

Estudo de caso de desconforto térmico na cidade de Porto Alegre – RS durante a ocorrência de uma onda de calor entre 27 de Janeiro a 12 de Fevereiro de 2014

William Jacondino¹, Ana Lucia Nascimento², Leticia Moreira Nick³, Humberto Conrado⁴, Anderson Spohr Nedel⁵

¹Graduando no Curso de Meteorologia – UFPel, Pelotas, RS. E-mail: williamjacondino@hotmail.com

²Graduanda no Curso de Meteorologia – UFPel, Pelotas, RS. E-mail: analuciasne@gmail.com

³Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Meteorologia – UFPel, Pelotas, RS. E-mail: leticiamnck@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: O estudo de caso é feito sobre a ocorrência de uma intensa onda de calor que atuou por 17 dias sobre a cidade de Porto Alegre (30S/50W) no estado do Rio Grande do Sul, no período de 27 de janeiro a 12 de fevereiro de 2014, relacionando os índices de Conforto Térmico Heat Index (Índice de Calor) com as condições atmosféricas dominantes em escala sinótica. Os resultados calculados pelo índice de calor mostram que os dias foram caracterizados por extremo desconforto por muito calor combinado com umidade elevada. Como diversos estudo feito já constataram, estas ondas de calor quando muito prolongadas e com considerável intensidade de desconforto tem o potencial de causar prejuízos à saúde pública, afetando com mais intensidade a população vulnerável e urbana. As análises sinóticas mostraram que as condições atmosféricas foram fundamentais para a manutenção da onda de calor ao proporcionarem a presença de uma massa de ar quente e úmida sobre a região estudada.

Palavras-Chave: onda de calor, conforto térmico, Porto Alegre

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. Por estar situada no cinturão de latitudes subtropicais, costumeiramente é atingida por fenômenos sinóticos tais como frentes, e que tem papel fundamental na distribuição uniforme da precipitação ao longo do ano, assim como na amplitude térmica local que apresenta grandes variações em uma grande porção do estado.

Araújo (1930), caracterizou uma onda de calor como sendo um período prolongado de no mínimo 3 dias consecutivos onde as temperaturas médias máximas e mínimas estejam acima da normal climatológica da região, no período sazonal de dezembro a março. As principais vítimas do calor excessivo causado por uma onda de calor são: crianças, idosos, pessoas com vulnerabilidade socioeconômica (Mcgeehin, 2001). O Índice Conforto Térmico Humano (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 (Fagner, 1970). Tem sido dada grande relevância a relação do CTH a índices biometeorológicos conhecidos como Índices de Conforto Térmico (ICT) devido ao grau de estresse e desconforto que podem causar, trazendo prejuízo a saúde pública.

O objetivo deste trabalho é caracterizar o Desconforto Térmico Humano utilizando ICT Heat Index (HI) em uma ocorrência de onda de calor que durou 17 dias e foi caracterizada como a mais duradoura, segundo Nascimento (2016), na cidade de Porto Alegre e relacionar as condições meteorológicas predominantes na região em escala sinótica.

Material e Métodos

O caso selecionado foi o mais intenso e duradouro identificado por Nascimento et al. (2016), utilizando o método proposto por Araújo (1930), onde são necessários no mínimo 3 dias consecutivos com anomalias de temperaturas máxima superando 32°C e temperaturas mínima superando 22°C. Foram utilizados dados de temperatura máxima e mínima do ar obtidas nas estações automáticas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET)

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

Cidade	Ano	Mês	Dias	Duração (dias)
Porto Alegre	2014	Janeiro/Fevereiro	27 à 12	17

Para avaliar o Conforto Térmico Humano (CTH) é será utilizado o Índice de Calor (HI) proposto por Steadman (1979). Para o cálculo do índice são utilizados dados de temperatura máxima diária do ar (Tar) 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 o cálculo do índice são utilizados dados de temperatura máxima diária do ar (Tar) e umidade relativa (UR%) obtidos nas estações automáticas do INMET. No intuito de 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(°C)	Sensação
> 42,4°C	Muito calor
34,9 ~42,4°C	Calor
27,3 ~34,8°C	Pouco calor
19,6 ~27,2°C	Neutralidade
12,0 ~19,5°C	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 foram temperatura do ar em 2 metros, umidade relativa (UR%) do ar em 1000hpa, pressão ao nível médio do mar (PNMM) e componente meridional do vento no nível 850hPa. Para gerar análises dos campos meteorológicos foi utilizando o programa GrADS (Grid Analysis and Display System).

