

## ANÁLISE DE CONFORTO TÉRMICO PARA A CIDADE DE URUGUAIANA – RS.

NATHALIA BARBOZA COI<sup>1</sup>; JOSIÉLE SOUZA DOS SANTOS<sup>2</sup>;  
ANDERSON SPOHR NEDEL<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas - [nathaliabc@hotmail.com](mailto:nathaliabc@hotmail.com)

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas - [josi03ju@hotmail.com](mailto:josi03ju@hotmail.com)

<sup>3</sup>Universidade Federal de Pelotas - [anderson.nedel@ufpel.edu.br](mailto:anderson.nedel@ufpel.edu.br)

### 1. INTRODUÇÃO

O Conforto Térmico Humano é conceituado como uma condição mental que expresse satisfação com o ambiente térmico. Essa relação de bem estar entre homem e o ambiente vem sendo estudada desde Hipócrates no século V a.C. conhecido como o pai da medicina. Um de seus estudos mais famoso é a torre dos ventos na Grécia, século V a.C., onde mostra como a variável vento afeta o estilo de vida (saúde) dos seres humanos

O ser humano é um ser homeotérmico, ou seja, mantém a sua temperatura interna constante, (~37°C) e está em constante troca de calor com o meio externo. Caso sua temperatura interna aumente, necessariamente ele terá que perder calor para o ambiente para manter o equilíbrio térmico com o meio, e caso o ambiente esteja mais quente que o corpo, este fornecerá calor ao corpo para manter o balanço de energia em equilíbrio. Esta transferência de calor pode ser feita através de quatro diferentes maneiras: condução, convecção, radiação e evaporação.

Através de equações matemáticas que consideram variáveis ambientais e pessoais busca-se prever tais trocas térmicas, e a consequente condição de conforto térmico humano. O Conforto Térmico Humano (CTH) e sua resposta fisiológica ao estresse térmico dependem da produção de calor metabólico do indivíduo, dos fatores ambientais (velocidade do vento, temperatura do ar, umidade relativa, radiação solar, principalmente) e do tipo de vestimenta do mesmo (GIVONI, 2003). Este trabalho tem o objetivo de analisar o Conforto Térmico Humano na cidade de Uruguaiana - RS, no período de 1 de dezembro de 2011 à 30 de novembro de 2012, utilizando dois diferentes índices de conforto térmico (biometeorológicos), a fim de expressar a sensação térmica sentida pela população.

### 2. METODOLOGIA

Este estudo foi realizado no período de 1/12/2011 à 30/11/2012, para a cidade de Uruguaiana-RS, com coordenadas geográficas 29°46'55"S e 57°02'18"W, localizada na região oeste do Rio Grande do Sul (RS). Os dados foram obtidos do Instituto Nacional de Meteorologia e as variáveis consideradas foram temperatura do ar, umidade relativa do ar e velocidade do vento. Foram consideradas duas informações diárias (12:00 UTC e 18:00 UTC), a fim de obter as temperaturas mínimas e máximas para cada dia, durante o período estudado (englobando todas as estações do ano: primavera, verão, outono, inverno).

Para expressar o CTH, aplicou-se dois índices biometeorológicos, Temperatura Efetiva (TE), que leva em consideração a temperatura do ar e umidade relativa do ar; e Temperatura Efetiva com Vento (TEv), que leva em consideração além dessas duas variáveis também a velocidade do vento, os quais representam a ação conjunta das variáveis meteorológicas sobre o ser humano. As equações de

ambos os índices são:  $TE = T - 0,4 [(1 - UR/100) (T - 100)]$  e  $TE_v = 37 - \{(37 - T) / [0,68 - 0,0014 UR + 1/(1,76 + 1,4 V^{0,75})]\} - 0,29 (1 - UR/100)$ , onde  $T$  é a temperatura do ar,  $UR$  a umidade relativa do ar e  $V$  a velocidade do vento (m/s). A fim de representar as distintas sensações térmicas diárias foram combinados os valores extremos de  $T$  e  $UR$  como segue:  $TE_1$  e  $TE_{v1}$  ( $T$  máxima e  $UR$  mínima) e  $TE_2$  e  $TE_{v2}$  ( $T$  mínima e  $UR$  máxima). Através de zonas de conforto térmico (faixas interpretativas) caracterizaram-se as sensações de conforto térmico que mais ocorreram na cidade.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

É possível observar através da Figura 1 que os períodos mais desconfortáveis e estressantes por calor e por frio foram provocados segundo  $TE_{v1}$  e por  $TE_{v2}$ . Valores extremos (frio e calor) podem ser observados ao longo do período, principalmente, durante o inverno e o verão, ocasionando situações de extremo desconforto (stress), tanto por frio quanto por calor. Por outro lado, algum conforto também pode ser observado, ao longo das estações de primavera (nas tardes) e outono (nas manhãs). As manhãs em sua grande maioria apresentam-se desconfortáveis por frio, ( $TE_{v2}$ ). Tendo em vista os dois gráficos abaixo (Figura 1a e 1b), se pode verificar a diferença causada pelo efeito da variável vento. Analisando o índice  $TE$  percebe-se que há mais conforto ao longo das tardes do que nas manhãs e que o maior desconforto por calor ( $31,6^\circ\text{C}$ ) é encontrado no dia 6 de fevereiro e o maior desconforto por frio ( $-0,8^\circ\text{C}$ ), no dia 8 de junho. Por outro lado, o gráfico de  $TE_v$  (que considera a ação do vento) mostra que as manhãs se tornam consideravelmente mais frias do que  $TE$  (que não considera o vento) apresentado valores da ordem  $-8,3^\circ\text{C}$ , para o dia 30 de julho de 2012. Consegue-se perceber também que há um maior número de dias dentro da zona de neutralidade ao longo das manhãs, considerando-se  $TE_2$  (Tabela 2).

