearização, mas agora de forma condicional.

$$\Delta\text{Sens} = \pm 0,01; \text{ se } \text{TEP} \geq 28,7 \quad \text{Equação 2}$$

$$\Delta\text{Sens} = \pm (0,321 - 0,0107 \cdot \text{TEP}); \text{ se } \text{TEP} < 28,7 \quad \text{Equação 3}$$

com: $r = 0,980$; $r^2 = 0,960$; $r^2_{aj} = 0,946$; $ep = 0,010$; $p = 0,003$

Apresenta-se, na seqüência, as relações entre diferenças de valores de temperatura equivalente percebida e de sensação térmica.

$$\Delta\text{TEP} = 7,639 \cdot \Delta\text{Sens} \quad \text{Equação 4}$$

$$\Delta\text{Sens} = 0,131 \cdot \Delta\text{TEP} \quad \text{Equação 5}$$

Considerando-se o exposto, para $\text{TEP} > 28,7^\circ\text{C}$, obtém-se $\Delta\text{TEP} < 0,1^\circ\text{C}$ e, portanto, não se justifica a aplicação da correção. Conseqüentemente tem-se a proposição da equação a seguir.

$$\Delta\text{TEP} = \pm (2,452 - 0,08174 \cdot \text{TEP}); \text{ para } \text{TEP} \leq 28,7^\circ\text{C} \quad \text{Equação 6}$$

A equação recém apresentada fornece a correção para a utilização da temperatura equivalente percebida para uma população masculina, adotando-se o sinal positivo, ou para uma população feminina, adotando-se o sinal negativo. Para valores de $\text{TEP} > 28,7^\circ\text{C}$ não é necessária a aplicação de correção, dado que a sensação térmica verificada para os grupos masculino e feminino é praticamente a mesma. Ressalta-se ainda que a equação foi gerada a partir da consideração de resultados médios de conjuntos de dados que apresenta valor médio mínimo de $\text{TEP} = 18,3^\circ\text{C}$ e valor mínimo observado em campo de $\text{TEP} = 13,7^\circ\text{C}$.

Por fim, menciona-se que, se por um lado valores de $\text{TEP} > 28,7^\circ\text{C}$ apresentam correção nula, indicando sensações térmicas iguais para homens e mulheres, para o limite inferior observado, em que $\text{TEP} = 13,7^\circ\text{C}$, a correção atinge o valor de $\pm 1,3^\circ\text{C}$. Para a temperatura equivalente percebida de neutralidade, $\text{TEP}_n = 23,4^\circ\text{C}$, a correção é de $\pm 0,5^\circ\text{C}$.

3.2 Aclimação

A Tabela 4 apresenta os resultados dos valores médios e desvios padrão encontrados para aclimatados e não aclimatados nos diferentes conjuntos de situações climáticas consideradas. O conjunto de questionários respondidos por pessoas aclimatadas, perfazendo um total de 1750, refere-se ao utilizado até então para o

desenvolvimento desta pesquisa. O conjunto de questionários respondidos por pessoas não aclimatadas constitui-se de 508 casos. Somando-se as duas situações, tem-se um valor de 2258, de um total de 2315 questionários aplicados. Observa-se que 57 questionários foram descartados. A seguir, explicitam-se os critérios utilizados para a determinação dos conjuntos de aclimatados e não aclimatados.

Foram consideradas aclimatadas todas as pessoas que, ao responderem o questionário de aclimação, declararam estar residindo de forma ininterrupta na Grande São Paulo há pelo menos um ano. Os questionários respondidos por aqueles que declararam ser residentes há menos de um ano, mas há mais de um mês, foram descartados. Enfim, foram consideradas não aclimatadas as pessoas que declararam estar residindo na referida área há menos de um mês. Os questionários referentes a não aclimatados foram 31,4% respondidos por pessoas de outros estados, sendo: 3,8% da região Sul; 8,9% da região Centro-Oeste; 11,2% da região Nordeste; 0,0% da região N; e 6,5% de estados da região Sudeste, excetuando-se São Paulo. O restante dos 69,6% foi respondido por pessoas do Estado de São Paulo, excetuando-se a região metropolitana da capital, sendo: 7,5% do litoral paulista e 62,1% do interior do estado.

