III SIMPOSIO BRASILEIRO DE BIOMETEOROLOGIA HUMANA
26 a 28 de agosto de 2026

EVOLUÇÃO DAS ILHAS DE CALOR EM JOINVILLE/SC NO PERÍODO DE 1980-2020 E SUAS IMPLICAÇÕES PARA A SAÚDE PÚBLICA

David dos Santos Mendes (1), Nádia Gilma Beserra de Lima (2), Emerson Galvani (3)

(1) Graduando de Geografia – Universidade de São Paulo (davidmendes@usp.br)
(2) Professora do Departamento de Geografia – Universidade de São Paulo (nadia.lima@usp.br)
(3) Professor do Departamento de Geografia – Universidade de São Paulo (egalvani@usp.br)

RESUMO

O presente trabalho analisa a evolução das ilhas de calor no município de Joinville/SC entre 1980 e 2020, buscando compreender a relação entre o crescimento urbano, a redução da cobertura vegetal e o aumento das temperaturas superficiais, bem como suas possíveis implicações para a saúde pública. A pesquisa utiliza técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento no software QGIS, com processamento de imagens Landsat para os diferentes períodos analisados. A metodologia envolve o cálculo da temperatura de superfície terrestre, do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) e elaboração de mapas temáticos, permitindo identificar a distribuição espacial das ilhas de calor. Além disso, foram analisados dados de internações por doenças respiratórias, com foco na Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC), buscando verificar possíveis relações entre áreas mais urbanizadas, intensificação das ilhas de calor e agravamento das condições de saúde da população. Os resultados demonstram aumento significativo das áreas com temperaturas mais elevadas ao longo das décadas, especialmente em regiões com maior densidade urbana e menor presença de vegetação. A análise dos índices evidenciou forte correlação entre a diminuição da cobertura vegetal e o aumento da temperatura superficial. Ressalta-se também que os maiores registros de doenças respiratórias se concentram próximos às zonas industriais e áreas urbanizadas mais aquecidas, indicando possível relação entre o aumento das temperaturas, a poluição atmosférica e o agravamento da qualidade do ar. As ilhas de calor favorecem o acúmulo de poluentes atmosféricos e intensificam a formação de ozônio troposférico e partículas nocivas, contribuindo para o agravamento de doenças respiratórias, especialmente a Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica. Essa condição afeta principalmente populações mais vulneráveis, como idosos e crianças, expostas continuamente a ambientes com baixa cobertura vegetal e elevada concentração de emissões industriais e veiculares, que favorece o aumento da incidência e do agravamento de doenças respiratórias nesses grupos.

Palavras-chave: Ilhas de calor, Saúde pública, Doenças respiratórias, Sensoriamento remoto.

1. INTRODUÇÃO

O conceito de ilha de calor urbana (ICU) pode ser definido como uma forma de diferenciação de temperatura vigente entre regiões densamente urbanizadas e zonas rurais ou menos urbanizadas (KRUGER, GONZALEZ, 2016).

Destaca-se que a uma maior ocorrência de ICU durante o período noturno, visto que dentro do ambiente urbano se tem uma maior condutividade das superfícies, o que levou a absorção da radiação no período diurno sua liberação no noturno, onde essa energia liberada acaba sendo utilizada para o aquecimento do ar, visto que a secura da superfície urbana, proveniente da diminuição do escoamento superficial, oriundo dos sistemas de esgotos; diminuição da cobertura vegetal; e uma maior concentração dos gases do efeito estufa, levam a sua diminuição, tornando menor a liberação de calor na evaporação e concentrando mais no aquecimento do ar. (AYOADE, 1996).

Para Monteiro dos Santos et al. (2024), a ICU pode ter um impacto significativo na saúde humana, contribuindo para problemas como golpes de calor, desidratação e complicações respiratórias, onde se tem uma estimativa de 50 mil mortes devido a altas temperaturas no Brasil durante o período de 2000-2018, fornecendo uma análise aprofundada e contribuindo significativamente para o entendimento da questão.

2. OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é analisar a evolução das Ilhas de Calor Urbanas (ICU) de superfície entre 1980 e 2020 no município de Joinville/SC, buscando estabelecer uma relação entre o aumento das temperaturas superficiais, decorrente da expansão urbana e a ocorrência de doenças respiratórias, como a Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC).

3. MÉTODO

Foram utilizadas imagens dos satélites Landsat 5 TM e Landsat 8 OLI/TIRS Collection 2 Level-2 para análise da evolução das ilhas de calor urbanas em Joinville. Foram selecionadas imagens do outono, por apresentarem menor cobertura de nuvens e maior contraste térmico entre áreas urbanizadas e vegetadas. Foram selecionadas quatro imagens, uma representativa para cada década analisada (1980, 1990, 2000 e 2010), nas datas 25/03/1987, 18/04/1996, 16/03/2007 e 17/04/2013. A escolha considerou a proximidade temporal dentro da estação do outono, a menor cobertura de nuvens e a disponibilidade de cenas adequadas. Embora o período de estudo compreenda 1980–2020, a última imagem utilizada corresponde a 2013, devido à indisponibilidade de imagens posteriores com qualidade adequada para o outono. Não foi possível avaliar as precipitações nos dias antecedentes à aquisição das imagens devido à indisponibilidade de registros da estação meteorológica local, o que constitui uma limitação do estudo.

O processamento foi realizado no QGIS, com conversão das bandas termais em temperatura da superfície (°C). Em seguida, foi definida uma área com elevada cobertura vegetal e baixa influência urbana, que estivesse próxima do meio urbano, que seria a cidade, para ser usada como referência térmica para o cálculo do delta de temperatura, permitindo comparar as áreas urbanas e rurais. O NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) foi calculado pela expressão:

NDVI = (NIR - RED) / (NIR + RED)

Onde:

NIR corresponde à banda do infravermelho próximo;
RED corresponde à banda do vermelho.

Onde quanto mais próximo do vermelho, representado pelo -1, pior a densidade da vegetação. Para a análise estatística, foram distribuídos 201 pontos aleatórios na área urbana, com foco em ter uma representação espacial padronizada entre os diferentes anos analisados, sendo utilizados para extração dos valores de temperatura e NDVI e posterior análise de correlação, visto que a análise inicial de todo o município era afetada pela questão das nuvens, dificultando a interpretação da relação entre a temperatura e o NDVI, por isso foi escolhida uma análise com foco no meio urbano.

Os dados de saúde foram obtidos no DATASUS (SIH/SUS), considerando as internações por Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC), identificadas pelo código J44 da CID-10, no município de Joinville.

4. RESULTADOS

Embora tenham sido analisadas imagens dos anos de 1987, 1996, 2007 e 2013, neste resumo expandido são apresentados apenas os mapas de temperatura de superfície e NDVI referentes a 2007 e 2013, por representarem de forma mais clara a evolução das ilhas de calor urbanas. As análises evidenciaram que o setor oeste de Joinville apresentou as menores temperaturas de superfície em função das maiores altitudes da região, enquanto a área central manteve temperaturas mais elevadas, refletindo a influência da urbanização. No outono, a menor temperatura média do período permitiu identificar com maior clareza a persistência das ilhas de calor urbanas, principalmente em 2007 e 2013, quando a expansão urbana já se encontrava mais consolidada (Figura 1).

O mapa de NDVI (Figura 2) indicou redução da cobertura vegetal ao longo do período analisado, acompanhada pelo aumento das temperaturas de superfície. A análise de correlação entre o NDVI e a temperatura de superfície apresentou valores negativos em todos os anos avaliados (1987: $r = -0{,}512$; 1996: $r = -0{,}566$; 2007: $r = -0{,}478$; 2013: $r = -0{,}710$), confirmando a relação inversa entre cobertura vegetal e aquecimento superficial. Esses resultados demonstram que áreas com menor presença de vegetação tendem a apresentar maiores temperaturas, devido à redução da capacidade de evapotranspiração. A Zona Industrial Tupy destacou-se como a área com maior intensidade de aquecimento, associada à elevada impermeabilização do solo e à baixa cobertura vegetal.

