

ANÁLISE DO CONFORTO TÉRMICO INTERNO DE DUAS HABITAÇÕES NO MUNICÍPIO DE NATAL-RN EM FUNÇÃO DA VULNERABILIDADE SOCIAL¹

Nelson Luiz Couto do Vale Júnior²
Francisco Jablinski Castelhana³

INTRODUÇÃO

O Relatório Síntese do Sexto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudança Climática (IPCC, 2023) alertou que a mudança do clima tem causado impactos adversos sobre a saúde humana em ambientes urbanos — onde as temperaturas elevadas extremas se intensificaram — afetando principalmente a população urbana marginalizada econômica e socialmente, ou seja, em locais com pobreza, violência, desafios de governança e acesso limitado a serviços básicos.

Além do IPCC (2023), vários pesquisadores — como Mendonça (2010), Nascimento Junior (2018) e Nascimento *et al.* (2023) — defendem a tese de que o conforto térmico se manifesta em função do nível de vulnerabilidade social sob o qual o indivíduo está submetido. Dessa forma, as repercussões sobre o desconforto térmico se fazem notar de forma mais intensa sobre a população pobre, visto que ela não possui as condições econômicas, técnicas e científicas para diminuir os impactos do clima sobre sua vida.

Assim, cidades socialmente desiguais e segregadas, desenvolvem ambientes complexos e únicos dentro de seus territórios, com repercussões diferentes para os distintos estratos sociais que o compõem.

Diante dessa problemática, o objetivo deste trabalho é investigar a diferença de conforto térmico interno — a partir da temperatura — em duas habitações de Natal, Rio Grande do Norte, localizadas em bairros com diferentes níveis de vulnerabilidade social.

¹ Resultado do projeto de iniciação científica “Conforto Térmico em Ambientes Internos no Contexto da Crise Climática: Estudos exploratórios em Natal, Nordeste brasileiro” da Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN.

²² Graduando do Curso de Licenciatura em Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, nelsonvalejunior@gmail.com;

³³ Professor orientador: Doutor em Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, francisco.castelhana@ufrn.br

METODOLOGIA

O percurso metodológico deste trabalho baseou-se em três etapas explicadas a seguir:

Na primeira, foram utilizados dados secundários referentes às oito variáveis sociais necessárias para quantificar e espacializar a vulnerabilidade social no município de Natal em escala de setor censitário — extraídas do Censo Brasileiro de 2010 (IBGE, 2012). Foram coletadas os seguintes dados a nível de setor censitário para todos os municípios da Região Metropolitana de Natal: proporção de moradores com mais de 25 anos que são alfabetizados; proporção de pardos; proporção de pessoas residentes com idade entre 0 a 5 anos; média do número de moradores por domicílios; percentual de domicílios sem serviço de coleta de lixo; percentual de domicílios com serviço de abastecimento de água inadequado; proporção de domicílios sem rendimento nominal mensal domiciliar; rendimento nominal médio mensal do responsável pelo domicílio ≤ 1 salário mínimo. Tais variáveis foram escolhidas segundo critérios do IPEA para o mapeamento de vulnerabilidade social (Barbosa *et al.*, 2019).

Após a organização deste banco de dados, foi aplicada a técnica estatística da Análise dos Componentes Principais (PCA) utilizando essas oito variáveis a fim de gerar um indicador de vulnerabilidade social. Tal técnica foi realizada a partir do software RStudio. O resultado final combinou a covariância das oito variáveis iniciais na criação de um fator único que representa a variabilidade conjunta dos dados. Neste sentido, em relação ao valor final obtido, quanto maior o valor encontrado em um setor censitário, maior será o seu nível de vulnerabilidade social.

Foi utilizado o software ArcGIS Pro na versão 3.3.0 para gerar um cartograma de vulnerabilidade social do município de Natal e, a partir deste, foram selecionados dois pontos localizados em diferentes níveis de vulnerabilidade de modo que fosse possível visualizar um contraste socioespacial entre eles. O ponto A localiza-se no bairro Felipe Camarão, zona oeste de Natal e o ponto B localiza-se no bairro Lagoa Nova, zona sul da capital potiguar.

