

ANÁLISE DE UM ÍNDICE DE CONFORTO TÉRMICO ADAPTÁVEL AO VERÃO PARA A CIDADE DE PELOTAS – RS

LETÍCIA MOREIRA NICK¹; ANDERSON SPOHR NEDEL²

¹*Universidade Federal de Pelotas – leticiamnick@hotmail.com*

²*Universidade Federal de Pelotas – anderson.nedel@ufpel.edu.br*

1. INTRODUÇÃO

Há muitos anos se relaciona e pesquisa sobre a influência do Tempo e do Clima sobre o ser humano. As primeiras descobertas foram feitas no século V a.C. quando Hipócrates, conhecido como o pai da medicina, a partir de suas pesquisas relacionava os efeitos de variáveis ambientais à saúde humana. Esse tipo de estudo compreende área da Biometeorologia Humana, cujo principal objetivo é investigar o impacto à saúde e ao bem estar de tempo e clima, as qual estamos expostos (HÖPPE, 1997).

Inserido na Biometeorologia Humana, temos o estudo do Conforto Térmico Humano (CTH), que, segundo FANGER (1970) é caracterizado quando a perda de energia do corpo para o meio externo é igual à energia produzida pelo organismo, fazendo assim com que o corpo adquira um equilíbrio com o meio em que se encontra. Um ambiente está confortável quando (no mínimo) 80% da pessoas (presentes nesse ambiente) se encontram satisfeitas. Porém, tal condição é subjetiva, ou seja, uma sensação que varia de pessoa para pessoa.

A fim de relacionar condições desconfortáveis (estresse térmico por frio e calor) à problemas ocasionados à saúde humana, utilizam-se, frequentemente, equações matemáticas prognósticas conhecidas como Índices Biometeorológicos, ou Índices de Conforto Térmico (ICT), que na verdade são modelos que buscam associar variáveis meteorológicas e individuais para representar a condição (do ambiente) sentida pelo ser humano. Assim, a relação entre o Conforto Térmico Humano e as respostas do indivíduo ao estresse térmico dependem de variáveis ambientais, como velocidade do vento, temperatura do ar, temperatura radiante média, umidade relativa, etc., e de variáveis pessoais, como taxa metabólica e vestimenta (GIVONI, 1969). Este trabalho tem o objetivo de analisar o comportamento do Conforto Térmico Humano na cidade de Pelotas – RS, no período de verão entre os anos de 2012 e 2016, utilizando o ICT Heat Index (índice de calor).

2. METODOLOGIA

Este estudo foi realizado entre os verões, de 2012 à 2016 na cidade de Pelotas-RS, situada na região sul do estado do Rio Grande do Sul (RS). Os dados foram obtidos a partir com a Estação Agroclimatológica da Embrapa, considerando as variáveis temperatura do ar e umidade relativa do ar. Foram consideradas informações diárias das 9h, 15h e 21h (12Z, 18Z e 00Z), a fim de obter a sensação sentida em cada período do dia (manhã, tarde e noite). Considera-se neste trabalho como verão (“verão meteorológico”) o período compreendido entre os meses de dezembro e fevereiro e não a estação do verão propriamente dita, isto é, segundo o calendário astrológico (entre 21 de dezembro a 20 de março).

Para expressar o CTH, aplicaremos o índice de Calor, ou Heat Index (HI) proposto por STEADMAN (1979), que leva em consideração a temperatura do ar e a umidade relativa. Tal índice é utilizado quando a temperatura do ar é superior a 26°C

e a umidade relativa, maior ou igual a 40%. A equação para obtenção deste índice é expressa na forma da equação abaixo (Equação 1):

$$HI = -42.379 + 2.04901523(T_f) + 10.14333127(RH) - 0.22475541(T_f)(RH) - (6.83783 \times 10^{-3})(T_f^2) - (5.481717 \times 10^{-2})(RH^2) + (1.22874 \times 10^{-3})(T_f^2)(RH) + (8.5282 \times 10^{-4})(T_f)(RH^2) - (1.99 \times 10^{-6})(T_f^2)(RH^2), \quad (1)$$

onde HI é a temperatura equivalente índice de calor em °F, T_f é a temperatura do ar em °F e RH é a umidade relativa em número inteiro.