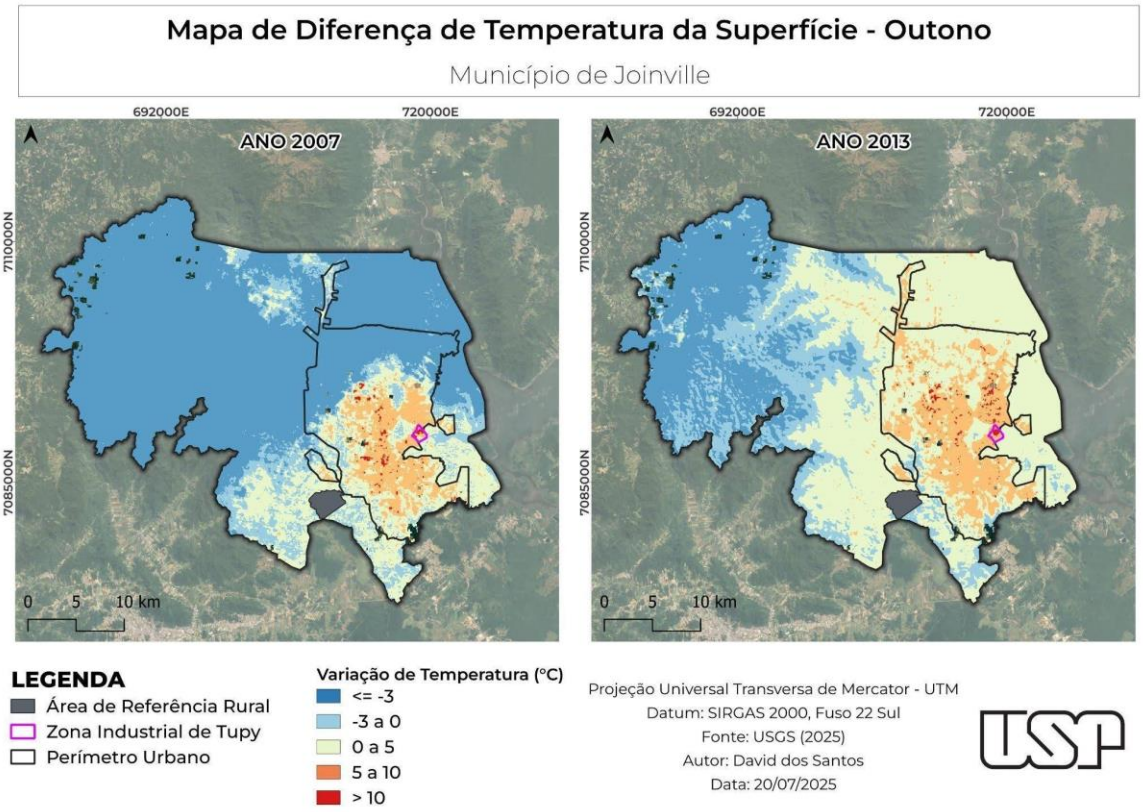


Figura 1: Mapa de diferença de temperatura da superfície (outono de 2007 e 2013).

