21 a 22 agosto 2025
CAMPINAS
VALENCIA
19 a 20 junho 2025
XVII SIIU
Seminário Internacional de Investigação em Urbanismo
DOI: 10.5821/siiu.14454

ILHAS DE CALOR E VULNERABILIDADE SOCIAL

Um estudo geoespacial para resiliência climática na periferia de São Paulo

RIBEIRO, Andreza P. [1]
RAKAUSKAS, Felipe [2]
SILVA, Leonardo F. [3]
ANTONUCCI, Denise [4]

Abstract
The study examines the relationship between urban heat islands and social vulnerability in the Northern Zone of São Paulo, aiming to understand how urbanization and lack of vegetation increase temperatures and reduce humidity, exacerbating socioeconomic vulnerability. The research employs quantitative and qualitative methods, including remote sensing data and "in situ" measurements to assess microclimatic variables. The results indicate that urbanized areas have higher temperatures and lower humidity, while vegetation helps mitigate these effects. Statistical analysis reveals significant correlations between vegetation cover and thermal comfort, as well as the influence of seasonal variations. The study underscores the need for public policies that integrate green infrastructure and social justice, supporting sustainable urban planning and climate resilience.

Keywords: *Urban Heat Islands, Social Vulnerability, Climate Resilience, Urban Periphery.*

Resumo
O estudo analisa a relação entre ilhas de calor urbanas e vulnerabilidade social na Zona Norte de São Paulo, visando entender como a urbanização e a falta de vegetação aumentam temperaturas e reduzem a umidade, agravando a vulnerabilidade socioeconômica. A pesquisa utiliza métodos quantitativos e qualitativos, incluindo dados de sensoriamento remoto e medições "in loco" para avaliar variáveis microclimáticas. Os resultados indicam que áreas urbanizadas têm temperaturas mais altas e menor umidade, enquanto a vegetação ajuda a mitigar esses efeitos. A análise estatística revela correlações significativas entre cobertura vegetal e conforto térmico, além da influência das variações sazonais. O estudo reforça a necessidade de políticas públicas que integrem infraestrutura verde e justiça social, apoiando o planejamento urbano sustentável e a resiliência climática.

Palavras-chave: *Ilhas de Calor, Vulnerabilidade Social, Resiliência Climática, Periferia.*

Área temática: *Território.*

[1] Universidade Nove de Julho (Inovações e Práticas Aplicadas ao Planejamento Urbano, Cidades Inteligentes e Sustentáveis, PPGCIS, UNINOVE), https://orcid.org/0000-0002-1763-455, Brasil país e e-mail: andrezp@uni9.pro.br.

[2] Universidade Nove de Julho (Inovações e Práticas Aplicadas ao Planejamento Urbano, Cidades Inteligentes e Sustentáveis, PPGCIS, UNINOVE), https://orcid.org/0000-0001-6431-770X, Brasil, e-mail: feliperakauskas@gmail.com.

[3] Universidade Presbiteriana Mackenzie (Projeto, produção e gestão da habitação social no Brasil, Arquitetura e Urbanismo, PPGFAU, UPM), https://orcid.org/0000-0002-6916-4623, Brasil, e-mail: leonardoferreira.silva@mackenzista.com.br.

[4] Universidade Presbiteriana Mackenzie (Projeto, produção e gestão da habitação social no Brasil, Arquitetura e Urbanismo, PPGFAU, UPM), https://orcid.org/0000-0002-6693-3001, Brasil, e-mail: denise.antonucci@mackenzie.br.

Subárea temática: *Mudanças climáticas: metabolismo e resiliência.*

1. Introdução

A intensificação das ilhas de calor urbanas (ICU) em grandes metrópoles brasileiras evidencia a persistência de desigualdades territoriais estruturais. A produção do espaço urbano, historicamente orientada por lógicas excludentes, resultou em um modelo que concentra infraestrutura e áreas verdes em zonas privilegiadas, enquanto amplia a exposição de territórios periféricos a riscos ambientais e climáticos (Young, 2013; Silva *et al*., 2023; Mendes *et al*., 2024). No município de São Paulo, essa configuração se expressa em diferentes regiões, sobretudo onde fragmentos de vegetação nativa coexistem com bairros de alta vulnerabilidade social, marcados pela ausência de infraestrutura urbana e pela proximidade de fontes emissoras de poluentes atmosféricos (Amato-Lourenço *et al.*, 2016; Mendes *et al.*, 2024).

