

## **ANÁLISE DO CONFORTO TÉRMICO EM UM ABRIGO DE EMERGÊNCIA DURANTE AS INUNDAÇÕES DE MAIO DE 2024 NO MUNICÍPIO DE PELOTAS, RS**

**RODRIGO MACHADO DE ANDRADE BARTELL DA CRUZ<sup>1</sup>; MARCELO FELIX ALONSO<sup>2</sup>; REYNERTH PEREIRA DA COSTA<sup>3</sup> ROSE ANE PEREIRA DE FREITAS<sup>4</sup>**

*<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas – rodrigobartell10@gmail.com*

*<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas – mfapel@gmail.com*

*<sup>3</sup>Universidade Federal de Pelotas – reynerty@gmail.com*

*<sup>4</sup>Universidade Federal de Pelotas – freitas.rose@ufpel.edu.br*

### **1. INTRODUÇÃO**

No mês de maio de 2024, o estado do Rio Grande do Sul enfrentou inundações históricas que afetaram gravemente a população. As chuvas intensas resultaram em transbordamento de rios e causaram grandes danos em áreas urbanas e rurais. A cheia do Rio Guaíba, por exemplo, atingiu níveis recordes, afetando mais de 478 municípios. Muitas pessoas perderam suas casas, enquanto outras foram forçadas a evacuá-las por razões de segurança (TEMPO, 2024).

O artigo de Reboita et al. (2024) descreve a condição meteorológica extrema que afetou a região Sul do Brasil em abril e maio de 2024. O evento foi resultado de uma combinação de fatores atmosféricos de larga escala, incluindo uma anomalia de calor no Oceano Índico Ocidental, que gerou ondas de Rossby, resultando em uma circulação anômala sobre o Brasil. Essa situação favoreceu a formação de uma frente estacionária sobre o estado do Rio Grande do Sul, que, aliada a um fluxo constante de umidade vinda da Amazônia, provocou chuvas intensas e persistentes. As precipitações resultaram em níveis recordes de inundação, afetando severamente a infraestrutura e a vida das populações locais.

No município de Pelotas, a situação foi igualmente grave durante as inundações de maio de 2024. As fortes chuvas alagaram diversas áreas da cidade, forçando mais de 700 pessoas a abandonarem suas casas para garantir a própria segurança (PREFEITURA DE PELOTAS, 2024; SUL 21, 2024). Entre os principais abrigos utilizados, o ginásio da Escola Superior de Educação Física da Universidade Federal de Pelotas (ESEF/UFPEL) acolheu 56 famílias, com 161 pessoas entre os dias 5 de maio e 31 de maio de 2024 (Pelotas, 2024). As famílias buscaram refúgio nos abrigos devido aos alagamentos que comprometeram a infraestrutura de suas moradias, tornando impossível permanecer nas áreas mais vulneráveis ao transbordamento de rios e córregos. Além dos danos materiais, surgiram preocupações significativas com a saúde pública, como a contaminação da água e a falta de saneamento adequado, exacerbando o cenário de crise.

Logo, este trabalho tem como objetivo analisar e comparar as condições de conforto térmico nas dependências internas e externas de um abrigo de emergência utilizado durante as inundações em Pelotas, RS, em maio de 2024. A análise buscará compreender como essas variáveis influenciam no conforto térmico dos abrigados, proporcionando informações que possam subsidiar a melhoria das condições ambientais em futuros cenários de emergência. Além

disso, o estudo pretende oferecer contribuições para o planejamento de abrigos temporários, visando minimizar o impacto de condições climáticas adversas na saúde e no bem-estar das populações afetadas.

## **2. METODOLOGIA**

### **2.1 Área De Estudo**

A área de estudo foi localizada em um abrigo emergencial temporário, usado no período para acolher os desalojados durante as inundações ocorridas entre 5 de maio e 31 maio de 2024 na cidade de Pelotas/RS (31°46'19"S, 52°20'34"O), especificamente no ginásio de esportes da Escola Superior de Educação Física e Fisioterapia (ESEF). (31°44'18"S, 52°19'55"O).

### **2.2 Dados**

Foram utilizados dados referentes ao período que o abrigo esteve ativo entre os dias 5 de maio e 31 maio de 2024, de equipamentos que foram previamente instalados para monitorar variáveis ambientais, como temperatura e umidade relativa do ar nos ambientes interno e externo da ESEF. Para a coleta de dados externos, utilizou-se o termohigrômetro modelo HOBO MX2303, enquanto nos ambientes internos foi utilizado o modelo HOBO MX2301A.