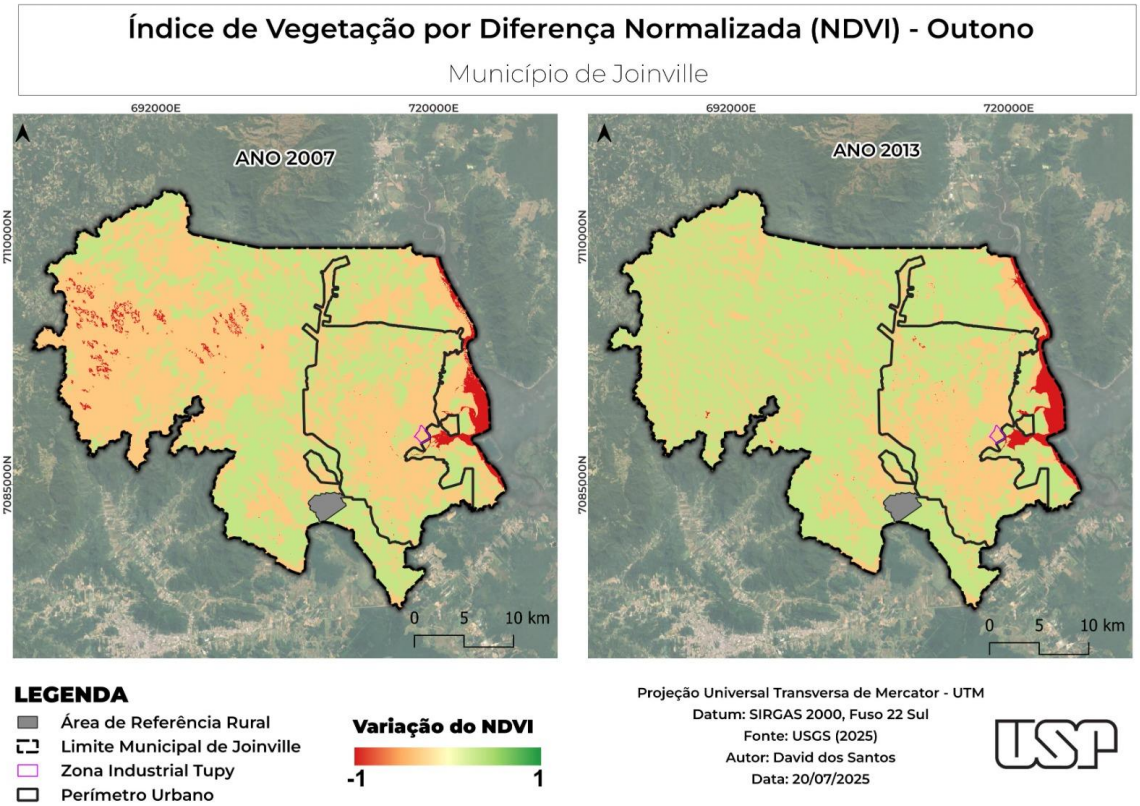


Figura 2: Mapa de NDVI (outono de 2007 e 2013).

Foi consultada a possível influência da variabilidade associada ao fenômeno El Niño ou da La Nina nas datas escolhidas. De acordo com o índice ONI (Oceanic Niño Index), disponibilizado pela NOAA, as

datas analisadas ocorreram sob diferentes condições climáticas, com El Niño em 1987 (ONI = +1,1 ℃), La Niña em 1996 (ONI = −0,6 °C), condições neutras em 2007 (ONI = −0,1 °C) e 2013 (ONI = −0,2 °C). Essa variabilidade constitui uma limitação para comparações diretas, entretanto, a análise priorizou os padrões espaciais de temperatura de superfície e sua relação com a urbanização e a cobertura vegetal. (NOAA, 2026)

A análise das internações por DPOC indicou maior concentração de casos em áreas urbanizadas e industrializadas, especialmente no entorno da Zona Industrial Tupy, com predominância entre indivíduos de 60 a 79 anos. Os resultados sugerem uma associação entre a urbanização, a redução da cobertura vegetal e o agravamento das doenças respiratórias, especialmente em populações mais vulneráveis.

5. CONCLUSÕES

O espaço urbano se mostra como um local apropriado para a questão da análise microclimática, onde se é possível compreender como a relação homem e natureza é capaz de criar condições adversas e influenciar no aumento da temperatura local. Com base nos dados coletados foi possível observar que as temperaturas de superfície possuem uma tendência espacial e temporal específicas.