Resultados e Discussões

A análise dos índices para os 17 dias de ondas de calor mostrou um grau de estresse por Muito Calor (Tabela 2), com a Temperatura Equivalente Percebida variando entre 43,2 - 71,06 °C. Ao relacionar o ICT aos níveis de alerta (Tabela 3), é possível observar que para ambos os dias os níveis de alerta foram de Perigo e Perigo Extremo, caracterizando sintomas como: câimbras, insolação, esgotamento e possibilidade de dano cerebral caso haja exposição prolongada com atividade física.

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

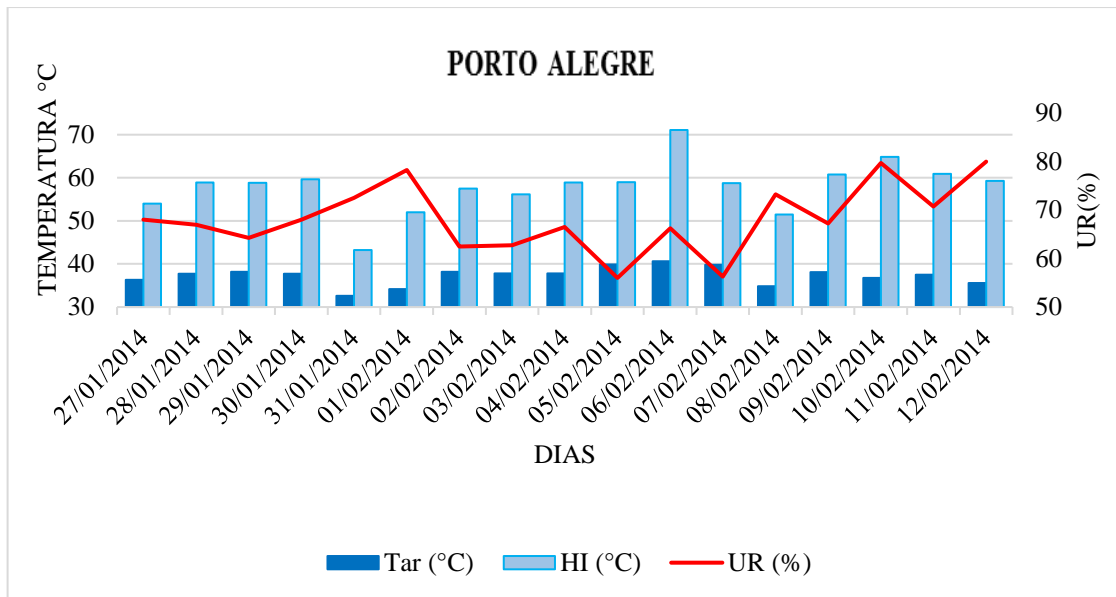
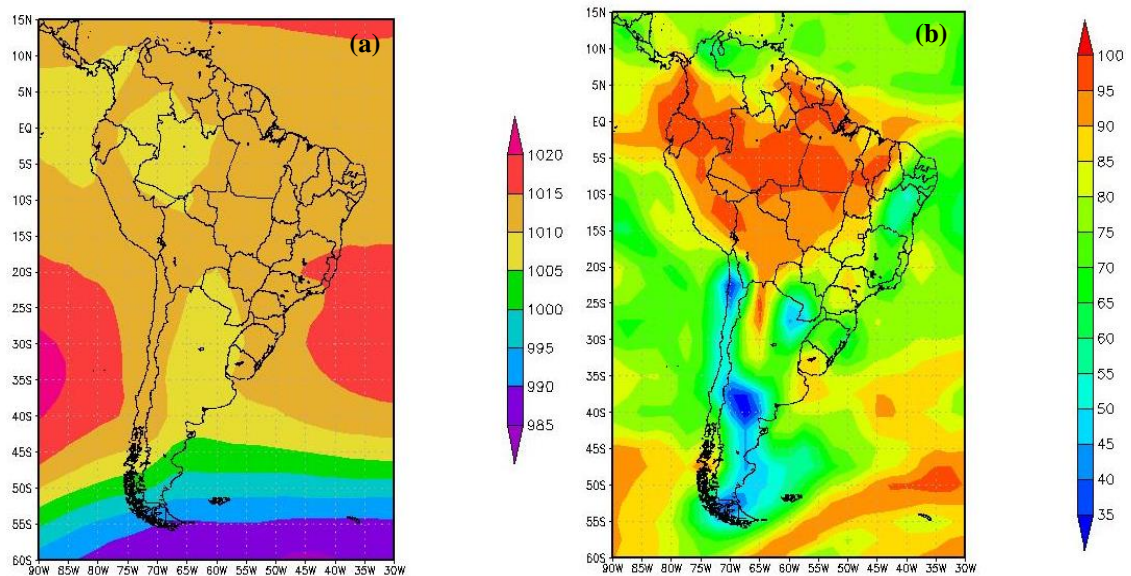
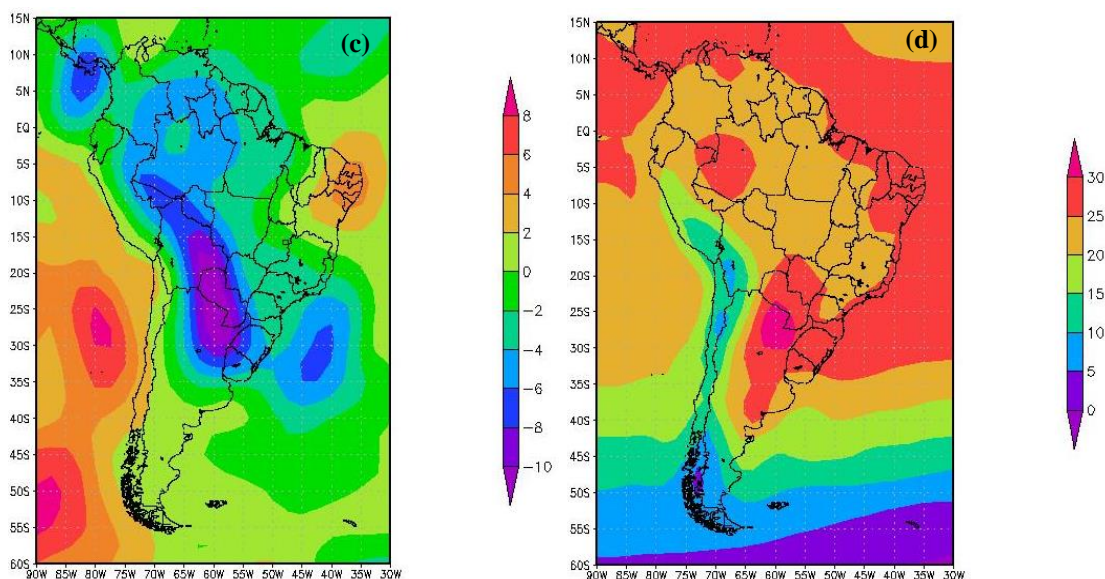