O padrão desigual de arborização, acesso a áreas verdes e capacidade adaptativa frente às mudanças climáticas associa-se à noção de justiça ambiental. A literatura científica tem demonstrado que a presença de vegetação não garante, por si só, os benefícios esperados em termos de conforto térmico, qualidade do ar e saúde coletiva, especialmente quando esses espaços não são integrados a políticas públicas estruturadas (Buckeridge, 2015; Ribeiro *et al.*, 2021; Silva *et al.*, 2023). Estudos conduzidos em cidades como Santiago (Escobedo *et al.*, 2006), Shenzhen (You, 2016) e São Paulo (Silva *et al.*, 2019; Ribeiro *et al.*, 2021) revelam que regiões com maior vulnerabilidade social tendem a apresentar menor cobertura vegetal efetiva, maiores concentrações de poluentes e maior incidência de efeitos adversos à saúde, como doenças respiratórias e cardiovasculares. Ainda que alguns distritos periféricos da capital paulista apresentem valores elevados de índice de conforto térmico (Ribeiro *et al.*, 2021), a funcionalidade ecológica e social dessas áreas é comprometida pela fragmentação, insegurança e ausência de equipamentos públicos que potencializem seu uso (Silva *et al.*, 2023; Mendes *et al.*, 2024).

A vegetação urbana é compreendida como infraestrutura ecológica estratégica, com potencial para regular o microclima, reduzir a temperatura do ar e atenuar os efeitos das ICUs (Buckeridge, 2015; Ribeiro *et al.*, 2021). Essa contribuição torna-se mais efetiva quando incorporada a estratégias de planejamento territorial orientadas pela equidade, pela resiliência climática e pela justiça espacial.

Com o objetivo de analisar como a vegetação urbana contribui para a mitigação dos efeitos das ilhas de calor em territórios socialmente vulneráveis, por meio da comparação microclimática, a pesquisa foi conduzida na Zona Norte de São Paulo (Figura 1), em dois territórios contíguos com contrastes ambientais e socioeconômicos marcantes: o Polígono Urbano (PU), caracterizado por predominância de solo impermeabilizado e baixa cobertura vegetal, e o Polígono Verde (PV), inserido em área de influência do Corredor Ecológico da Mata Atlântica.

Neste estudo, o conceito de vulnerabilidade socioambiental é adotado de forma relacional, considerando a exposição aos riscos, a sensibilidade dos territórios e a capacidade de resposta das populações afetadas, articulando os eixos teóricos de justiça ambiental, adaptação climática e desigualdade urbana (Leichenko e Schlosberg, 2008; Acselrad, 2009; Young, 2013). Para tanto, três hipóteses (H) orientaram o alcance do objetivo principal: (H1) a vulnerabilidade social intensifica a exposição aos efeitos das ICUs; (H2) a vegetação exerce papel moderador sobre as variáveis microclimáticas e (H3) a sazonalidade influência de forma diferenciada os territórios analisados, agravando os efeitos negativos do calor extremo nas áreas mais desprovidas de infraestrutura ambiental.

A contribuição do estudo se deve à demonstração, com base em dados empíricos, de como pequenos recortes territoriais podem revelar contrastes ambientais importantes em área contíguas de um território, oferecendo suporte científico para intervenções localizadas, com critérios ambientais na priorização de investimentos em áreas vulneráveis, sem depender apenas de diagnósticos agregados em escala municipal ou regional.

