



# **DISPARIDADES RACIAIS E EXPOSIÇÃO AO CALOR: ANÁLISE PRELIMINAR DO RACISMO CLIMÁTICO URBANO EM NATAL/RN**

Francisco Jablinski Castelhana <sup>1</sup>

## **RESUMO**

O presente estudo investiga as disparidades raciais na exposição ao calor urbano em Natal/RN, buscando compreender manifestações do racismo climático em contexto urbano no Nordeste brasileiro. Inserida na problemática da crise climática e da injustiça ambiental, a pesquisa analisa como fatores socioeconômicos e espaciais influenciam a vulnerabilidade de diferentes grupos raciais às Ilhas de Calor Urbanas. A metodologia baseou-se na coleta de dados de temperatura em doze pontos da cidade entre 28/02 e 13/03/2025, utilizando termohigrômetros Elitech GSP-6 e miniabrigos de PVC. As temperaturas foram modeladas segundo as Local Climate Zones (LCZ), com o auxílio do pacote LCZ4r em ambiente R, e associadas a dados censitários de raça/cor (IBGE, 2010), agrupando pretos e pardos sob a categoria “negros”. A análise ponderou as temperaturas médias pela população de cada grupo racial, resultando em um indicador de exposição ao calor. Os resultados demonstram que indivíduos negros são os mais expostos às maiores temperaturas médias (30,97 °C às 15h e 30,18 °C às 9h), seguidos por brancos, enquanto indígenas e amarelos apresentam menor exposição. Conclui-se que há evidências de racismo climático em Natal, reproduzindo padrões de desigualdade socioespacial que associam grupos racialmente marginalizados a condições ambientais mais adversas. Os achados reforçam a urgência de políticas públicas de justiça climática e urbanização inclusiva, com ênfase na mitigação das desigualdades térmicas e na ampliação da infraestrutura verde.

**Palavras-chave:** Racismo Climático, Ilhas de Calor, Justiça Climática Urbana, Nordeste Brasileiro.

## **ABSTRACT**

This study investigates racial disparities in exposure to urban heat in Natal, Brazil, aiming to understand manifestations of climate racism within the urban context of the Brazilian Northeast. Framed by the broader issues of climate crisis and environmental injustice, the research analyzes how socioeconomic and spatial factors influence the vulnerability of different racial groups to Urban Heat Islands. The methodology involved collecting temperature data at twelve sampling points between February 28 and March 13, 2025, using Elitech GSP-6 thermo-hygrometers placed in PVC mini-shelters. Temperatures were modeled according to the Local Climate Zones (LCZ) classification, employing the LCZ4r package in R, and correlated with census data on race/color from IBGE (2010), combining Black and Brown individuals under the category “Black.” Average temperatures were weighted by the population of each racial group to produce an index of heat exposure. Results show that Black individuals are the most exposed to higher average temperatures (30.97 °C at 3 p.m. and 30.18 °C at 9 a.m.), followed by White individuals, while Indigenous and Asian groups experience lower exposure. The findings provide evidence of climate racism in Natal, reflecting socio-spatial inequalities that link racially marginalized populations to more adverse environmental conditions. The study underscores the need for public policies promoting climate justice and inclusive urban planning, particularly those aimed at mitigating thermal inequalities and expanding green infrastructure.

**Keywords:** Climate Racism; Urban Heat Islands; Urban Climate Justice; Brazilian Northeast.

---

<sup>1</sup> Doutor em Geografia pela UFPR, Professor Adjunto de Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte- UFRN, Professor do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Sergipe – UFS  
francisco.castelhana@ufrn.br



## **INTRODUÇÃO**

A realidade urbana do Sul Global, no contexto da pós-modernidade, reflete uma crise ambiental global que apresenta características distintas em termos de urbanização e suas repercussões sociais. Os espaços urbanos nos países em desenvolvimento são predominantemente moldados por sociedades altamente fragmentadas e hierárquicas, marcadas por profundas desigualdades sociais e econômicas.

Partindo dessa premissa, o estudo da crise climática e sua relação com a injustiça ambiental ganhou relevância e urgência significativas no contexto das cidades do Sul Global. Isso ocorre porque a desigualdade socioeconômica generalizada, a falta de acesso a serviços básicos de saúde e a organização especulativa dos espaços urbanos exacerbam riscos e vulnerabilidades para populações específicas historicamente marcadas pela marginalização cultural e econômica.