Tabela 4: Resultados dos valores médios e desvios padrão encontrados para aclimatados e não aclimatados em diferentes conjuntos de situações climáticas.

conjuntos	Aclimação	n	%	I_{cl}	Sens		
total	total	2258	100	0,56	±0,17	0,45	±1,04
	aclimatados	1750	77	0,56	±0,17	0,46	±1,03
	não aclimatados	508	23	0,58	±0,18	0,43	±1,06
verão	total	1200	100	0,47	±0,12	0,61	±0,96
	aclimatados	912	76	0,47	±0,12	0,62	±0,97
	não aclimatados	288	24	0,47	±0,12	0,60	±0,92
inverno	total	1059	100	0,68	±0,15	0,28	±1,09
	aclimatados	838	79	0,67	±0,15	0,29	±1,06
	não aclimatados	221	21	0,71	±0,15	0,24	±1,16
verão mais quente	total	608	100	0,40	±0,05	0,79	±0,96
	aclimatados	444	73	0,40	±0,05	0,80	±0,96
	não aclimatados	164	27	0,40	±0,05	0,77	±0,94
inverno mais frio	total	555	100	0,70	±0,14	0,00	±1,00
	aclimatados	430	77	0,69	±0,14	0,02	±0,95
	não aclimatados	125	23	0,72	±0,15	-0,09	±1,15
situações mais quentes	total	216	100	0,40	±0,05	2,07	±0,57
	aclimatados	154	71	0,40	±0,05	2,10	±0,60
	não aclimatados	62	29	0,39	±0,06	1,98	±0,47
situações mais frias	total	184	100	0,81	±0,15	-1,25	±0,68
	aclimatados	136	74	0,81	±0,14	-1,16	±0,70
	não aclimatados	48	26	0,85	±0,19	-1,56	±0,63

Conforme se observa, a grande maioria dos questionários referentes a não aclimatados foram respondidos por pessoas provenientes de locais mais quentes que a área em estudo. Uma consideração mais detalhada dos não aclimatados poderia ter sido realizada, separando-os pelo menos em dois grupos, referentes a locais mais quentes e mais frios do que a área em estudo, adotando-se para tanto algum determinado critério, como, por exemplo, a temperatura média anual ou ainda a temperatura equivalente percebida média anual calculada para as diferentes localidades. Contudo, por simplificação, optou-se por verificar os resultados em termos de todo o grupo, ressaltando-se que a maior parte desse é composta por pessoas vindas de locais mais quentes, tomando-se como critério a temperatura média anual.

Considerando-se o conjunto total das setenta e duas situações microclimáticas, verifica-se que a sensação térmica média dos grupos aclimatado e não aclimatado é consideravelmente próxima, com 0,46 para aquele e 0,43 para este. O isolamento médio da roupa apresenta respectivamente valores de 0,56 clo e 0,58 clo. Pode ser observado que mesmo com o grupo de não aclimatados apresentando um valor ligeiramente maior de isolamento de roupa, nota-se sensação térmica média de menos calor do que a apresentada pelo grupo de aclimatados.

Com relação somente aos conjuntos referentes ao verão, verifica-se isolamento médio da roupa igual, ou praticamente igual, para aclimatados e não aclimatados: respectivamente 0,47 clo e 0,47 clo para todas as situações de verão; 0,40 clo e 0,40 clo para as situações do verão mais quente; e 0,40 clo e 0,39 clo para as situações mais quentes. Já com relação à sensação térmica média verificada, observa-se pequena diferença no conjunto de situações de verão, respectivamente 0,62 e 0,60 para aclimatados e não aclimatados, e de verão mais quente, respectivamente 0,80 e 0,77. Para o conjunto de situações mais quentes, tem-se uma diferença mais significativa: 2,10 para aclimatados e 1,98 para não aclimatados.