DOI: 10.5821/siiu.14454

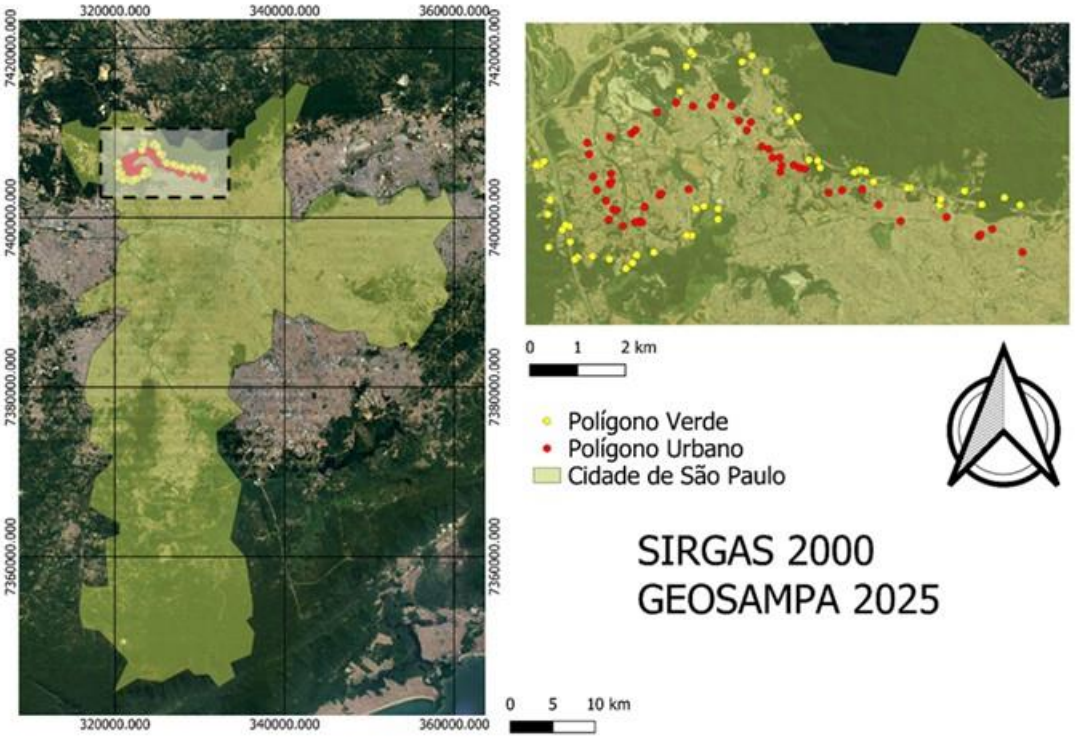


Fig. 1 Localização da área de estudo. Fonte: Elaborado pelos autores, 2025

2. Metodologia

Esta pesquisa adota uma abordagem metodológica híbrida, combinando métodos quantitativos e qualitativos para investigar a complexa interação entre vulnerabilidade socioambiental, adaptação climática urbana e resiliência metropolitana nos bairros periféricos da Zona Norte de São Paulo (Kösche, 2017; Martins e Teóphilo, 2009; Vergara, 1998).

2.1. Abordagem e delineamento

O estudo se caracteriza como uma pesquisa exploratória-descritiva, focando em distritos selecionados da região Norte de São Paulo. Inicialmente, foi realizada uma revisão da literatura nas bases Scopus e Web of Science com os termos específicos.

2.1.1. Termos de buscas em bases indexadas

TS = (("socio-environmental vulnerabilit*" OR "social-environmental vulnerabilit*" OR "socioeconomic vulnerabilit*") AND ("urban climate adapt*" OR "urban climate change adapt*" OR "urban adaptation to climate change") AND (geospatiali*ation OR "spatial analysis" OR "GIS mapping" OR "geographic information system*") AND ("metropolitan resilien*" OR "urban resilien*" OR "city resilien*")).

O estudo aborda o fenômeno das Ilhas de Calor Urbanas (UHI), caracterizado por temperaturas mais elevadas em áreas urbanas devido a processos físicos e antrópicos. Para quantificar a variação espacial das temperaturas, utiliza-se o Urban Thermal Field Variance Index (UTFVI), derivado de dados de sensoriamento remoto. O Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) é empregado para avaliar a saúde e densidade da vegetação, quantificando a vegetação verde com base em dados de reflectância. A área de estudo compreende pontos em bairros periféricos da Zona Norte de São Paulo, incluindo o Corredor Ecológico Norte e áreas paralelas, selecionados por critérios socioeconômicos (IDH abaixo da média) e ambientais (escassez de áreas verdes, topografia acidentada, proximidade de vias de tráfego), visando investigar as disparidades socioeconômicas e os impactos das mudanças climáticas.