Como os equipamentos não possuem a capacidade de medir a velocidade do vento, foram utilizados dados de vento fornecidos por uma estação meteorológica automática, localizada na região central da cidade de Pelotas. Esses dados foram gentilmente cedidos pela empresa Sigma Meteorologia (Sigma, 2024) durante o período da crise, por meio de uma parceria com o CPPMET/UFPEL - Centro de Pesquisas e Previsões Meteorológicas da Universidade Federal de Pelotas (CPPMet, 2024).

### **2.3 Índices de Conforto Térmico**

Para avaliar o conforto térmico nos ambientes interno e externo do abrigo emergencial, foi utilizado o cálculo da Temperatura Efetiva (TE). Esse índice considera a combinação de variáveis meteorológicas, como a temperatura do ar, umidade relativa e, no caso do ambiente externo, a velocidade do vento, fornecendo uma estimativa mais precisa da sensação térmica para os ocupantes.

Para os ambientes internos (indoor), a Temperatura Efetiva (TE) foi calculada utilizando a seguinte equação:

$$TE = Tar - 0.4 \times (Tar - 10) \times (1 - 100UR)$$

Para os ambientes externos, a equação da TE inclui o fator de velocidade do vento (V), sendo fundamental para capturar o efeito da convecção térmica sobre o corpo humano, o que pode intensificar a sensação de frio ou calor. A Temperatura Efetiva permite uma avaliação mais completa das condições de conforto térmico, ao integrar múltiplos parâmetros ambientais.

$$TE = Tar - 0.4 \times (Tar - 10) \times (1 - 100UR) - 0.7 \times V$$

Onde, TE é Temperatura Efetiva em C°, Tar é Temperatura do ar em C°, UR é Umidade Relativa do ar em % e V é Vento em Km/h.

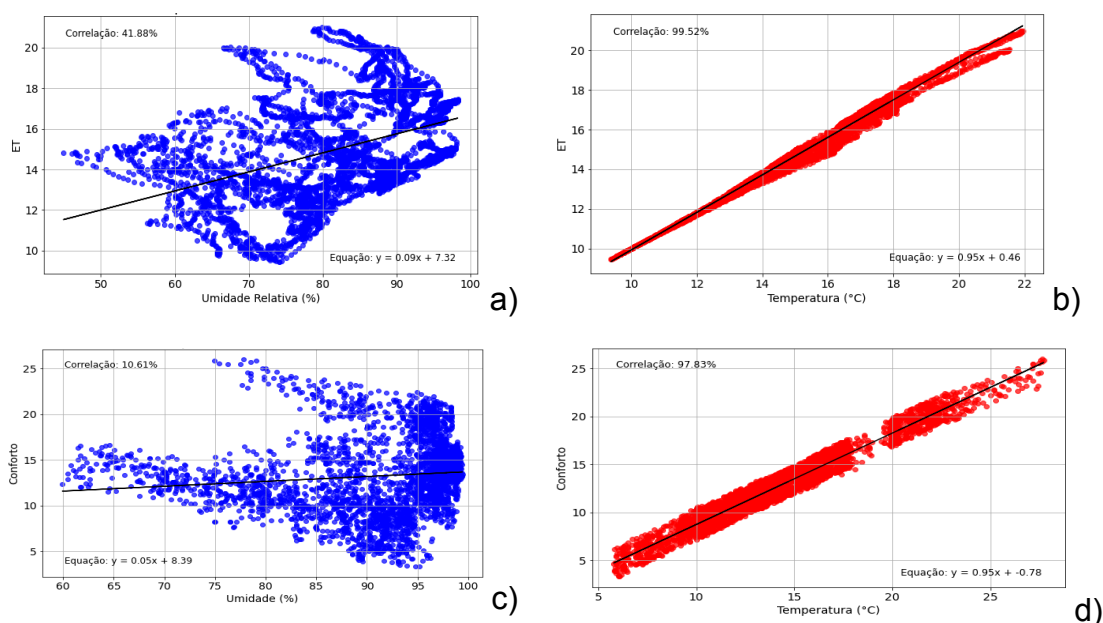
## **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A análise das correlações entre as variáveis (Figura 1) revelou que a umidade relativa apresentou uma correlação baixa com a Temperatura Efetiva, enquanto a temperatura do ar mostrou uma correlação significativamente mais

alta. Isso evidencia que a temperatura do ar é o principal fator influenciador do conforto térmico dentro dos abrigos emergenciais. A condensação, resultado do contato do ar quente com superfícies frias, também foi identificada como um fator que eleva os níveis de umidade interna, contribuindo para o desconforto térmico. O uso de chuveiros foi considerado um possível fator adicional que pode ter aumentado a umidade interna, mas sua influência é secundária.

No ambiente externo, o conforto térmico foi superior devido à menor umidade relativa e à maior circulação de ar natural, resultando em condições mais favoráveis em comparação aos ambientes internos, mesmo em temperaturas similares.