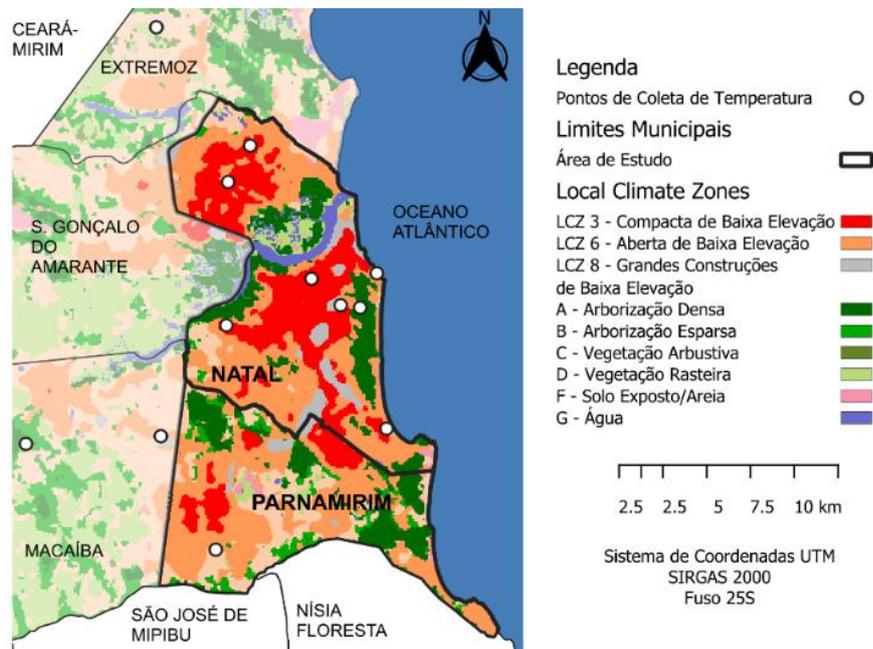
Neste sentido, o presente artigo propõe-se a analisar as disparidades raciais e a distribuição de calor na área urbana de Natal, Rio Grande do Norte. Utilizando coletas in loco e dados do censo do IBGE, propõe-se analisar quais grupos raciais/étnicos sofrem mais ou menos com o problema da Ilha de Calor Urbana, embasando um importante debate sobre racismo climático urbano .

## **METODOLOGIA**

O percurso metodológico da presente pesquisa é composto por três etapas. O primeiro situa-se na análise da distribuição de temperaturas sobre a área de estudo. No objetivo de trabalhar com o tecido urbano de Natal, delimitamos como área de estudo os territórios do município em questão juntamente de Parnamirim, município conurbado ao sul. Para analisar a distribuição espacial da temperatura foram coletados dados de tais variáveis a partir de doze pontos de coleta.

Os dados foram coletados entre os dias 28/02/25 e 13/03/25. Foram usados termohigrometros Elitech GSP-6 acoplados em mini abrigos de PVC construídos segundo os parâmetros propostos por Castelhana e Roseghini (2011). A dispersão dos pontos de coleta, as Local Climate Zones e a localização da área de estudo são apresentados na Figura 1.

Figura 01 –Área de Estudo, Pontos de Coleta de Temperatura e LCZ's.



Org.: Autor (2025)

Após a coleta dos dados, a temperatura na área de estudo foi modelada a partir da técnica das Local Climate Zones (Stewart e Oke, 2012), com o advento do pacote LCZ4r em ambiente R (Anjos *et al.*, 2025). A técnica consiste na classificação do uso do solo urbano em 17 classes diferentes, cujos parâmetros físicos divergem entre si e influenciam na variação de temperatura. O pacote acessa um banco de dados de LCZ's mundial desenvolvido por Demuzere *et al.* (2022) com resolução espacial de 100 metros que auxilia na melhor interpolação dos dados de temperatura, utilizando o método da krigagem. Foram gerados mapas de temperatura para os horários padrão das 9h, 15h e 21h, envolvendo a média de temperatura do período de coleta.

Na segunda etapa, empregaram-se dados secundários a nível de setor censitário correspondentes raça/cor. Foram utilizados dados do IBGE (2010) para tanto. Tais dados baseiam-se na autoafirmação do indivíduo, e segmentam as respostas em cinco grupos, brancos, pretos, pardos, amarelos e indígenas. Para fins de comparação e determinação da existência de racismo climático, os grupos de Pretos e Pardos foram unidos em um único grupo aqui denominado 'Negro'. Os dois municípios estudados contam com um total de 1.006.195 habitantes. A distribuição desses habitantes por grupos de raça esta apresentada na tabela 01.