2.2. Coleta de dados

A coleta de dados, essencial para a compreensão da realidade socioambiental, combinou fontes secundárias confiáveis e dados primários coletados em campo (Martins e Teóphilo, 2009). Foram utilizados 100 pontos de amostragem, distribuídos equitativamente entre o Polígono Urbano (PU) e o Polígono Verde (PV) na Zona Norte de São Paulo, ao longo de dez meses (novembro de 2023 a agosto de 2024) para capturar variações sazonais. Os dados secundários, provenientes de fontes como IBGE (Vergara, 1998), incluíram indicadores socioeconômicos (PIB per capita, renda domiciliar, IDH) e ambientais (áreas verdes, temperatura urbana). O Mapa da Desigualdade 2024 da Rede Nossa São Paulo complementou a análise socioeconômica. A coleta de dados primários envolveu medições "in loco" de poluição do ar e temperatura (Kösche, 2017), utilizando equipamentos de alta precisão. A combinação de dados secundários e primários resultou em um conjunto de informações robusto, permitindo uma análise aprofundada das interações entre fatores socioeconômicos e ambientais.

2.3. Análise dos dados

A análise dos dados combinou métodos quantitativos e qualitativos para uma compreensão abrangente. A análise quantitativa utilizou estatística descritiva (Xu, 2023; Larson e Farber, 2010) para caracterizar o estudo, os dados foram coletados em 100 pontos nos polígonos Urbano (PU) e Verde (PV) entre novembro de 2023 e agosto de 2024. Os parâmetros de microclima avaliados foram Temperatura e Umidade Relativa (N. Karvatte Junior *et al.,* 2020). A análise qualitativa baseou-se em parâmetros da CETESB (Charmaz, 2009; Martins *et al.*, 2021) para qualidade do ar e conforto térmico, permitindo contextualizar os dados quantitativos. A integração dessas análises proporcionou uma visão holística da situação socioambiental (Ribeiro *et al.*, 2017), identificando correlações estatísticas e interpretando-as no contexto de padrões de qualidade ambiental.

3. Análise e Discussão

Os tratamentos estatísticos foram aplicados para confirmar ou refutar as hipóteses. Para a hipótese 1 (H1), utilizou-se o coeficiente de correlação de Spearman para analisar a relação entre temperatura e umidade relativa, considerando a ausência de normalidade dos dados (Sampaio *et al.*, 2024). Para as hipóteses 2 (H2) e 3 (H3), empregou-se o teste de inferência PERMANOVA para verificar a significância estatística das diferenças nos padrões microclimáticos, comparando os territórios (PU x PV) e os tipos de cobertura (Impermeável x Árvore/Herbácea), bem como a influência das variações sazonais (Anderson e Walsh, 2013).

3.1. H1 – "Temperaturas mais elevadas estão associadas à redução da umidade relativa do ar"

A Tabela 1 apresenta os valores medianos de temperatura e umidade relativa nos polígonos urbano (PU) e verde (PV) ao longo das estações do ano. Observou-se que o PU registrou temperaturas medianas superiores em todas as estações, com destaque para o verão (33,2 °C) e a primavera (31,1 °C). Em contrapartida, o PV apresentou valores de temperatura inferiores e maiores medianas de umidade relativa. A correlação de Spearman revelou uma associação negativa mais intensa no PU (ρ = -0,84), indicando uma relação sistemática entre o aumento da temperatura e a queda da umidade relativa.

Tabela 1. Mediana e intervalo interquartil (IQR) de Temperatura e Umidade relativa (%) por polígono e estação do ano. Fonte: Tabulado pelos autores, 2025

	PU		PV		PU		PV	
Estação	**T (oC)**	**IQR_T**	**T (oC)**	**IQR_T**	**UR (%)**	**IQR_U**	**UR (%)**	**IQR_U**
Primavera	37,1	2,8	32,6	3,5	28,0	5,4	40,7	9,8
Verão	34,7	2,1	30,0	2,7	38,0	4,7	47,8	6,0
Outono	30,8	1,5	26,3	1,7	42,2	4,2	51,3	3,4
Inverno	26,6	1,7	22,7	1,8	41,1	3,7	48,1	3,6

No PV, a correlação também foi forte (ρ = -0,60), porém com maior dispersão nos dados de umidade relativa, sugerindo uma resposta climática mais flexível devido à presença de vegetação. Esse padrão é consistente com estudos sobre conforto térmico em infraestrutura urbana (Kuang, 2020; Mohajerani *et al.*, 2017).