Através de faixas interpretativas (Tabela 1), se caracterizará as sensações de conforto térmico que mais ocorreram na cidade durante o período de estudo.

Tabela 1: Faixas de interpretação do conforto térmico percebido.

| 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 |

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observando os gráficos, referentes às 9 horas, 15 horas e 21 horas (Figuras 1, 2 e 3), verifica-se que o período de maior desconforto e estressante por calor ocorreu no período da tarde, às 15 horas, segundo o índice de calor. Durante o período da manhã, 9 horas, podemos encontrar, em grande maioria, condição de neutralidade térmica, apresentando também, alguns extremos de calor e frio (pouco frio). Onde se encontra o maior desconforto por calor (41,6°C) no dia 25 de dezembro de 2012 e o maior desconforto por frio (15,2°C) no dia 27 de fevereiro de 2014. Analisando o período da tarde, 15 horas, encontram-se os valores extremos de calor (mais evidentes e com maior concentração). O Valor extremo de calor encontrado foi no dia 25 de dezembro de 2012 com 46,3°C. Isso ocorre devido ao aumento na incidência de radiação solar. Também são encontrados alguns valores abaixo da zona de conforto térmico, como 31 de dezembro de 2011 (19,3°C), 29 de fevereiro de 2012 (18,6°C) e 27 de janeiro de 2012 (17,4°C), destacando a menor temperatura encontrada: 16°C no dia 3 de dezembro de 2015. Já na análise do conforto térmico para as noites, 21 horas, observa-se a maioria dos dias dentro da zona de conforto térmico, porém, ocorrem alguns picos com valores extremos (sensação de calor e frio). Devido a este horário não haver mais o sol para aquecer a superfície da Terra (a terra passa a perder radiação para a atmosfera), a temperatura tende a cair com o passar das horas, logo, esse pode ser o motivo da grande quantidade de dias pertencentes a essa zona de conforto. Da mesma forma, durante as noites, também são encontrados alguns valores extremos de calor, como no mês de janeiro de 2014 com valores de 38,3°C no dia 19; 36,7°C, no dia 23 e 37,7°C no dia 5 de fevereiro do 2014.



Figura 1: Variação temporal para o período das manhãs (9 horas) em Pelotas – RS.

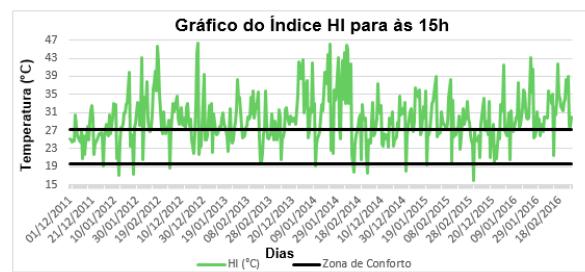


Figura 2: Variação temporal para o período das tardes (15 horas) em Pelotas – RS.

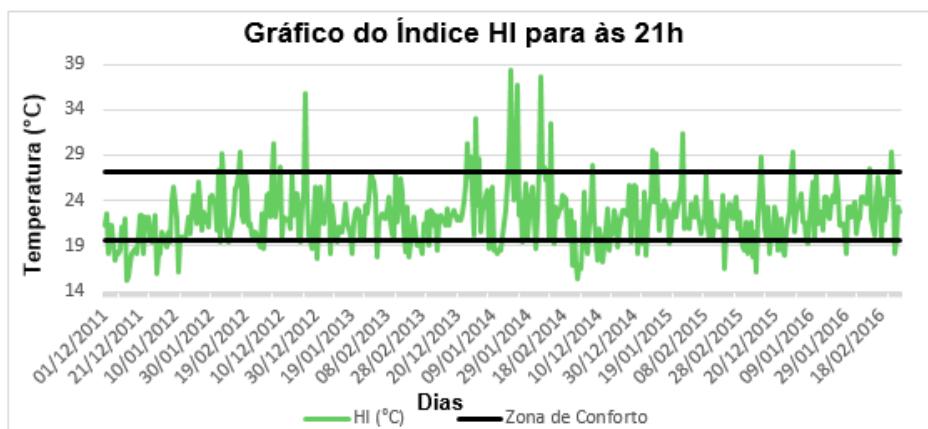


Figura 3: Variação temporal para o período das noites (21 horas) em Pelotas – RS.