A segunda etapa consistiu na coleta de dados primários de temperatura obtidos através do monitoramento nos pontos estudados em um período de 18 dias — de 23 de maio de 2024 a 10 de junho de 2024. O registro da temperatura foi feito em intervalos de 1h utilizando um *datalogger* em cada ponto. No ponto A foi utilizado o *datalogger* Elitech RC-5+ e no ponto B foi utilizado o *datalogger* Elitech RC-5 (figura 1). Apesar de serem *dataloggers* de modelos diferentes, ambos possuem acurácias equivalentes, validadas durante um período de testes na estação meteorológica da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. A escolha do ambiente da casa no qual foi instalado o aparelho seguiu o critério do espaço mais utilizado

pelos moradores: aquele no qual passam a maior parte do tempo (NASCIMENTO *et al.*, 2023). Em ambos os casos, os equipamentos foram instalados nas salas, ambientes sem qualquer tipo de condicionamento climático e postados a 1,5 m do solo e distantes das paredes.

Ambas as residências eram térreas, construídas com estruturas de alvenaria, sendo que a principal diferença em termos de construção situava-se no telhado. No caso, a construção da localidade de menor nível de vulnerabilidade possuía uma laje de concreto enquanto que a construção do menor nível não possuía qualquer tipo de forro ou cobertura, estando coberta diretamente pelas telhas.

Figura 1 - Dataloggers utilizados no monitoramento da temperatura nos pontos estudados



Fonte: autoria própria.

A terceira etapa consistiu na análise sintética dos dados de temperatura coletados, em conjunto aos níveis de vulnerabilidade social encontrados no mapeamento da primeira fase.

REFERENCIAL TEÓRICO

Conforto térmico é definido como uma condição de contentamento da mente com a temperatura do ambiente no qual o corpo humano está inserido. Tal satisfação depende de uma avaliação comportamental que envolve fatores físicos, fisiológicos e psicológicos (ASHRAE, 1992). Monteiro (2013) afirma que, quando a neutralidade térmica do ser humano não é mantida — entre 36,1°C e 37,2°C —, este passa a ativar mecanismos de termorregulação a fim de restabelecer sua temperatura. Caso não consiga, o mesmo começa a

se sentir desconfortável, causando uma série de comprometimentos à saúde e podendo levar até mesmo à morte. O estresse térmico pode potencializar doenças psicossociais originárias do estresse, cansaço, irritação dentre outros sintomas os quais prejudicam o desempenho físico devido à fadiga (ALEIXO; SANT'ANNA NETO, 2011; ARAÚJO, SANT'ANNA NETO, 2011).

Na perspectiva teórica do Índice de Vulnerabilidade Social dos municípios brasileiros, proposto pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, a vulnerabilidade social engloba três dimensões — o Capital humano, a Infraestrutura urbana e a Renda e Trabalho —, as quais podem ser avaliadas em função de oito variáveis (BARBOSA *et al.*, 2019).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