Figura 2. Campos médios do período do evento (27 de janeiro a 12 de fevereiro) para variáveis meteorológicas referente aos dias de ocorrência de onda de calor: (a) PNMM em hPa, (b) umidade relativa do ar no nível de 1000hpa (em unidades de %) (c) componente meridional do vento no nível de 850hpa (em unidade de metros por segundo), (d) temperatura do ar no nível de 2 metros (em unidade de graus celsius).





Foram gerados campos médios diários entre os dias 27 de janeiro e 12 de fevereiro, compreendendo 17 dias de ocorrências de ondas de calor, afim de caracterizar as condições sinóticas que predominaram durante o período. Observa-se na Figura 2 (a) uma região de baixa pressão que se estende desde a região da Patagônia até o norte do Paraguai e a presença do centro de Alta pressão posicionado sobre o Atlântico Sul (ASAS) entre (25S/30W). A presença destes dois sistemas proporciona um fluxo do vento de norte/noroeste predominante sobre o Paraguai e nordeste da Argentina (Figura 2 (c)), indicado pelos altos valores negativos na componente meridional do vento. Este fluxo de norte associado com a circulação do centro de Alta pressão sobre o Atlântico Sul, atua de forma a transportar calor e umidade para a região sul do Brasil e adjacências proporcionando a massa de ar quente e úmida presente entre a região sul do Paraguai e nordeste da Argentina, (Figura 2 (b) e (d)). O valor médio observado da umidade relativa manteve-se em torno de 70 – 80% sobre todo o Rio Grande do Sul

Conclusão

O período estudado (27 de janeiro a 12 de fevereiro de 2014) foi a onda de calor que teve maior duração e temperaturas identificadas por Nascimento (2016). Pela análise do Índice de Calor (HI) é possível concluir que houve um grande desconforto por excesso de calor, o que pode levar a algum dano à saúde, em especial a população mais vulnerável. O desconforto é explicado pela combinação de calor e umidade elevada. As condições sinóticas da atmosfera foram fundamentais para a manutenção da temperatura e umidade elevadas em todo período de estudo, pela configuração de um escoamento de norte que advectou calor e umidade para toda a região.

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
- 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.
- 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.
- 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. Pelotas. **Anais...** Pelotas: CIC, 2016