

**Estudo de caso de ocorrência de onda de calor intensa na cidade de Porto Alegre - RS em Janeiro-
Fevereiro de 2010**

Ana Lucia Nascimento¹, William Jacondino², Leticia Moreira Nick³, Humberto Conrado⁴, Anderson Spohr Nedel⁵

¹Graduanda no Curso de Meteorologia – UFPel, Pelotas, RS. E-mail: analuciasne@gmail.com

²Graduando no Curso de Meteorologia – UFPel, Pelotas, RS. E-mail: williamjacondino@hotmail.com

³Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Meteorologia – UFPel, Pelotas, RS. E-mail: leticiamnick@hotmail.com

⁴Professor do departamento de Meteorologia – UFPel, Pelotas, RS. E-mail: hconrado@ufpel.edu.br

⁵Professor do departamento de Meteorologia – UFPel, Pelotas, RS. E-mail: anderson.nedel@ufpel.edu.br

Resumo: A cidade de Porto Alegre (30S/50W) localizada no estado do Rio Grande do Sul, possui clima do tipo subtropical e é caracterizado por verões quentes e brandos. Segundo Araújo (1930), uma onda de calor deve ter um período mínimo de 3 dias consecutivos, com temperaturas acima da normal climatológica de uma determinada região. Mcgeehin (2001) e Laaidi et al. (2012), realizaram estudos sobre ocorrências de ondas de calor e constataram que estas quando persistentes são prejudiciais à saúde pública, afetando com mais intensidade a população vulnerável (crianças, idosos, com condições de vulnerabilidade socioeconômica ou/e que vivam em áreas urbanas). Fagner (1970) caracterizou o Conforto Térmico Humano (CTH) sendo quando a energia produzida pelo organismo humano for igual ao que é perdido por este corpo para o meio externo, variando de indivíduo para indivíduo. O objetivo deste trabalho é aplicar o Índice de Calor (HI) em uma ocorrência de onda de calor com duração de 8 dias na cidade de Porto Alegre ocorrida em 2010, utilizando dados de temperatura máxima diária e umidade relativa do ar obtidas nas estações meteorológicas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e dados de Reanálise do National Centers for Environmental Prediction (NCEP), a fim de gerar dados sinóticos associados. Resultados mostraram que os dias foram caracterizados por extremo desforto por calor, segundo o índice HI e grande contribuição das condições sinóticas para a manutenção durante a ocorrência de onda de calor.

Palavras-Chave: onda de calor, conforto térmico

Os autores deste trabalho são os únicos responsáveis por seu conteúdo e são os detentores dos direitos autorais e de reprodução. Este trabalho não reflete necessariamente o posicionamento oficial da Sociedade Brasileira de Biometeorologia (SBBiomet).

The authors of this paper are solely responsible for its content and are the owners of its copyright. This paper does not necessarily reflect the official position of the Brazilian Society of Biometeorology (SBBiomet).

Introdução

A cidade de Porto Alegre (30S/50W) localizada no estado do Rio Grande do Sul, possui clima do tipo subtropical e é caracterizado por verões quentes e brandos. Segundo Araújo (1930), uma onda de calor deve ter um período mínimo de 3 dias consecutivos, com temperaturas acima da normal climatológica de uma determinada localidade. Tais condições de clima e relevo estão sujeitas a ocorrência de ondas de calor no período do verão, que se estende de dezembro a março. Segundo Araújo (1930), para se caracterizar uma onda de calor deve haver um período mínimo de 3 dias consecutivos, com temperaturas acima da normal climatológica de uma determinada região. Mcgeehin (2001) e Laaidi et al. (2012), realizaram estudos sobre ocorrências de ondas de calor e constataram que estas quando persistentes são prejudiciais à saúde pública, afetando com mais intensidade a população vulnerável (crianças, idosos, com condições de vulnerabilidade socioeconômica ou/e que vivam em áreas urbanas).

Nos últimos anos, estudos tem relacionado o Conforto Térmico Humano (CTH) a índices biometeorológicos conhecidos como Índices de Conforto Térmico (ICT). Segundo Fagner (1970), CTH é caracterizado quando a energia produzida pelo organismo humano é igual ao que é perdido por este corpo para o meio externo, uma condição variante de indivíduo para indivíduo.