Considerando-se os conjuntos referentes ao inverno, verifica-se isolamento médio da roupa menos elevado para os aclimatados do que para os não aclimatados: respectivamente 0,67 clo e 0,71 clo para todas as situações de inverno; 0,69 clo e 0,72 clo para as situações do inverno mais frio; e 0,81 clo e 0,85 clo para as situações mais frias. Com relação à sensação térmica média, constatam-se aumentos sucessivos na

diferença entre as respostas de aclimatados e não aclimatados: respectivamente 0,29 e 0,24 para todas as situações de inverno; 0,02 e -0,09 para as situações do inverno mais frio; e -1,16 e -1,56 para as situações mais frias. Observa-se, deste modo, que a diferença de 0,03 na sensação térmica média, verificada entre o grupo de aclimatados e não aclimatados, mantém-se mais ou menos constante considerando-se as situações de verão e verão mais quente, com diferenças de respectivamente 0,02 e 0,03. Já no conjunto de situações mais quentes nota-se um aumento considerável dessa diferença, que apresenta então o valor de 0,12. Ressalta-se que o isolamento térmico da roupa nas situações de calor mantém-se praticamente igual para os dois grupos, conforme argumentado anteriormente.

Por outro lado, já para as situações de frio, observa-se que as diferenças são crescentes: a diferença inicial de 0,03 na sensação térmica média aumenta para 0,05 no conjunto referente ao inverno, para 0,11 no conjunto referente ao inverno mais frio e, finalmente, para 0,40 no conjunto de situações mais frias. Ressalta-se ainda que a diferença entre o isolamento térmico da roupa dos grupos, nas situações de frio, mantém-se estável, conforme também já argumentado. Verifica-se, portanto, que ao se acentuar as situações de frio há maior diferença nas sensações térmicas entre aclimatados e não aclimatados, enquanto que ao se acentuar as situações de calor, a diferença nas sensações térmicas mantém-se mais ou menos constante até apresentarem um aumento nas situações térmicas de maior calor.

Calculando-se os valores de TEP para os valores médios apresentados na Tabela 1 obtém-se os resultados já apresentados na Tabela 3 e reapresentados na Tabela 5. Considerando-se as diferenças na sensação térmica entre os grupos de aclimatados e não aclimatados depreendidas da Tabela 4 obtém-se a coluna $\Delta\text{Sens}'$ da Tabela 5.

Tabela 5: Temperatura equivalente percebida e variação na sensação térmica de aclimatados e não aclimatados para diferentes conjuntos de situações climáticas

conjuntos	situações	TEP	$\Delta\text{Sens}'$
situações mais quentes	6	37,9	0,12
verão mais quente	18	29,7	0,03
verão	36	28,7	0,02
total	72	27,1	0,03
inverno	36	25,4	0,05
inverno mais frio	18	24,3	0,11
situações mais frias	6	18,3	0,40

Observa-se que o $\Delta\text{Sens}'$ diz respeito à diferença entre os resultados de aclimatados e não aclimatados. Deve ser ressaltada a diferença com o ΔSens do tópico anterior, em que se tinha a diferença dos grupos masculino e feminino em relação ao todo. Optou-se por essa distinção conceitual porque o conjunto total dos grupos masculino e feminino representa exatamente o grupo de aclimatados. Portanto, essa distinção conceitual na diferença de sensação térmica referente ao sexo e à aclimação permite o estabelecimento de um mesmo grupo de referência para as duas análises, a saber, o conjunto total de aclimatados, que é a amostra principal de estudos desta pesquisa. Dado que a proposição do modelo de temperatura equivalente percebida se deu por meio de linearizações, buscou-se até o momento manter-se esse padrão para que as diversas equações pudessem ser facilmente agrupadas e utilizadas. Argumentou-se acerca desse fato ao longo da discussão dos resultados dos diversos modelos estudados, em que se propôs desenvolver um método que gerasse um modelo de fácil aplicação.

Contudo, a consideração de resultados de sensação térmica de aclimatados e não aclimatados não pretende propiciar correlações a serem aplicadas, uma vez que, conforme já colocado, o estudo é bastante simplificado, sem a determinação de um critério de homogeneidade para os não aclimatados. Assim, o estudo em andamento destina-se apenas a elucidar as diferenças entre o conjunto em estudo, representado pelo grupo de aclimatados, e um segundo conjunto, representado pelo grupo de não aclimatados, seguindo o critério de aclimação estabelecido. Desta forma, não se tendo o objetivo de aplicação dos resultados, devido principalmente à limitação desses, são aqui consideradas regressões não lineares, pois essas se mostram mais elucidativas para os casos em análise.