Observando a distribuição mensal dos tipos de tempo (sensação térmica), segundo o índice de calor, e considerando todos os horários do período (Tabelas 2, 3 e 4), nota-se que o mês com mais desconforto ao calor é o de fevereiro (148 dias). Por outro lado o mês com menor desconforto é o mês de dezembro (119 dias). Em relação aos períodos das manhãs, tardes e noites, podemos afirmar que enquanto as manhãs apresentam dias de maior comodidade térmica, no período da tarde, com o aumento das temperaturas os dias se tornam mais desconfortáveis e estressantes por calor. Durante as noites, com a diminuição da temperatura, apresentam-se momentos de neutralidade e até com um pouco frio (82 dias). No total, considerando todos os horários durante o período estudado, ocorreram mais dias de comodidade térmica, com exceção das tardes que apresentaram maior quantidade de dias de desconforto e estresse por calor.

Tabela 2: Distribuição de frequência mensal dos tipo de tempo para Pelotas no período das manhãs (9h).

| Sensação | Dez | Jan | Fev | Total |
|--------------|-----|-----|-----|-------|
| Muito Calor | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Calor | 4 | 3 | 4 | 11 |
| Pouco Calor | 24 | 34 | 31 | 89 |
| Neutralidade | 113 | 115 | 98 | 326 |
| Pouco Frio | 14 | 3 | 9 | 26 |

Tabela 3: Distribuição de frequência mensal dos tipo de tempo para Pelotas no período das tardes (15h).

| Sensação | Dez | Jan | Fev | Total |
|--------------|-----|-----|-----|-------|
| Muito Calor | 3 | 4 | 5 | 12 |
| Calor | 7 | 22 | 21 | 50 |
| Pouco Calor | 72 | 73 | 76 | 221 |
| Neutralidade | 71 | 51 | 37 | 159 |
| Pouco Frio | 2 | 5 | 3 | 10 |

Tabela 4: Distribuição de frequência mensal dos tipo de tempo para Pelotas no período das noites (21h).

| Sensação | Dez | Jan | Fev | Total |
|--------------|-----|-----|-----|-------|
| Muito Calor | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Calor | 1 | 2 | 1 | 4 |
| Pouco Calor | 8 | 6 | 9 | 23 |
| Neutralidade | 109 | 125 | 109 | 343 |
| Pouco Frio | 37 | 22 | 23 | 82 |

4. CONCLUSÕES

Conclui-se que para a cidade de Pelotas, considerando o índice de calor, os períodos das tardes de verão são os mais desconfortáveis por calor, enquanto que nas manhãs e noites apresentaram-se temperaturas mais confortáveis e, até a ocorrência de períodos de algum estresse por frio (pouco frio) em alguns dias do estudo, principalmente no período da noite.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FANGER, P.O. **Thermal comfort**: Analysis and Applications in Environmental Engineering. New York: McGraw-Hill Book Company, 1970. 244p.

GIVONI, B. **Man, climate and Architecture**. Amsterdam: Elsevier Publishing, 1969. p. 1-95. 364p.

HÖPPE, P. Aspects of human biometeorology in past, present and future. **International Journal Biometeorology**. v. 40, n. 1, p. 19-23, 1997.

STEADMAN, R. G. The assessment of sultriness. Part I: A temperature humidity index based on human physiology and clothing science. **Journal of Applied Meteorology**. v. 18, n. 7, p. 861-873, 1979.