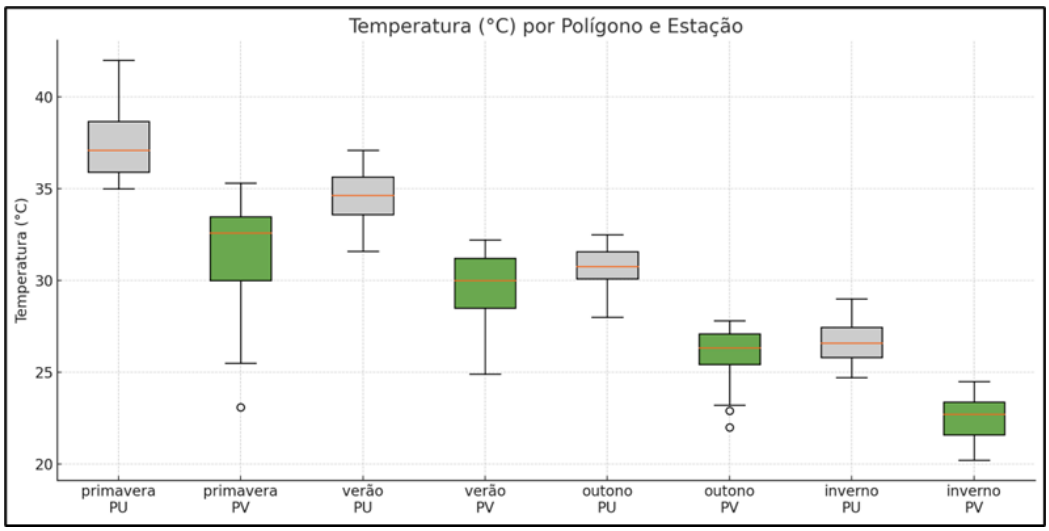


Fig. 2 *Distribuição da Temperatura (°C) por polígono e estação do ano.* Fonte: Elaborado pelos autores, 2025

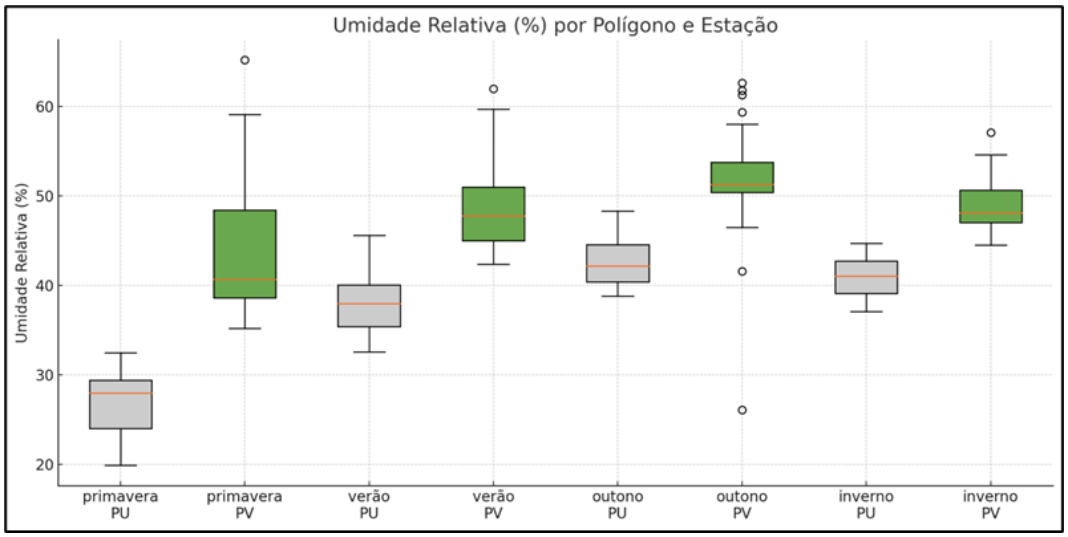


Fig. 3 *Distribuição da Umidade Relativa (%) por polígono e estação do ano.* Fonte: Elaborado pelos autores, 2025

Para confirmar o comportamento observado, os dados foram tratados estatisticamente, utilizando-se a correlação de Spearman, para verificar a direção e a intensidade da associação entre as variáveis estudadas (Tabela 2).