O meio urbano quando comparado ao resto do Município apresenta temperaturas mais elevadas, sobretudo nas áreas centrais e zonas industriais, onde se tem as maiores concentrações. A análise dos mapas de diferença da temperatura da superfície nos mostram como tais locais atuam como principais focos de calor, sendo capazes de influenciar o microclima dos bairros que os circundam. O NDVI surge exatamente como indicador da importância da preservação ambiental, visto que os maiores índices de temperatura de superfície acontecem em áreas com pouca ou nenhuma cobertura vegetal. O elevado casos de internações por DPOC mais próximos a uma zona industrial do que comparado ao restante do Município pode indicar uma possível relação entre a qualidade ambiental urbana e o agravamento de doenças respiratórias.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, A. J. P, et al. **Relação entre o Índice de Vegetação e a Temperatura de Superfície na estimativa e identificação das ilhas de calor na cidade de Maceió-AL. Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR**, João Pessoa-PB, Brasil, 25 a 29 de abril de 2015, INPE

ALMEIDA, S. A. da S., da Silva, L. R. A., & Mandarino, F. C. (2016). **Mudanças Climáticas e as Ilhas de Calor: estudo de caso da Cidade do Rio de Janeiro**. *Coleção Estudos Cariocas*, *10*(1), 60. https://doi.org/10.71256/19847203.10.1.60.2016

AYODE J. O. **Introdução a climatologia para os trópicos**/ tradução de Maria Juraci Zani dos Santos; revisão de Suely Bastos; coordenação editorial de Antonio Christofoletti. Janeiro; Bertrand Brasil, 1996. 332p. Disponível em: https://www2.ifmg.edu.br/governadorvaladares/pesquisa/laboratorio-de-climatologia/livros/ayoade-j-o-_introducao_a_climatologia_para_os_tropicos.pdf

FIALHO, E. S. **Ilha de calor: reflexões acerca de um conceito**. ACTA Geográfica, Ed. Esp. Climatologia Geográfica, Boa Vista, 2012. p. 61-76.

KRÜGER, E. L.; GONZALEZ, D. E. G. **Impactos da alteração no albedo das superfícies no microclima e nos níveis de conforto térmico de pedestres em cânions urbanos.** Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 16, n. 3, p. 89-106, jul./set. 2016.

MELLO, Y. R. de. **Distribuição de precipitação pluviométrica média na região da Serra do Mar de Santa Catarina e sua relação com a orografia**. Tese de Doutorado (Doutora em Geografia). Universidade Federal do Paraná – UFPR, 2020.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Sistema de Informações Hospitalares do SUS (SIHSUS): dados de AIH Reduzida.** Ministério da Saúde, 2026. Disponível em: https://datasus.saude.gov.br/transferencia-de-arquivos/#. Acesso em: 24 mar. 2026.

MONTEIRO DOS SANTOS, D. et al. **Twenty-first-century demographic and social inequalities of heat-related deaths in Brazilian urban areas**. PLoS ONE, v. 19, n. 1, e0295766, 2024. Disponível em: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0295766. Acesso em: 3 ago. 2025.

NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION (NOAA). **Climate at a Glance. Washington**: NOAA NCEI, 2026. Disponível em: https://www.ncei.noaa.gov/. Acesso em: 8 jul. 2026.

PREFEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE. **Mapa de população por bairro: Município de Joinville – Censo 2022**. Joinville: Prefeitura de Joinville, 2025. Disponível em: https://www.joinville.sc.gov.br/wp-content/uploads/2025/12/Mapa-de-populacao-por-bairro-Municipio-de-Joinville-Censo2022-atualizado-09122025.pdf Acesso em: 17 out 2025

Tran HM, Tsai FJ, Lee KY, Wang YH, Yang FM, Ho SC, et al. **Extreme temperature increases the risk of COPD morbimortality: a systematic review and meta-analysis**. Sci Total Environ. 2025; vol 958

U.S. GEOLOGICAL SURVEY (USGS). **Landsat 8-9 Collection 2 Level 2 Science Product Guide**. *S*ioux Falls: USGS, 2024. Disponível em: https://www.usgs.gov/media/files/landsat-8-9-collection-2-level-2-science-product-guide Acesso em: 15 abr 2025