Tabela 01: Distribuição da População na Área de Estudo por grupos de Raça/Cor

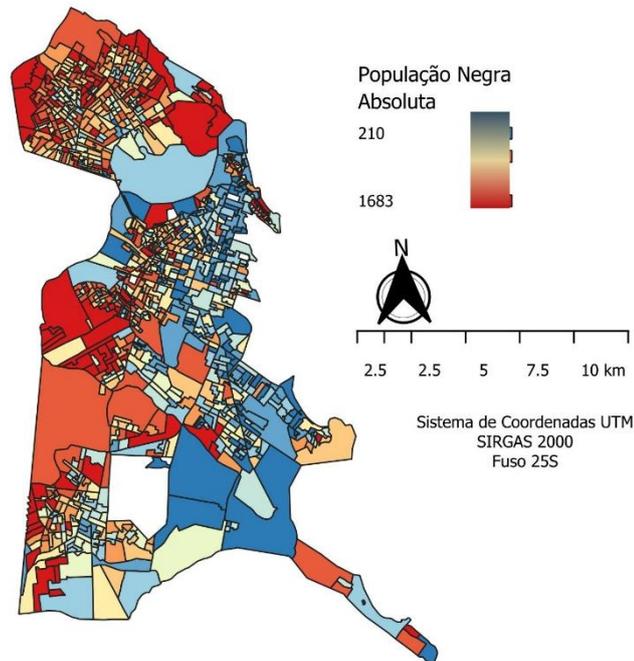
Raça/Cor	Branco	Negro	Amarelo	Indígena
População	458.203	535.389	9.887	1.069

Fonte: IBGE (2010)

A distribuição espacial dos grupos de ‘Negros’ e ‘Branco’ pela área de estudo pode ser visualizada na figuras 2 e 3.

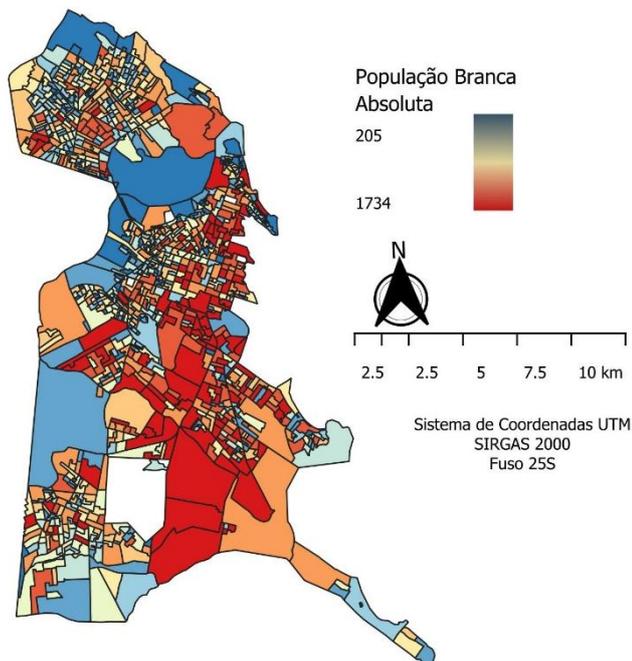
Enquanto os maiores contingentes populacionais de negros situam-se nos bairros das Zonas Norte e Oeste da área de estudo, percebe-se que os brancos ocupam com mais intensidade os bairros da região central e sul, caracterizando uma forte segregação racial na área de estudo.

Figura 02 –População Negra Bruta por Setor Censitário na área de estudo.



Org.: Autor (2025); Fonte (IBGE,2010)

Figura 03 –População Branca Bruta por Setor Censitário na área de estudo.