Nick (2016), utilizou o ICT HI nos verões (2012-2016) para a cidade de Pelotas e concluiu que os dias se apresentaram desconfortáveis devido ao calor. Nascimento et al. (2016), constataram uma ocorrência comum no verão de ondas de calor em regiões mais quentes do estado do Rio Grande do Sul. O objetivo deste trabalho é relacionar Desconforto Térmico Humano em uma ocorrência de onda de calor na cidade de Porto Alegre com condições meteorológicas em escala sinótica na região.

Material e Métodos

O caso selecionado para estudo é escolhido com base em critérios de duração e magnitude em cima dos resultados encontrados por Nascimento et al. (2016) para ocorrência de ondas de calor na cidade de Porto Alegre no estado do Rio Grande do Sul (Tabela 1).

Tabela 1: Caso identificado de onda de calor. (NASCIMENTO, 2016)

Cidade	Ano	Mês	Dias	Duração (dias)
Porto Alegre	2010	Janeiro/Fevereiro	31 à 7	8

Para avaliar o Conforto Térmico Humano (CTH) é usado o Índice de Calor (HI) proposto por Steadman (1979). Para o cálculo do índice são utilizados dados de temperatura máxima diária do ar (T_f) e umidade relativa (UR%) obtidos nas estações automáticas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). O Índice de Calor (HI) é aplicado quando as temperaturas do ar são superiores a 26°C e a umidade relativa do ar (UR%) é igual ou maior a 40%, segundo a equação 1:

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

Onde: HI é a temperatura equivalente ao índice de calor em °F; T_f é a temperatura do ar em °F e RH é a umidade relativa em número inteiro.

Para auxiliar na interpretação dos resultados, é utilizado faixas de temperatura para caracterizar as sensações de conforto ou desconforto ocorridas e suas possíveis consequências. (Tabela 2 e 3).

Tabela 2: 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

Fonte: MONTEIRO; ALUCCI, 2010.

Tabela 3: Níveis de classificação segundo a temperatura, nível de alerta e sintomas relacionados.

(HI)	Nível de Alerta	Sintomas
27,1°C a 32°C	Cautela	Possível fadiga em caso de exposição prolongada e atividade física
32,1°C a 41°C	Cautela extrema	Possibilidade de caibras, esgotamento e insolação para exposições prolongadas e atividade física
41,1°C a 54°C	Perigo	Caibras, insolação e provável esgotamento. Possibilidade de dano cerebral para exposições prolongadas com atividade física
> 54°C	Perigo extremo	Insolação e risco de dano cerebral iminente

Fonte: Adaptado de National Weather Service/National Oceanic and Atmospheric Administration, NWS/NOAA, 2016.

A análise sinótica, é realizada com dados de reanálise do National Centers for Environmental Prediction (NCEP) com resolução de 2,5°. As variáveis meteorológicas utilizadas são: temperatura do ar no nível de 850hPa, umidade relativa do ar no nível de 850hPa, pressão ao nível médio do mar (PNMM) e componentes do vento no nível de 850hPa. Para gerar análises dos campos meteorológicos foi utilizando o programa GrADS (Grid Analysis and Display System).

Resultados e Discussões

Analisando os resultados obtidos (Gráfico 1) e relacionando aos níveis de classificação e TEP (Tabela 2 e 3) conclui-se que as sensações de desconforto foram classificadas como Muito Calor (>42,2 HI) para todos os dias, o que caracteriza um nível de alerta por possível fadiga em caso de exposição prolongada e fadiga por atividade física. Os dias analisados tiveram índices de sensação térmica variando de 54,0 – 63,6°C, o que segundo o HI (Tabela 3), caracteriza um nível de alerta por perigo devido a possíveis câimbras, insolação, provável esgotamento e possibilidade de dano cerebral para exposições prolongadas com atividade física.

Gráfico 1: Análise do índice de calor (HI), temperatura do ar (Tar) e umidade relativa (UR%) para a ocorrência de onda de calor.