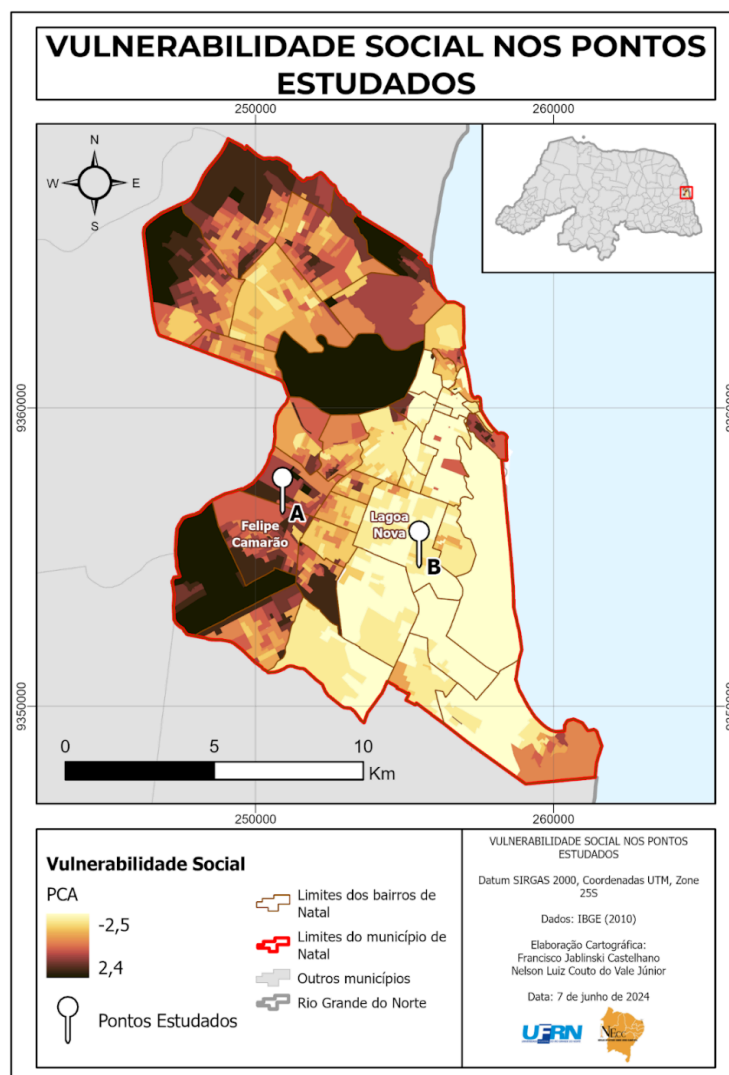
A figura 2 consiste no cartograma de vulnerabilidade social do município de Natal em nível de setor censitário dando destaque aos pontos estudados. O ponto A (residência localizada no bairro Felipe Camarão) apresenta o índice de vulnerabilidade no valor de 0,148658, enquadrando-se no percentil 40 na série, enquanto que no ponto B (residência localizada no bairro Lagoa Nova) o mesmo indicador tem o valor de -0,788054, encaixando-se no percentil 90. Logo, a habitação localizada no bairro Felipe Camarão está submetida a uma maior vulnerabilidade social do que a habitação localizada no bairro Lagoa Nova.

A distinção entre os níveis de vulnerabilidade social repercute diretamente em características cruciais para o conforto ou desconforto térmico. Em termos de localização, o bairro com maior vulnerabilidade social encontra-se em locais com pouca ou nenhuma área verde, distantes de centros de lazer públicos como parques ou praças, os terrenos costumam ser densamente ocupados, com pouco respeito a recuos e baixa arborização. Já no bairro de vulnerabilidade menor, temos uma paisagem distinta, com vias mais largas, terrenos menos ocupados e recuos respeitados, além da presença maior de áreas verdes, parques e praças. Além dessas características urbanas, destaca-se também os diferentes tipos e formas de construções particulares, e materiais empregados nas construções.

A figura 3 retrata essa relação entre vulnerabilidade social e exposição ao calor. A imagem consiste em um gráfico que expressa a temperatura dos pontos A e B, coletadas no mesmo período de amostragem. Ao comparar os dados obtidos, podemos concluir que a habitação localizada no ponto A (Felipe Camarão) possui maior sensibilidade a eventos climáticos extremos, de calor ou de frio, do que a habitação localizada no ponto B (Lagoa