Org.: Autor (2025); Fonte (IBGE,2010)



A terceira etapa resultou na análise combinada de ambos os grupos de dados. Para tanto, extraiu-se, primeiramente o valor médio de temperatura para cada setor censitário, possibilitando uma análise na mesma escala espacial. Na sequência, foram calculados a temperatura ponderada pela população para grupos raciais em cada setor. Para tanto, aplicamos a seguinte fórmula :

$$TP_k = \frac{\sum_{j=1}^n TP_j P_{k,j}}{\sum_{j=1}^n P_{k,j}} \quad (1)$$

Onde é a Temperatura (TP) ponderada pela população para o grupo racial  $k$  (branco, preto, pardo, indígena ou asiático), medida em °C; é a temperatura para o setor censitário  $j$ ; é o número de pessoas do grupo racial  $k$  que vivem no setor censitário  $j$ ; e  $n$  é o número de setores censitários na área de estudo. Tal análise foi adaptada do conceito de ‘exposição ao calor ponderada pela população’ proposto por Silva e Requia (2024). Os resultados evidenciam as temperaturas médias ponderadas enfrentadas por cada grupo racial durante o período de análise (28/02 a 13/03) nos três horários de análise (9h, 15h e 21h)..

## REFERENCIAL TEÓRICO

O clima urbano pode ser compreendido como o produto das interações entre os componentes atmosféricos e os espaços urbanos. Ele constitui um fenômeno atmosférico singular para cada cidade, representando a resposta da atmosfera aos elementos urbanos, como edifícios, pavimentos, parques, circulação de veículos e sistemas de mobilidade (Oke, 1982; Bader *et al.*, 2018). Essas interações modificam os padrões de distribuição do calor, criando ilhas de calor e de frescor urbanas, problemas de drenagem e infiltração que levam a inundações, além do aumento na concentração de poluentes atmosféricos — as três principais manifestações dos impactos do clima urbano sobre os habitantes das cidades (Monteiro, 1976; Bader *et al.*, 2018).

O fenômeno climático urbano mais amplamente reconhecido é a Ilha de Calor Urbana (ICU). Gartland (2010) define as ICUs como grandes bolsões de ar aquecido causados pela concentração de estruturas (edifícios, veículos, falta de vegetação, cânions urbanos) e fontes de calor antropogênico, como motores. A autora identifica cinco características fundamentais das ICUs:

1. A diferença de temperatura entre áreas urbanas e rurais aumenta após o pôr do sol;



2. A temperatura do ar está fortemente correlacionada com as temperaturas de superfície, que geralmente são mais altas nas cidades;
3. As diferenças de temperatura se acentuam em condições de pouco vento;
4. As ilhas de calor se intensificam com o crescimento urbano;
5. As ICUs geram plumas térmicas que podem ultrapassar 2.000 metros de altitude sobre as cidades.

Oke *et al.* (2017) apresentam uma estrutura teórica para compreender a formação das ICUs e discutem como fatores socioeconômicos influenciam a distribuição espacial do calor, destacando a necessidade de políticas urbanas inclusivas para mitigar os efeitos de aquecimento desproporcionais.

Pesquisas pioneiras em Phoenix, Arizona (Harlan *et al.*, 2006) revelaram correlações significativas entre o status socioeconômico dos bairros e a vulnerabilidade ao calor. Áreas de baixa renda, com pouca vegetação, alta densidade populacional e poucos espaços abertos, apresentaram consistentemente temperaturas mais altas e maiores riscos à saúde.

Jesdale *et al.* (2013) demonstraram que minorias raciais/étnicas em cidades norte-americanas residem, de forma desproporcional, em áreas com superfícies que retêm calor (asfalto, concreto), enquanto Mitchell e Chakraborty (2015) mostraram que grupos vulneráveis (idosos, crianças, minorias) habitam predominantemente bairros com infraestrutura verde limitada e ICUs mais intensas. Shackleton *et al.* (2016), por sua vez, analisaram a distribuição desigual de áreas verdes na Cidade do Cabo, mostrando que bairros de baixa renda têm menos acesso a parques e árvores, o que aumenta sua exposição ao calor urbano. Resultados semelhantes foram observados na Cidade do México (Mendez-Lázaro, 2018) e na Austrália (Norton *et al.*, 2015).