4 RESULTADOS COMPARATIVOS

Com base nos dados da Tabela 5, o tipo de regressão que apresentou melhor resultado foi a polinomial, apresentando valores já bastante significativos com a utilização de equação de segunda ordem. Assim, a equação seguinte foi determinada, com $r=0,99$.

$$\Delta\text{Sens}' = 0,0025 \text{ TEP}^2 - 0,1532 \text{ TEP} + 2,3655 \quad \text{Equação 7}$$

Com o objetivo de comparação, pode-se realizar o mesmo tipo de regressão polinomial de segunda ordem

para as diferenças na sensação térmica obtidas para os grupos masculino e feminino. A equação encontrada, com $r=0,96$, é apresentada a seguir. Os resultados são ilustrados pelos gráficos da Figura 1 e da Figura 2.

$$\Delta\text{Sens} = 0,0004 \text{ TEP}^2 - 0,0303 \text{ TEP} + 0,5378$$

Equação 8

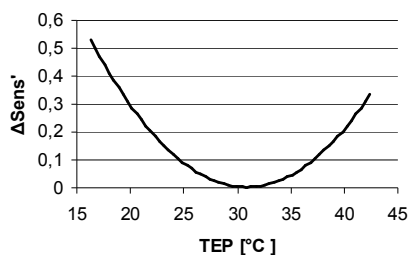


Figura 1: Diferença na sensação térmica de aclimatados e não aclimatados

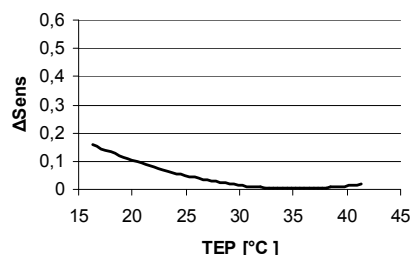


Figura 2: Diferença na sensação térmica de homens e mulheres

Conforme pode ser observado, a diferença na sensação térmica entre aclimatados e não aclimatados mantém-se menor que 0,03 para valores de TEP entre aproximadamente 27°C e 35°C. Para temperaturas mais baixas, observam-se diferenças crescentes, chegando-se ao valor de 0,40 para um valor médio de TEP de 18,3°C, referente ao conjunto de situações mais frias. Com relação a temperaturas mais elevadas, verifica-se a diferença de 0,12 para um valor médio de TEP de 37,9°C, referente ao conjunto de situações mais quentes. Deve-se mencionar, porém, que a curva foi plotada considerando-se apenas um valor em sua porção ascendente. Portanto, a consideração de mais pontos poderia indicar, assim como no caso do estudo por sexo, que os dados são mais bem descritos por duas correlações distintas, uma para as situações de calor e outra para as de frio. Considerando-se o estudo realizado com os grupos masculino e feminino, a utilização de duas regressões indicou melhores resultados de correlação do que a regressão polinomial. Contudo, essa foi realizada para ilustrar a diferença no abatimento das curvas para os estudos por sexo e de aclimação. Deve-se ressaltar que a diferença na magnitude dos resultados é significativa. Porém, deve-se lembrar que a diferença nos valores de sensação térmica são apresentados sempre em relação ao conjunto de aclimatados. Desta forma, a diferença entre os resultados do grupo masculino e feminino é o dobro da apresentada no gráfico. Ainda assim, observa-se que as diferenças obtidas entre aclimatados e não aclimatados são bem mais significativas, verificando-se que o conjunto de não aclimatados apresentou sensações térmicas de menos calor, ou de mais frio, que o grupo de aclimatados. Observa-se, também, que nas situações térmicas de frio a diferença é bem mais acentuada.

Considerando-se os resultados encontrados, podem-se tecer as seguintes considerações, bastante plausíveis, mas que, devido às limitações apresentadas ao longo deste tópico, requerem estudos mais aprofundados para devida verificação. Observam-se, conforme já exposto, sensações térmicas de menos calor, ou de mais frio, para os não aclimatados, indicando que, em geral, essas pessoas vêm de locais com climas mais quentes. Entretanto, verifica-se que em casos mais extremos de calor as diferenças nas sensações térmicas são maiores, indicando possivelmente maior adaptação fisiológica ao calor por parte do grupo de pessoas não aclimatadas ao local de estudo. Por outro lado, verificam-se diferenças ainda maiores nos diversos casos de frio, indicando, também possivelmente, que o grupo de não aclimatados apresenta, com relação ao frio, adaptação fisiológica bem menor que o grupo de pessoas consideradas aclimatadas ao local em estudo.