Tabela 2. *Coeficiente de Spearman (ρ) entre Temperatura e Umidade Relativa (%)*. Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

	Temperatura_PU	**Umidade_PU**	**Temperatura_PV**	**Umidade_PV**
Temperatura_PU	–	3,5935E-53	3,6402E-53	5,1205E-06
Umidade_PU	-0,83676	–	1,136E-22	3,6843E-10
Temperatura_PV	0,83783	-0,62925	–	1,6452E-20
Umidade_PV	-0,33981	0,44128	-0,60421	–

Esse padrão é comumente verificado em estudos sobre conforto térmico em contextos de infraestrutura urbana. Kuang (2020), ao comparar as condições microclimáticas de telhado composto por cimento asfáltico com as de um parque em Pequim, observou temperaturas até 3,59 °C mais altas e umidade relativa até 18,08% mais baixa no ambiente construído, com contrastes mais acentuados no verão, à noite. Esses efeitos decorrem das propriedades das superfícies urbanas, que retêm pouco água e

acumulam calor, alterando as condições locais. Materiais com baixa refletividade e alta absorção de radiação solar intensificam o aquecimento superficial, limitando a liberação de vapor d'água para a atmosfera. Assim, a queda na umidade relativa resulta tanto da escassa evaporação quanto da dinâmica física típica de áreas densamente urbanizadas, sobretudo em períodos de forte incidência solar (Mohajerani *et al.*, 2017).

3.2. H2 – "A presença de vegetação contribui para temperaturas mais amenas e maior umidade relativa"

Conforme apresentado na Tabela 3, o PV registrou temperaturas medianas mais baixas e umidade relativa mais elevada em comparação ao PU. A análise PERMANOVA confirmou diferenças estatisticamente significativas para ambos os fatores ($p < 0,0001$), com a área de estudo (PU x PV) apresentando a maior influência sobre os padrões microclimáticos ($F = 112,5$). A classe de cobertura (Impermeável versus Árvore/Herbácea) também apresentou efeito significativo ($F = 12,69$; $p < 0,0001$). Esses resultados demonstram que áreas vegetadas contribuem para o conforto térmico, mesmo em contexto urbano.

Tabela 3. *Resultados da PERMANOVA – comparações entre PV e PU e os tipos classes para uso do solo (Impermeável versus Árvores/Herbácea) para a variáveis estudadas (999 permutações).* Fonte: Tabulado pelos autores, 2025

Fator	Soma de Quadrados (SS)	Graus de Liberdade (df)	Estatístico F	Valor de
Área de Estudo	87,9	1	112,5	0,0001
Classe	12,3	1	12,69	0,0001
Resíduo	311,1	—	—	—
Total	399	—	—	

Esses resultados demonstram que áreas vegetadas contribuem para o conforto térmico, mesmo em contexto urbano, e que a configuração do ambiente influencia diretamente a forma como os efeitos sazonais se manifestam.

3.3. H3 – "As variações sazonais influenciam as diferenças em temperatura e umidade relativa entre as áreas estudadas"

A análise PERMANOVA com os fatores "área de estudo" e "estação do ano" indicou efeitos estatisticamente significativos para as variáveis analisadas ($p < 0,0001$). A área de estudo foi o componente que mais contribuiu para explicar as variações observadas ($F = 451,68$), reforçando a influência do território sobre os padrões microclimáticos. As comparações sazonais revelaram contrastes mais intensos entre o inverno e as demais estações. A configuração do ambiente influencia diretamente na manifestação dos efeitos sazonais, com áreas urbanizadas apresentando respostas mais acentuadas às variações térmicas (Dong *et al.,* 2020), enquanto territórios com maior diversidade estrutural apresentam transições sazonais menos abruptas (Lyu *et al.,* 2022).

Tabela 4. *Resultados da PERMANOVA – comparações entre PV e PU e as estações do ano para a variáveis estudadas (999 permutações).* Fonte: Elaborado pelos autores, 2025

(a) Parâmetros Principais

Fator	Soma dos Quadrados	df	Valor de F	Valor de p
Área de Estudo	87,577	1	451,68	< 0,0001
Estação do Ano	220,71	3	379,44	< 0,0001
Interação	14,704	3	25,28	< 0,0001
Resíduo	76,006	392	—	—
Total	399	399	—	—

(b) Comparações Sazonais – Estatístico F

Estações	Primavera	Verão	Outono	Inverno
Primavera	—	23,6	73,9	165,1
Verão	23,6	—	64,8	179,9
Outono	73,9	64,8	—	139,7
Inverno	165,1	179,9	139,7	—

As comparações sazonais “par a par” revelaram contrastes mais intensos entre o inverno e as demais estações, com os valores mais elevados do estatístico F (Tabela 4b). Em contraste, a similaridade entre primavera e verão (F = 23,6) sugere um padrão climático mais homogêneo entre esses períodos, especialmente nas áreas vegetadas, o que confirma a H3.