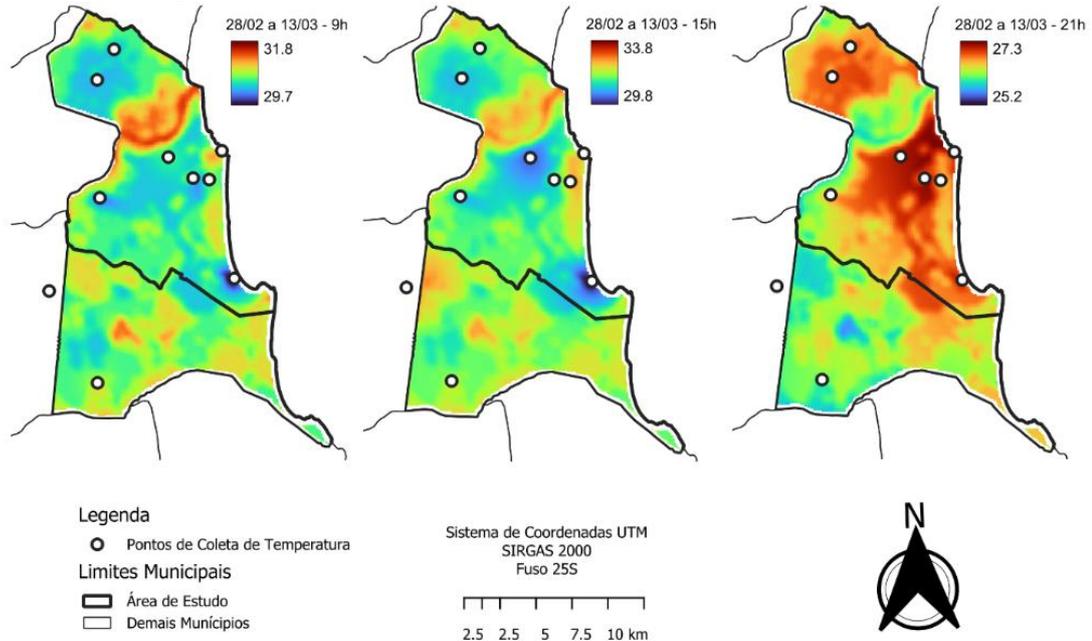
## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A figura 4 revela a distribuição de calor pela área de estudo nos horários das 9h, 15h e 21h. A representação situa-se como uma média dos três horários para o período 28/02 a 13/03. Observa-se que em média as temperaturas variaram entre 25.2°C (mínima média as 21h) e 33.8°C (máxima média as 15h).

A configuração espacial mostra-se diferente entre o dia e a noite. Durante o dia percebe-se que as áreas verdes correspondentes ao Parque das Dunas aparentam não ocasionar no esperado fenômeno da Ilha de Frescor, pelo contrário, as temperaturas no seu entorno mostram-se mais elevadas. Tal fato pode ser explicado pelo fenômeno do efeito abrigo (Shelter Effect).

O efeito abrigo foi descrito por Reis et al. (2022) como sendo fundamental para a compreensão da dinâmica das Ilhas de Calor Urbana. O estudos citado descreve tal fenômeno em Lisboa, onde os ventos predominantes de Norte, sendo bloqueados por formações montanhosas regionais ao norte da cidade e causando valores elevados de temperatura em áreas junto ao rio Tejo.

Figura 04 –Ilhas de Calor Urbanas em Natal – 9h, 15h e 21h.



Org.: Autor (2025)

A cidade de Natal naturalmente tem predomínio de ventos de Leste e Sudeste, portanto, encontrando obstáculos na região das dunas do Parque das Dunas. Bairros como Tirol e Petrópolis na zona Leste, e Ponta Negra na zona sul, acabam por não sofrer tais impactos, vide a distância para as dunas de maior porte, tornando-as pontos de frescor durante o dia.

Os resultados da exposição ao calor ponderado pela população (ECP) estão expostos na tabela 02.

Tabela 02: Exposição ao Calor Ponderada por grupos de Raça/Cor (°C).

Hora	ECP Branco	ECP Negro	ECP Amarelo	ECP Indígena
9h	30.18328371	30.18637	30.12675067	29.85415275
15h	30.238322	30.6945	30.579052	30.5899388
21h	26.48688324	26.39286	26.39901371	26.22292228

Org.: Autor (2025)



Nos períodos mais quentes do dia, as 15h e posteriormente as 9h, revelou-se que o grupo dos indivíduos negros são aqueles expostos a maiores temperaturas na área de estudo. Durante a manhã, tal valor alcança 30.186°C em média. Já no período da tarde, a temperatura média enfrentada por este grupo é de 30.969°C. Os brancos situam-se como o segundo grupo populacional que enfrenta maiores temperaturas, com valores que chegam a 30.183°C pela manhã e 30.923 pela tarde.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Os resultados deste estudo evidenciam a existência de disparidades raciais na exposição ao calor urbano em Natal/RN, reforçando a tese do racismo climático no contexto das cidades do Sul Global. O grupo populacional negro foi o mais afetado pelas altas temperaturas, especialmente nos horários mais críticos do dia (9h e 15h), seguido pelos brancos, enquanto indígenas e amarelos apresentaram menor exposição. Esses achados corroboram pesquisas internacionais que associam desigualdades socioeconômicas e raciais a padrões desiguais de vulnerabilidade climática, destacando a necessidade de políticas públicas que integrem justiça ambiental e urbanização inclusiva. A presença de fatores como o "efeito abrigo" e a distribuição desigual de infraestrutura verde também ressalta a complexidade das dinâmicas climáticas urbanas, exigindo abordagens multidisciplinares para sua mitigação.