4.1 Verificação da adaptação

É considerada neste item a adaptação em função da exposição a condições climáticas prévias, utilizando-se, além dos resultados dos levantamentos empíricos, dados climáticos de séries temporais de estações meteorológicas. A seguir, apresentam-se dados climáticos para os anos de 2004, 2005 e 2006. Ressalta-se que em 2004 foram realizados apenas pré-testes, tendo sido utilizados efetivamente os dados coletados nos anos de 2005 e 2006. Contudo, a totalidade dos dados climáticos do período é considerada para melhor caracterização das condições climáticas prévias aos levantamentos. Finalmente, são considerados, ainda, os valores do ano climático de referência para a cidade de São Paulo. Assim, considerou-se os dados, mensais e anuais, da média, máxima e mínima temperatura do ar observada; considerou-se os mesmo dados para a umidade relativa e ainda os dados, mensais e anuais, da média e máxima velocidade do ar registrada a 10m do solo. Esses dados foram registrados pela Estação Meteorológica da Seção Técnica de Serviços Meteorológicos do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo, registrada junto à Organização Meteorológica Mundial sob o número 83004 e situada no Parque

Estadual das Fontes do Ipiranga, no bairro da Água Funda, à latitude 23°39'S e à longitude 46°37'W (IAGUSP, 2007a). Os dados, mensais e anuais, da média e máxima radiação solar incidente no plano horizontal foram registrados pela Plataforma Micrometeorológica do Laboratório de Micrometeorologia pertencente ao Grupo de Micrometeorologia do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo, situada no *campus* da Cidade Universitária, no bairro do Butantã, à latitude 23°24'S e à longitude 46°42'W (IAGUSP, 2007b). Os dados do ano climático de referência (TRY: Test Reference Year) considerado são apresentados por Goulart *et al.* (1997). Segundo Goulart (1993), o ano climático de referência é constituído por meio da eliminação de anos cujos dados contenham temperaturas médias mensais altas ou baixas, até que se obtenha apenas um ano de dados médios, sendo, portanto, um ano sem extremos de temperatura, constituindo-se em uma situação referencial do clima em questão. Por ter sido a variável utilizada para a proposição do modelo adaptativo a seguir, apresenta-se na Tabela 6 os valores de temperatura do ar para a cidade de São Paulo.

Tabela 6: Temperatura do ar (°C) - São Paulo

Média	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Anual
2004	20,7	20,8	20,3	20,6	16,7	16,0	16,0	16,3	19,9	18,6	20,2	20,6	18,9
2005	22,0	21,4	21,7	21,4	18,7	18,0	16,0	18,2	17,1	20,0	19,6	20,4	19,5
2006	22,6	22,4	22,6	19,7	16,1	16,2	16,9	17,4	17,4	19,1	20,1	22,0	19,4
TRY	22,5	22,4	21,2	18,5	16,7	16,7	16,0	17,2	18,1	17,9	18,9	20,0	18,8
Máxima													
2004	31,9	32,5	32,0	30,0	28,4	25,8	27,0	30,6	34,4	31,8	33,0	32,2	34,4
2005	33,0	32,4	32,7	31,9	29,0	27,1	27,0	32,3	29,9	34,7	31,8	32,1	34,7
2006	34,8	33,4	33,6	29,0	27,4	26,4	29,7	31,2	34,3	31,9	33,4	31,9	34,8
TRY	32,5	32,8	31,0	28,8	27,0	25,0	27,1	27,9	32,0	31,0	32,6	31,4	32,8
Mínima													
2004	14,6	13,2	12,3	13,2	7,0	6,6	5,1	4,1	9,6	8,1	12,4	12,3	4,1
2005	15,2	13,6	15,2	12,6	11,0	9,1	5,2	7,6	9,4	14,1	11,5	13,6	5,2
2006	15,3	16,7	16,1	12,4	8,1	7,9	7,8	5,0	4,3	9,9	11,3	15,9	4,3
TRY	15,5	16,5	15,0	11,5	9,2	8,7	9,1	7,5	9,4	10,0	12,5	12,4	7,5

Considerando-se os valores de temperatura equivalente percebida de neutralidade para os dias de verão e inverno dos dois anos em que foram realizados os levantamentos e as temperaturas médias dos trinta dias anteriores a cada dia de levantamento, obtém-se a equação a seguir.