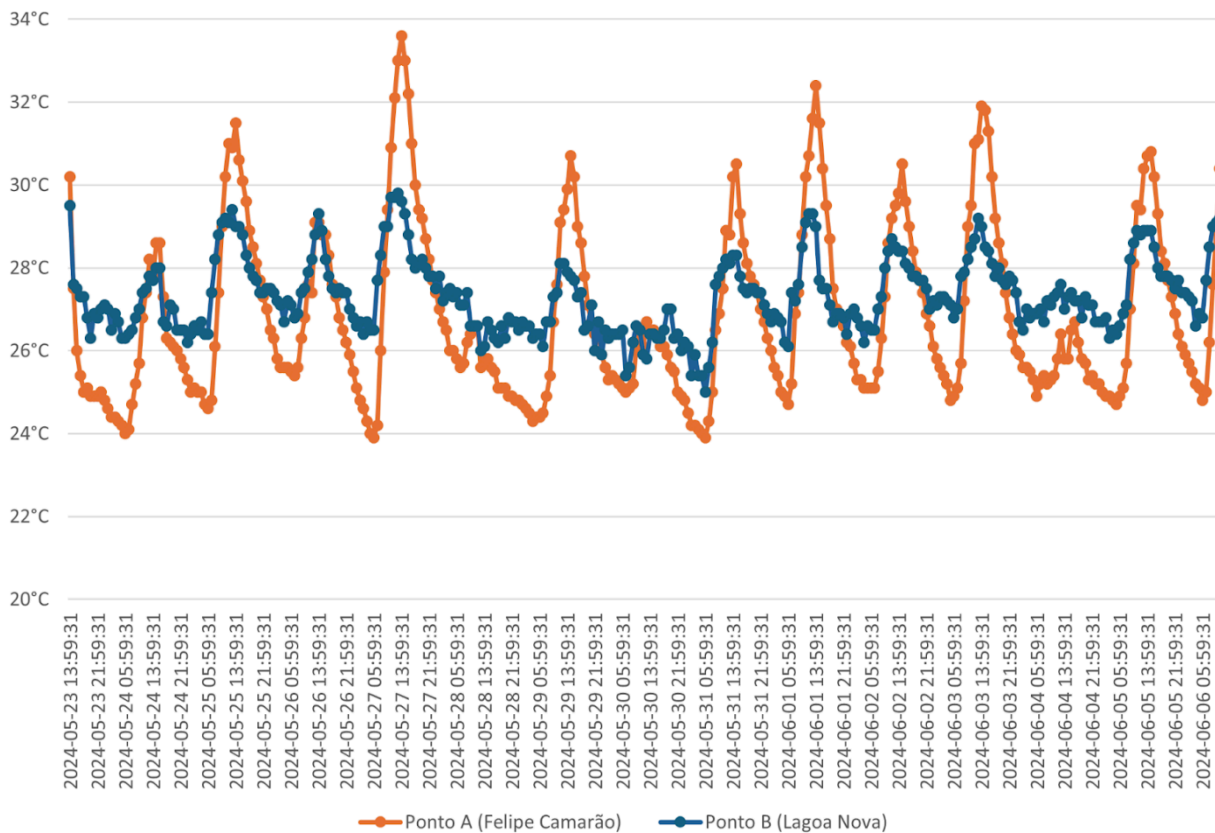
Nova), visto que naquela o calor é absorvido ou liberado mais rapidamente. Isso ocorre devido a residência socialmente mais vulnerável ter sido construída predominantemente com materiais de baixo valor agregado, os quais, geralmente apresentam menor calor específico — grandeza física relacionada com a quantidade de calor que produz uma variação térmica característica de cada material —, tornando-a um local de baixo isolamento térmico. Já a residência menos vulnerável socialmente apresentou uma menor amplitude térmica ao longo do período de amostragem, o que denota um melhor isolamento térmico do ambiente e, conseqüentemente, uma maior resistência aos eventos climáticos extremos. O menor grau de vulnerabilidade social a que os sujeitos desse lugar estão submetidos implica em um maior orçamento para a escolha de materiais os quais tornem a residência mais confortável termicamente.

Figura 2 - Cartograma de vulnerabilidade social dos pontos estudados



Fonte: autoria própria.

Figura 3 - Monitoramento da temperatura (°C) nos pontos A e B em função do período de amostragem



Fonte: autoria própria.

Enquanto no Ponto A, localizado na região de maior vulnerabilidade, em uma residência com materiais mais simples, amplamente ocupada e adensada o pico máximo de temperatura foi de 33.6°C no dia 27/05/2024 às 14h, no mesmo dia e horário, o termômetro do ponto B registrou 29.6°C, portanto, quatro graus de diferença.