Além disso, a pesquisa abre caminho para investigações futuras que explorem a relação entre raça, classe e vulnerabilidade climática em outras cidades brasileiras, especialmente no Nordeste, região historicamente marcada por desigualdades estruturais. A utilização de técnicas como as Local Climate Zones e a ponderação populacional mostrou-se eficaz para mapear injustiças ambientais, podendo ser replicada em estudos similares. Por fim, destaca-se a urgência de ações planejadas que priorizem comunidades marginalizadas, como a ampliação de áreas verdes e a revisão de políticas habitacionais, visando não apenas a adaptação climática, mas também a reparação de desigualdades históricas. O racismo climático, como demonstrado, não é um fenômeno isolado, mas um reflexo de estruturas sociais que demandam transformação radical.



## REFERÊNCIAS

ANJOS, M., MEDEIROS, D., CASTELHANO, F. *et al.* LCZ4r package R for local climate zones and urban heat islands. **Sci Rep**, 15, 7710, 2025.

BADER, D. A.; BLAKE, R.; GRIMSLEY, C.; OKE, T. R. Urban Climate Science. In: Grimm, N. B. *et al.* (Eds.). **Urban Ecosystems: Ecological Principles for the Built Environment**. Cambridge: Cambridge University Press, p. 45-68, 2018.

CASTELHANO, F. J.; ROSEGHINI, W.F.F., A Utilização De Policloreto De Vinila (Pvc) Na Construção De Mini-Abrigos Meteorológicos Para Aplicação Em Campo. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 9, 2011

DEMUZERE, M. *et al.* A global map of local climate zones to support earth system modelling and urban-scale environmental science. **Earth Syst. Sci. Data** 14, 3835–3873, 2022.

GARTLAND, L. **Heat Islands: Understanding and Mitigating Heat in Urban Areas**. London: Earthscan, 2010

HARLAN, S. L. *et al.* Neighborhood microclimates and vulnerability to heat stress. **Social Science & Medicine**, v. 63, n. 11, p. 2847-2863, 2006

JESDALE, B. M.; MORELOCK, J. L.; MIKATARIAN, K. The racial/ethnic distribution of heat risk-related land cover in relation to residential segregation. **Environmental Health Perspectives**, v. 121, n. 7, p. 811-817, 2013.

MÉNDEZ-LÁZARO, P. *et al.* Heat waves in Mexico: Impacts and vulnerability in urban areas. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 15, n. 7, p. 1462, 2018

MITCHELL, B. C.; Chakraborty, J. Urban heat islands and social vulnerability. In: Knox, P. L. (Ed.). **Atlas of cities**. Princeton: Princeton University Press, 2015. p. 100-103.

MONTEIRO, C. A. F. **Teoria e clima urbano**. São Paulo: Instituto de Geografia da Universidade de São Paulo, 1976

NORTON, B. A. *et al.* Planning for cooler cities: A framework to prioritise green infrastructure to mitigate high temperatures in urban landscapes. **Landscape and Urban Planning**, v. 134, p. 127-138, 2015

OKE, T. R. The energetic basis of the urban heat island. **Progress in Physical Geography**, v. 6, n. 4, p. 471-492, 1982.

OKE, T. R. *et al.* **Urban climates**. Cambridge: Cambridge University Press, 2017

REIS, C., LOPES, A., e NOURI, S., Urban heat island data by local weather types in Lisbon metropolitan area based on Copernicus climate variables dataset for European cities Data in Brief, **Urban Climate**, Volume 42, 2022



SILVA, H.G. e REQUIA, W.J., Racial and Economic Disparities in High-Temperature Exposure in Brazil. **Int. J. Environ. Res. Public Health**, 22(2), 200, 2025

STEWART, I. D. & OKE, T. R. Local climate zones for urban temperature studies. **Bull. Am. Meteorol. Soc.** 93, 1879–1900, 2012.