$$TEP_n = 20,033 + 0,1742 \cdot t_m \quad \text{Equação 9}$$

Ressalta-se que devido aos levantamentos terem sido realizados apenas em dias de verão e inverno de dois anos consecutivos, a equação apresentada baseia-se em dados deveras escassos. Assim, a mesma é considerada com o objetivo de apresentar uma possível abordagem que considere a adaptação às condições climáticas prévias. Uma maior quantidade de levantamentos, realizados ao longo de todo o ano e ao longo de diversos anos, faz-se necessária para a devida verificação das condições adaptativas de uma dada população face às variações climáticas. Reconhecendo-se as limitações levantadas, a

Figura 3A Figura 3 apresenta o gráfico da temperatura equivalente percebida de neutralidade em função das temperaturas médias mensais, abarcando os limites constantes no ano climático de referência para a cidade de São Paulo, conforme apresentado na Tabela 6.

Com base nos resultados apresentados, pode-se propor uma correção nos valores de TEP em função da média horária da temperatura do ar nos trinta dias anteriores, conforme equação que se segue.

$$\Delta TEP = 3,362 - 0,1742 \cdot t_m \quad \text{Equação 10}$$

Ressalta-se que, quando não houver disponibilidade de dados em base horária, é possível a utilização da temperatura média mensal, passível ainda de ponderação com a média mensal do mês anterior, proporcionalmente ao número de dias transcorridos em cada mês, totalizando-se trinta dias. Utilizando-se a equação geral da temperatura equivalente percebida, obtém-se a equação seguinte.

$$TEP = -0,4149 + 0,4828 \cdot t_{ar} + 0,5172 \cdot t_{m} + 0,0802 \cdot UR - 2,322 \cdot v_{ar} - 0,1742 \cdot t_m \quad \text{Equação 10}$$

com: $r = 0,937$; $r^2 = 0,878$; $r^2_{aj} = 0,868$; $ep = 0,315$; $p < 0,001$

Observa-se que o ganho correlativo com a consideração da temperatura média do ar, em comparação com a TEP sem consideração dessa variável, não é significativo, uma vez que o ganho é notado apenas na

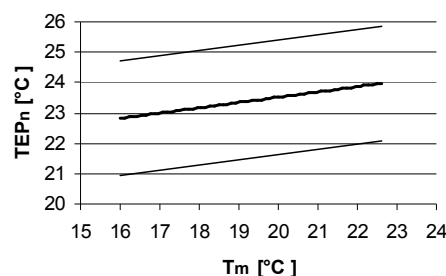


Figura 3: Temperatura equivalente percebida de neutralidade em função da temperatura do ar média dos trinta dias anteriores

terceira casa decimal. Contudo, acredita-se que quando houver dados disponíveis para essa variável, é justificável seu emprego na medida em que possibilita a adoção de valores de neutralidade de TEP mais baixos para situações de frio e mais altos para situações de calor. Mais uma vez ressalta-se a limitação da presente proposição acerca da adaptação, necessitando-se de levantamentos mais extensivos para sua devida verificação. Por fim, para se observar a representatividade dos dados levantados e a sua utilização como parâmetro de verificação da adaptação ao clima, apresenta-se a Tabela , que, considerando os valores do ano climático de referência, traz as frequências de ocorrência anual das variáveis microclimáticas observadas nos levantamentos empíricos.

Tabela 7: Frequências de ocorrência anual das variáveis microclimáticas observadas nos levantamentos empíricos

		t_{ar}	UR	v_{ar}	I_g
72 situações microclimáticas	valor mínimo	15,1	30,9	0,1	0
	valor máximo	33,3	94,7	3,6	1074
24 horas do dia	< valor mínimo	12%	1%	0%	0%
	abrangência	88%	83%	99%	100%
	> valor máximo	0%	16%	1%	0%
das 06h às 22h	< valor mínimo	7%	1%	0%	0%
	abrangência	93%	92%	99%	100%
	> valor máximo	0%	7%	1%	0%

Considerando-se todo o conjunto de situações microclimáticas, para o total de horas do ano compreendidas entre as 6h e as 22h, horários em que comumente se tem o uso de espaços abertos, observa-se que os dados levantados abrangem 92% das situações microclimáticas constantes do ano climático de referência. Ressalta-se que dos 8% restantes, referentes a situações não abrangidas, a maior parte refere-se a temperaturas do ar mais baixas e, conseqüentemente, a umidades relativas mais altas do que as verificadas.