A configuração do ambiente influencia diretamente na manifestação dos efeitos sazonais. Em áreas densamente urbanizadas, a resposta às variações térmicas tende a ser mais acentuada, com queda mais intensa da umidade relativa e maior amplitude de temperatura (Dong *et al.,* 2020). Por outro lado, territórios com maior diversidade estrutural apresentam transições sazonais menos abruptas, com maior capacidade de regulação climática ao longo do ano (Lyu *et al.,* 2022). Neste estudo, a floresta urbana atuou como moderadora dos extremos térmicos e hídricos, suavizando os efeitos das estações no PV — diferentemente do observado no PU, onde predomina a infraestrutura cinza.

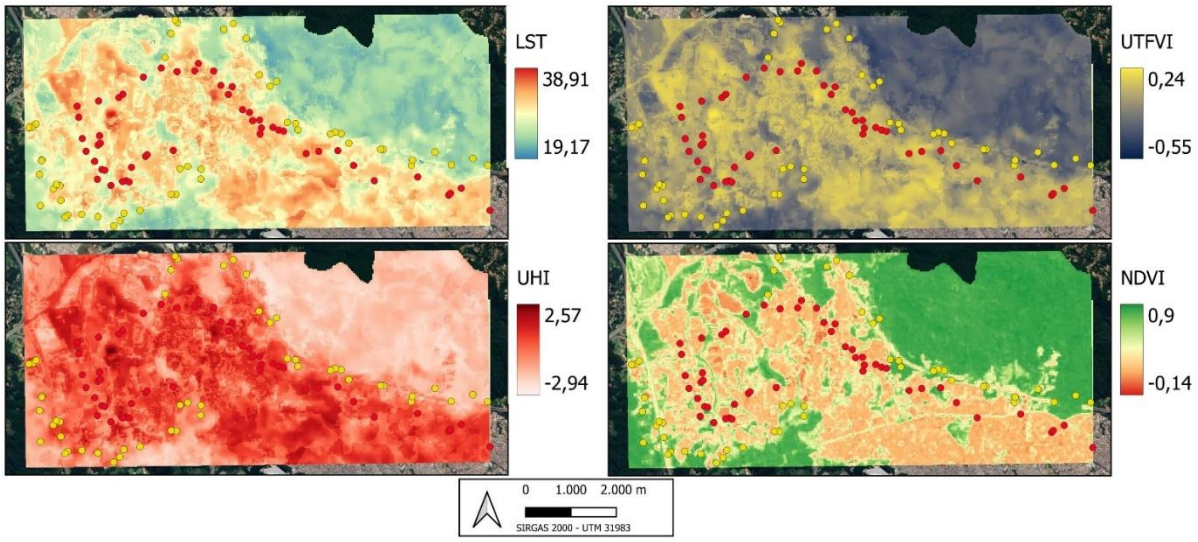


Fig. 3 Análise de sensoriamento remoto. Fonte: autores, 2025

A análise dos mapas da Figura 4 evidencia a interação entre o ambiente urbano e os parâmetros climáticos e ecológicos. O mapa de Temperatura da Superfície Terrestre (LST) apresenta valores entre 19,17°C e 38,91°C, com máximas nas áreas urbanizadas ao sul e mínimas nas regiões vegetadas ao norte, demonstrando a relação direta entre urbanização e aumento das temperaturas superficiais devido à presença de superfícies impermeáveis.

O mapa de Ilhas de Calor Urbanas (ICU), com variação de -2,94°C a 2,57°C, reforça essa relação, destacando as áreas densamente construídas como as mais afetadas pelo acúmulo e irradiação de calor. Esse fenômeno se intensifica com a redução da vegetação, comprometendo o conforto térmico.

O Índice de Variância do Campo Térmico Urbano (UTFVI) revela maior vulnerabilidade térmica nas zonas centrais e sul, marcadas por urbanização intensa, enquanto as áreas arborizadas, em azul, apresentam menor sensibilidade às altas temperaturas. Esses dados evidenciam o desafio enfrentado pelas populações urbanas diante do estresse térmico associado à escassez de áreas verdes.

Já o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI), com variação de -0,14 a 0,9, mostra maior densidade vegetal ao norte e em pontos isolados, contrastando com os baixos valores ao sul, indicativos de solo exposto e ausência de cobertura vegetal, o que agrava os efeitos das ilhas de calor.