Observando a distribuição mensal dos tipos de tempo (sensações térmicas) segundo o índice  $TE_{v2}$  (considerando as manhãs, Tabela 1 e Tabela 2), nota-se que os meses de maio a setembro foram os mais estressantes em relação as baixas temperaturas (dias muito frio;  $T < 13^\circ\text{C}$ ), entretanto, as maiores frequências desses dias ocorreram em julho (26), junho (11) e agosto (7). Ao considerar a frequência total dos tipos de tempo, observa-se que em 83% do período analisado predominou a sensação de desconforto por frio (pouco frio a muito frio) e que essa sensação foi maior quando comparada ao índice  $TE_2$ , para o mesmo período (pois esse índice não considera a ação do vento). No total, durante o ano estudado, ocorreram mais dias de desconforto por frio, causado pela influencia da velocidade do vento, diminuindo a sensação térmica.

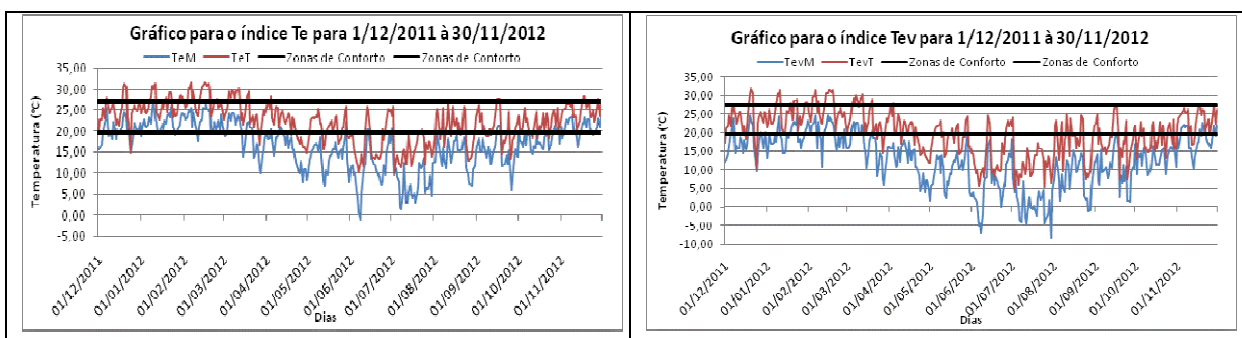


Figura 1 – (a) Variação temporal do índice de temperatura efetiva (TE) para os períodos da

manhã e da tarde ( $TE_1$  e  $TE_2$ ) em Uruguaiana – RS.

(b) Variação temporal do índice de temperatura efetiva em função do vento ( $TE_v$ ) para os períodos da manhã e da tarde ( $TE_{v1}$  e  $TE_{v2}$ ) em Uruguaiana – RS.

Tabela 1: Distribuição de frequência mensal dos tipos de tempo para Uruguaiana de 1/12/2011 à 30/11/2012, segundo  $TE_{v2}$  ( $T_{min}$  e  $UR_{máx}$  e vento médio).

Sensação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez/11	Total
Muito Frio				2	4	11	26	7	4				54
Frio		1	6	12	15	13	4	15	18	11	1	1	97
Pouco Frio	17	12	16	15	11	6	1	9	8	20	17	21	153
Neutralidade	12	16	9		1						12	8	58
Pouco Calor													
Calor													
Muito Calor													

Tabela 2: Distribuição de frequência mensal dos tipos de tempo para Uruguaiana de 1/12/2011 à 30/11/2012, segundo  $TE_2$  ( $T_{min}$  e  $UR_{max}$ ).

Sensação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez/11	Total
Muito Frio						3	5						8
Frio			2	7	6	14	20	9	5				63
Pouco Frio	2	1	12	16	24	7	5	22	22	21	7	12	151
Neutralidade	29	28	16	7	1	3	1		3	9	22	19	138
Pouco Calor													
Calor													
Muito Calor													

#### 4. CONCLUSÕES

Conclui-se que não houve uma grande diferença entre os índices calculados ( $TE$  e  $TE_v$ ) para a cidade de Uruguaiana, quando se consideram os períodos das tardes. Entretanto, no período das manhãs ocorre um visível desconforto por frio, segundo o índice  $TE_{v2}$ . Ou seja, a tendência é se ter um aumento do desconforto por frio (inverno) e de diminuição do desconforto por calor (verão). Como está se analisando o ambiente externo (“*outdoor*”), pode-se afirmar que o índice  $TE_v$  é mais realista quando comparado ao índice  $TE$ , uma vez que  $TE_v$  considera, além de temperatura e umidade, também a ação do vento sobre o ser humano. O contrário ocorreria, por exemplo, ao se analisar o ambiente interno, onde “há ausência de vento” (ou vento quase inexistente). Nesse caso, o mais realista e indicado seria o índice  $TE$ .

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRAUM, Samuel. **INFLUÊNCIAS METEOROTRÓPICAS NAS DOENÇAS CARDIOVASCULARES NA CIDADE DE SÃO PAULO**. Tese apresentada ao Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo. Departamento de Ciências Atmosféricas, Universidade de São Paulo, 2003.



GIVONI, B.; NOGUCHI, M.; SARONI, H; YAACOV, Y. FELLER, N.; BECKER, S.  
**Outdoor comfort research issues. Energy and Buildings. Vol 35 (1), pp77086, 2003.**