4.2 Resultados finais

A proposição da temperatura equivalente percebida (TEP) foi realizada no primeiro artigo “*Conforto térmico em espaços abertos. Parte 1: consideração de variáveis ambientais*” e é aqui rerepresentada.

$$TEP = -3,777 + 0,4828 \cdot t_{ar} + 0,5172 \cdot t_{rm} + 0,0802 \cdot UR - 2,322 \cdot v_{ar} \quad \text{Equação 11}$$

Essa equação apresenta as quatro variáveis ambientais comumente utilizadas em estudos de conforto térmico e possibilita, para situações gerais, dentro dos limites apresentados, a predição das sensações térmicas para uma população adaptada às condições climáticas da cidade de São Paulo. Para o ambiente de referência, assumiu-se que $t_{rm} = t_{ar}$, UR = 50% e $v_{ar} = 0$ m/s.

Considerando-se as variáveis taxa metabólica e isolamento térmico da roupa, verificadas no segundo artigo “*Conforto térmico em espaços abertos. Parte 2: consideração da taxa metabólica e do isolamento térmico da roupa*”, a equação foi reescrita para considerar casos específicos em que se tem determinada atividade física ou determinado tipo de vestimenta. Reapresenta-se aqui a equação.

$$TEP = -33,239 + 0,4828 \cdot t_{ar} + 0,5172 \cdot t_{rm} + 0,0802 \cdot UR - 2,322 \cdot v_{ar} + 5,118 M + 38,023 I_{cl} \quad \text{Equação 12}$$

Por fim, este terceiro artigo, “*Conforto térmico em espaços abertos. Parte 3: consideração do sexo, aclimação e adaptação*”, ressaltou não apenas a importância da consideração de pesquisas específicas para populações com determinados padrões de aclimatização, e possivelmente de aculturação, mas também indicou tendências, ainda que tênues, na adaptação das pessoas frente as considerações climáticas prévias, mais especificamente, frente a média horária da temperatura do ar externo dos últimos trinta dias. Assim, o resultado final da temperatura equivalente percebida (TEP) pode ser descrito pela equação que se segue, considerando-se os resultados dos demais artigos e o modelo adaptativo apresentado neste.

$$TEP = -29,877 + 0,4828 \cdot t_{ar} + 0,5172 \cdot t_{rm} + 0,0802 \cdot UR - 2,322 \cdot v_{ar} + 5,118 \cdot M + 38,023 \cdot I_{cl} - 0,1742 \cdot t_m \quad \text{Equação 13}$$

Ressalta-se que para a utilização da equação, quando as atividades físicas forem as comumente praticadas em ambientes externos (havendo pessoas sentadas, em pé paradas e andando) adota-se o valor de referência 1,3 Met (adotado para os levantamentos empíricos). Quando as pessoas tiverem liberdade de escolher suas vestimentas o valor de referência é 0,6 clo (verificado na temperatura equivalente percebida de neutralidade, $TEP_n = 23,4^\circ\text{C}$, já assumindo que a linearização considera a adaptação da vestimenta conforme descrito por equação apresentada no segundo artigo). Caso não haja disponibilidade de dados para o valor da temperatura do ar média horária dos trinta dias anteriores, ou temperatura média do ar do mês anterior, utiliza-se valor de referência de $t_m = 19,3^\circ\text{C}$ (temperatura média anual da base de dados climática utilizada).

Por fim, a Tabela 8 apresenta-se os valores-limite de todas as variáveis envolvidas na temperatura equivalente percebida (TEP). Ressalta-se que os valores-limite são baseados nos dados observados empiricamente, exceto para o caso da atividade metabólica, em que os dados foram simulados, conforme apresentado no segundo artigo. Assim, extrapolações são passíveis de verificações. A Tabela 9 reapresenta as faixas para interpretação do índice de temperatura equivalente percebida (TEP), em função dos valores médios de sensação térmica encontrados nos levantamentos empíricos.