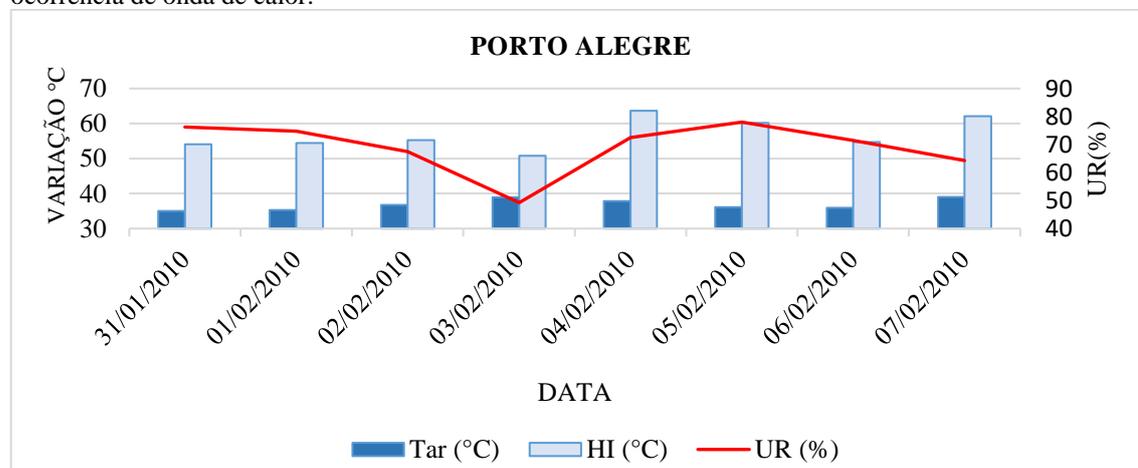
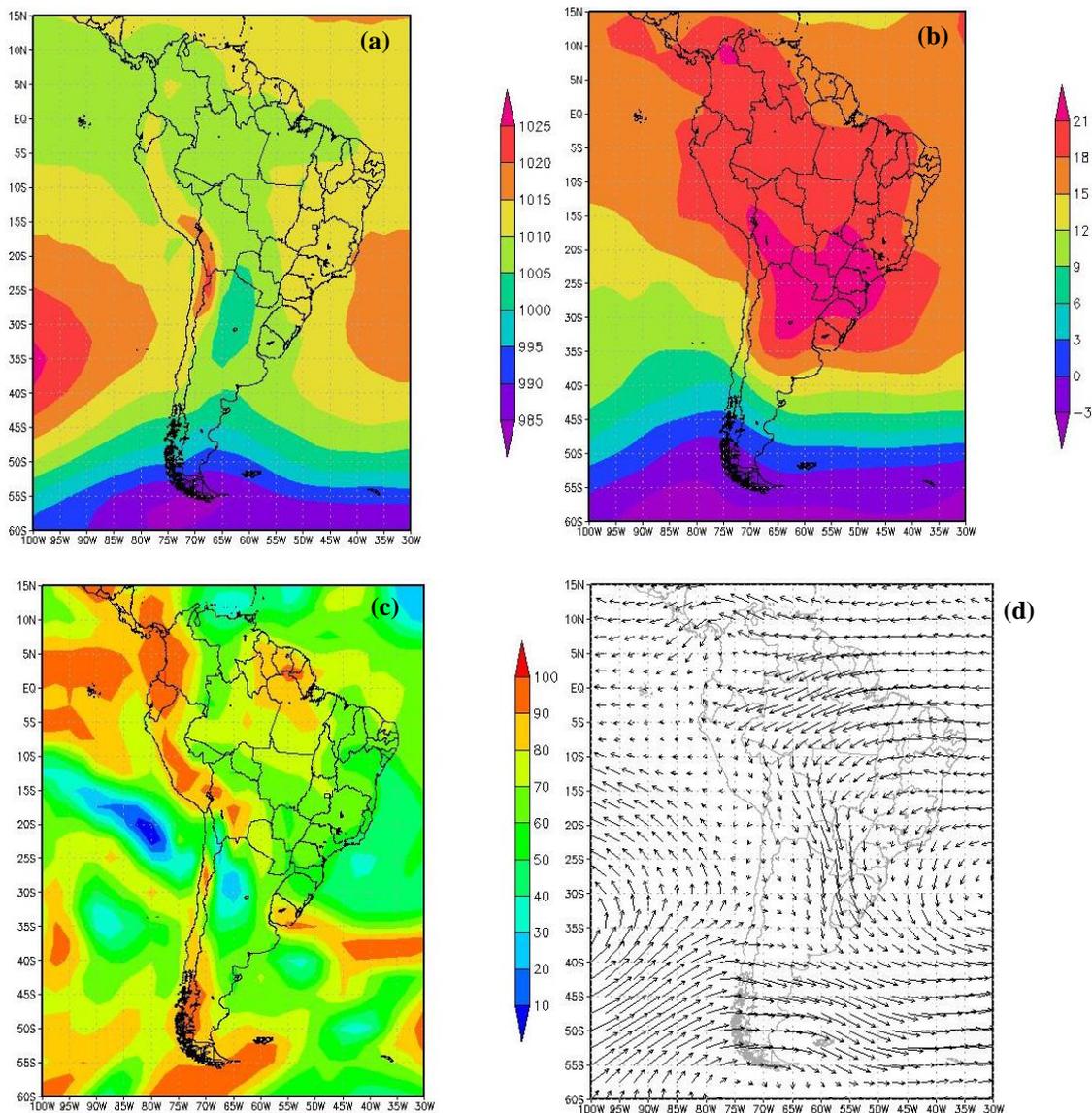