Esses resultados podem ajudar a orientar o planejamento e a organização de abrigos emergenciais futuros, fornecendo informações práticas sobre a necessidade de priorizar o controle da temperatura e a gestão da umidade, especialmente nos ambientes fechados. A compreensão desses fatores permitirá a criação de condições mais adequadas de conforto térmico, o que pode melhorar significativamente o bem-estar dos ocupantes.



**Figura 1:** Gráfico de dispersão entre (a) Temperatura Efetiva e Umidade Relativa *indoor*, (b) Temperatura Efetiva e Temperatura do ar *Indoor*, (c) Temperatura Efetiva e Umidade Relativa em ambientes externos, e (d) Temperatura Efetiva e Temperatura Externa.

## 4. CONCLUSÕES

Este trabalho inova ao ser o primeiro a analisar o conforto térmico em abrigos emergenciais utilizados durante as inundações em Pelotas, RS, em maio de 2024 durante os dias 5 de maio e 31 maio 2024, focando nas condições atmosféricas do outono austral de 2024. O estudo destacou que condições climáticas específicas, como a baixa temperatura e a alta umidade, foram fatores determinantes para o aumento do desconforto térmico entre os ocupantes dos abrigos durante este período. A principal contribuição está em aplicar futuramente esse conhecimento ao planejamento de abrigos, considerando as especificidades climáticas locais para melhorar a habitabilidade em situações de crise. O estudo sugere a adaptação de medidas de controle de temperatura e umidade,

oferecendo informações inovadoras que podem ser úteis para a criação de políticas públicas que visem ambientes mais seguros e confortáveis para populações desalojadas em desastres naturais.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

NEDEL, Anderson Spohr et al. Analysis of indoor human thermal comfort in Pelotas municipality, extreme southern Brazil. **International Journal of Biometeorology**, v. 65, n. 3, p. 419-428, 2021.

Tempo.com, 2024. Disponível em: <https://www.tempo.com/noticias/meteorologia/chuvas-historicas-de-maio-2024-a-explicacao-cientifica-por-tras-da-tragedia-no-sul-do-brasil.html>. Acesso em: 02 out. 2024.

CPPMET/UFPEL. Centro de Pesquisas e Previsões Meteorológicas. Disponível em: <https://wp.ufpel.edu.br/cppmet/>. Acesso em: setembro 2024.

DA ROCHA, Rosmeri Porfírio; et al., Análise do evento extremo de precipitação ocorrido no Rio Grande do Sul entre abril e maio de 2024. *Journal Health NPEPS*, v. 9, n. 1, 2024.

ENCHENTE no RS: Pelotas e Rio Grande já têm mais de 900 pessoas em abrigos. Sul 21, 10 maio 2024. Disponível em: <https://www.sul21.com.br/noticias/pelotas-e-rio-grande-em-abrigos-maio-2024>. Acesso em: 2 out. 2024.

Correio do Povo, 2024. Disponível em: <https://www.correiodopovo.com.br/not%C3%ADcias/chuvasnors/mais-de-700-pessoas-est%C3%A3o-desabrigadas-em-pelotas-1.1494124>. Acesso em: 02 out. 2024.

PREFEITURA DE PELOTAS divulga mapa com áreas de risco de inundação. *Jornal Tradição Regional*, 7 maio 2024. Disponível em: <https://www.jornaltradicao.com.br/prefeitura-de-pelotas-divulga-mapa-com-areas-de-risco-de-inundacao>. Acesso em: 2 out. 2024.

REBOITA, M.S.; et al.,. A Multi-Scale Analysis of the Extreme Precipitation in Southern Brazil in April/May 2024. *Atmosphere*, v. 15, n. 1123, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/atmos15091123>. Acesso em: 02 out. 2024.

SIGMA Meteorologia. Sigma Meteorologia. Disponível em: <https://sigmameteorologia.com/>. Acesso em: setembro 2024.

PELOTAS. Secretaria Municipal de Assistência Social. Disponível em: <https://www.pelotas.com.br/governo/sas>. Acesso em: 10 out. 2024. Citação no texto: (Pelotas, 2024)

## 6. AGRADECIMENTOS

Agradecemos pelo apoio institucional e financeiro recebido para a realização deste estudo, com destaque à FAPERGS pela concessão da bolsa de iniciação científica ao primeiro autor. Manifestamos nossa gratidão ao coordenador regional da Defesa Civil, zona sul, Cel. Márcio Facin, e ao Secretário da Secretaria Municipal de Assistência Social, Tiago Bundchen, pelo suporte logístico e operacional essencial ao desenvolvimento desta pesquisa.