Tabela 8: Valores-limite das variáveis envolvidas na TEP, considerando-se os dados observados.

variável	valor mínimo	valor máximo
t_{ar}	15,1	33,1
UR	30,9	94,7
v_{ar}	0,1	3,6
t_{rm}	15,5	65,5
M	1,0	2,4
I_{cl}	0,3	1,2
t_m	16,0	22,6
TEP	13,7	45,3

Tabela 9: Faixas interpretativas para a temperatura equivalente percebida (TEP).

TEP	Sensação
> 42,4	muito calor
34,9 ~ 42,4	calor
27,3 ~ 34,8	pouco calor
19,6 ~ 27,2	neutralidade
12,0 ~ 19,5	pouco frio
4,4 ~ 11,9	frio
< 4,4	muito frio

5 CONCLUSÕES

No primeiro artigo, “*Conforto térmico em espaços abertos. Parte 1: consideração de variáveis ambientais*”, propôs-se o índice de temperatura equivalente percebida (TEP), por meio da correlação entre as variáveis microclimáticas urbanas e a variável subjetiva de percepção de sensação térmica, reiterando-se ainda que a predição de conforto térmico em espaços abertos requer modelos com calibração e validação específicas para dada população adaptada a determinadas condições climáticas. No segundo artigo, “*Conforto térmico em espaços abertos. Parte 2: consideração da taxa metabólica e isolamento térmico da roupa*”, as variáveis individuais taxa metabólica e isolamento térmico da roupa, consideradas no primeiro artigo como mediadoras do processo, foram então também correlacionadas, possibilitando a utilização de valores específicos para situações urbanas particulares, ampliando-se a modelagem do índice de temperatura equivalente percebida. Neste último artigo, realizou-se verificação específica para os fatores sexo, aclimação e adaptação. Os resultados encontrados não apenas corroboram a afirmação de que a predição de conforto térmico em espaços abertos requer modelos com calibração e validação específicas para dada população adaptada a determinadas condições climáticas, uma vez que os resultados em termos de sexo e aclimação são dispares em diferentes graus, mas também apontam que a adaptação às condições climáticas é um processo dinâmico face às mudanças sazonais. Desta forma, cumpriu-se o objetivo deste artigo de verificar comparativamente os fatores sexo e aclimação, para então considerar a questão mais específica da adaptação em função da exposição às condições climáticas prévias, levando à proposição final do índice de temperatura equivalente percebida (TEP), propiciando predições mais satisfatórias por meio de um modelo adaptativo, apresentando-se assim a modelagem e resultados finais da pesquisa.

6 REFERÊNCIAS

- FANGER, P. O. **Thermal comfort: analysis and application in environment engineering**. New York: McGraw Hill, 1972.
- GOULART, S. **Dados Climáticos para Avaliação de Desempenho Térmico de Edificações em Florianópolis**. 1993. 111 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Florianópolis: UFSC, 1993.
- GOULART, S., LAMBERTS, R., FIRMINO, S. **Dados climáticos para projeto e avaliação energética de edificações para 14 cidades brasileiras**. Florianópolis: UFSC, 1997.
- HUMPHREYS, Michael A. **Field studies of thermal comfort compared and applied**. BRE Current Paper, 75/76, London, 1975.
- INSTITUTO ASTRONÔMICO E GEOFÍSICO DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. **Laboratório de Micrometeorologia**. São Paulo: IAGUSP, 2007a. Disponível em <http://www.iag.usp.br/meteo/labmicro/>. Acesso em 27/07/2007.
- _____. **Estação Meteorológica**. São Paulo: IAGUSP, 2007b. Disponível em <http://www.dca.iag.usp.br/www/estacao/>. Acesso em 27/07/2007.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION STANDARDIZATION. **ISO 7730**. Ergonomics of the thermal environment: analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria. Genève: ISO, 2005.
- MONTEIRO, L. M. **Modelos preditivos de conforto térmico: quantificação de relações entre variáveis microclimáticas e de sensação térmica para avaliação e projeto de espaços abertos**. 378p. Tese (Doutorado). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.
- NIKOLOPOULOU, M. (org). **Designing Open Spaces in the Urban Environment: a Bioclimatic Approach**. Atenas: CRES, 2004.
- VOGT et al. A thermal environment in physiologically significant terms. **Arch. Met. Geophys. Bioclimatol.** v.29, p. 313-326, 1981.

7 AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo apoio financeiro.