Figura 1: Campos médios nos dias de onda de calor para: (a) PNMM em hpa, (b) temperatura do ar no nível de 850hpa (c) umidade relativa (%) do ar no nível de 850hpa, (d) direção do vento no nível de 850hpa.



Campos médios para o período da onda de calor são apresentados aqui para auxiliar a descrição da análise sinótica - Figura 1 (a), (b), (c) e (d). Constatou-se que ao longo do período de ocorrência da onda de calor há predominância do mesmo padrão. No campo de PNMM (Figura 1 (a)) é possível observar uma região de baixa pressão sobre o Norte da Argentina (30S/60W) e um centro de Alta pressão sobre o Atlântico Sul posicionado em 25S/30W, o que proporcionou ventos de norte sobre Rio Grande do Sul. No campo de vento (Figura 1 (d)) é possível observar este escoamento de norte que tem o papel de transportar calor e vapor d'água para região e assim, contribuiu para elevar as temperaturas com umidade mais alta. No campo de temperatura (Figura 1 (b)) é observada a presença de uma massa de ar quente sobre a região do Mercosul. No campo de umidade relativa (Figura 1 (c)) é possível observar que sobre a região de Porto Alegre (30S/50W) a umidade relativa situa-se entre 60-70%, e sobre o Rio Grande do Sul.

Conclusão

Foi possível observar que as condições sinóticas contribuíram para causar a sensação de desconforto durante todo o período de ocorrência da onda de calor, ao proporcionar temperaturas elevadas com umidade mais alta. O índice HI mostrou que durante os 8 dias (31 de janeiro a 7 de fevereiro de 2010) ocorreu estresse por excesso de calor, podendo causar algum dano à saúde. É importante ressaltar que os índices precisam ser adaptados as condições de cada localidade para maior confiabilidade.

Referências

Araújo L C (1930) Memórias sobre o Clima do Rio Grande do Sul: Tipografia do Serviço de Informações do Ministério da Agricultura. Rio de Janeiro

Fanger P O (1970) Thermal comfort: Analysis and Applications in Environmental Engineering. New York: McGraw-Hill Book Company

Laaidi K, Zegnoun A, Dousset B, Bretin, P, Vandentoren S, Giraudet E, Eaudeau P (2012). The impact of heat islands on mortality in Paris during the August 2003 heat wave. *Environmental Health Perspectives*, v. 120, n. 2, p. 254-259

Mcgeehin M A, Mirabelli M (2001) The potential impacts of climate variability and change on temperature-related morbidity and mortality in the United States. *Environmental Health Perspectives*. 109: Suppl 2 185-189

Monteiro L M, Alucci M P (2010) Modelo adaptativo de conforto térmico em espaços urbanos abertos. In: PLURIS2010 – Congresso Luso Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável, 4., 2010, Faro : Univeridade de Algarve. Actas do... 1:578.

Nascimento A L, Conrado H, Jacondino, W D (2016) Incidência de ondas de calor no estado do Rio Grande do Sul. In: xxv Congresso de Iniciação Científica da Universidade Federal de Pelotas, 22., 2016. Pelotas. **Anais...** Pelotas: CIC, 2016

Nick L M, Nedel A S (2016) Análise de um índice de conforto térmico adaptável ao verão para a cidade de pelotas. In: xxv Congresso de Iniciação Científica da Universidade Federal de Pelotas 22., 2016. Pelotas. **Anais...** Pelotas: CIC, 2016.