Os picos negativos igualmente mostraram-se muito distintos. No dia 31/05/2024 às 6h, o Ponto A registrou seu menor valor com 23.9°C, enquanto que o Ponto B no mesmo momento registrou 25°C, 1.1 °C mais quente. Enquanto a amplitude térmica do Ponto A foi de 9.7°C durante o período de coleta, no Ponto B a variação foi de apenas 4.8°C, refletindo, portanto, em um ambiente termicamente mais confortável.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi possível concluir que há diferença de conforto térmico interno em habitações com diferentes níveis de vulnerabilidade social em Natal, Rio Grande do Norte. Nessa análise,

apesar de ter sido utilizada para comparação apenas uma variável climática, a temperatura, os resultados obtidos corroboram a tese, pois a amplitude térmica em uma habitação mais vulnerável se mostrou maior do que a amplitude térmica em uma habitação menos vulnerável. Dessa forma, aqueles socialmente mais vulneráveis estão mais sujeitos a situações de estresse térmico.

Entendendo a relevância deste tema, é possível fortalecer essa tese ao ampliar a precisão dos dados obtidos por meio do monitoramento de outras variáveis como, por exemplo, a umidade relativa do ar. Além disso, seria pertinente ampliar os pontos de coleta de dados porque seja possível mapear o conforto térmico em outros bairros da cidade do Natal.

Palavras-chave: Mudanças Climáticas; Justiça climática; Conforto térmico; Vulnerabilidade social.

REFERÊNCIAS

ASHRAE - AMERICAN SOCIETY OF HEATING REFRIGERATING AND AIR CONDITIONING ENGINEERS. **Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy**. Atlanta: ASHRAE, 1992.

ALEIXO, Natacha Cintia Regina; SANT'ANNA NETO, João Lima. Percepção e riscos, abordagem socioambiental do processo saúde-doença. **Mercator**, Fortaleza, v. 10, n. 22, p. 191-208, jul. 2011. Disponível em: <http://www.mercator.ufc.br/mercator/article/view/622>. Acesso em: 12 jun. 2024.

ARAÚJO, Ronaldo Rodrigues e SANT'ANNA NETO, João Lima. Variabilidade climática e saúde urbana: uma análise do comportamento das doenças respiratórias em Ribeirão Preto (SP) e do conforto térmico em São Luís (MA). In: XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA. Anais... Dourados (MS), 2011.

BARBOSA, Isabelle Ribeiro; GONÇALVES, Ruana Clara Bezerra; SANTANA, Reginaldo Lopes. Mapa da vulnerabilidade social do município de Natal-RN em nível de setor censitário. Autores. **Journal Of Human Growth and Development - JHGD**, São Paulo, v. 29, n. 1, p. 48-56, 8 maio 2019. Quadrimestral. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.7322/jhgd.157749>. Acesso em: 05 out. 2023.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Brasileiro de 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.

IPCC, 2023: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 1-34, doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.001

MENDONÇA, Francisco. Riscos e vulnerabilidades socioambientais urbanos: a contingência climática. **Mercator**, Fortaleza, v. 9, n. 1, p. 153-163, dez. 2010. ISSN 1984-2201. Disponível em: <http://www.mercator.ufc.br/mercator/article/view/538>. Acesso em: 12 jun. 2024.

MONTEIRO, Simone Rocha da Rocha Pires. O marco conceitual da vulnerabilidade social. **Sociedade em Debate**, Pelotas, v. 17, n. 2, p. 29-40, jul./dez. 2011. Disponível em: <https://revistas.ucpel.edu.br/rsd/article/view/695>. Acesso em: 12 jun. 2024.

NASCIMENTO, Patrick *et al.* Estudos preliminares de indicadores de vulnerabilidade associados à variações de temperaturas em ambientes internos em habitações no bairro da Tijuca - Rio de Janeiro. In: XV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA, 15., 2023, Guarapuava. **Anais do XV Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica**. Guarapuava: Unicentro, 2023. v. 1, p. 1919-1930. Disponível em: <https://anaisxvsbcg.wixsite.com/anais/items-2>. Acesso em: 13 jun. 2024.

NASCIMENTO JÚNIOR, Lindberg. **Clima urbano, risco e vulnerabilidade em cidades costeiras do mundo tropical**: estudo comparado entre santos (brasil), Maputo (Moçambique) e Brisbane (Austrália). 2018. 176 f. Tese (Doutorado) - Curso de Geografia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2018. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/items/28bffe2-508b-4942-8825-f64ab020b085>. Acesso em: 12 jun. 2024.