De forma integrada, os dados apontam que a urbanização intensifica os impactos climáticos locais, aumentando a temperatura, as ilhas de calor e a vulnerabilidade térmica. Em contrapartida, as áreas verdes têm papel fundamental na mitigação desses efeitos, reforçando a necessidade de estratégias como arborização urbana, preservação de florestas e telhados verdes. Tais medidas são fundamentais para o planejamento urbano sustentável e para a resiliência climática, destacando a importância da integração da dimensão ambiental ao ordenamento territorial.

3.4. Aspectos Socioambientais

A área de estudo apresenta características socioambientais que refletem tanto seu potencial ecológico quanto os desafios que têm enfrentado. A análise realizada pelo Instituto Pólis (2024) destaca que a

Zona Norte de São Paulo apresenta desigualdades contundentes, impactando a qualidade de vida de seus habitantes.

Indicador	Perus	Jaraguá	Brasilândia	Cachoeirinha
Demografia				
População (2022)	96.423,00	184.818	264.918	143.523
Densidade Demográfica (hab/km²)	2.543	634700,00%	1347800,00%	987600,00%
% População Jovem (0-14 anos)	0	22,40%	23,10%	21,30%
% População Idosa (60+ anos)	0	13,60%	13,20%	15,40%
Renda e Trabalho				
Renda Média per Capita (R$)	1.512	168700,00%	142300,00%	165400,00%
Taxa de Desemprego (%)	15,80%	14,30%	16,40%	14,10%
% Trabalhadores Informais	48,80%	46,20%	50,30%	45,70%
Educação				
Taxa de Alfabetização (%)	94,10%	95,20%	93,80%	95,30%
IDEB - Anos Iniciais	5,3	5,5	5,2	5,5
IDEB - Anos Finais	4,2	4,4	4,1	4,4
Escolas Públicas	21	26	32	19
Escolas Privadas	5	9	8	7
Habitação e Infraestrutura				
% Domicílios em Favelas	27,80%	25,30%	30,20%	24,60%
% Cobertura de Água	95,40%	96,20%	94,80%	96,80%
% Cobertura de Esgoto	76,30%	78,10%	74,20%	79,50%
% Coleta de Lixo	91,70%	92,50%	90,30%	93,20%
Déficit Habitacional	8.934	9.876	12.543	7.865
Saúde				
UBS	6	8	11	8
Leitos Hospitalares/1000 hab	0,5	0,6	0,4	0,7
Mortalidade Infantil (por 1000)	13,7	13,2	14,3	12,8
Expectativa de Vida (anos)	72,8	73,4	72,1	73,9
Desenvolvimento Humano				
IDH	0,714	0,722	0,705	0,731
IDH-Renda	0,698	0,709	0,687	0,718
IDH-Educação	0,712	0,718	0,702	0,725
IDH-Longevidade	0,732	0,739	0,726	0,75

Fig. 4 *Indicadores socioambientais.* Fonte: IBGE (2022), SEADE (2023) SABESP (2023). Tabulados pelos autores 2025

Os dados revelam condições marcantes de vulnerabilidade socioeconômica. A renda média per capita nos distritos analisados varia significativamente, com Brasilândia apresentando a menor renda (R$ 1.423,00) e Jaraguá a maior (R$ 1.687,00). As taxas de desemprego também são altas, com Brasilândia atingindo 16,4% da força de trabalho desocupada, enquanto Perus apresenta a maior proporção de trabalhadores informais (48,8%) (IBGE, 2022; SEADE, 2023).

O déficit de infraestrutura urbana também reflete os impactos socioambientais. A proporção de domicílios situados em áreas de favelas é elevada em todos os distritos, com destaque para Brasilândia (30,2%) e Perus (27,8%). A cobertura de esgotamento sanitário é insuficiente, especialmente em Brasilândia (74,2%) e Perus (76,3%) (SEHAB, 2023; SABESP, 2023).

Os indicadores educacionais e de saúde revelam disparidades significativas na região. Os índices de desenvolvimento da educação básica (IDEB) mostram insuficiências no desempenho escolar, com médias de 5,2 a 5,5 nos anos iniciais e de 4,1 a 4,4 nos anos finais (INEP, 2022). A quantidade de leitos hospitalares por mil habitantes é extremamente baixa, variando de 0,4 a 0,7, e a mortalidade infantil é elevada, com Brasilândia registrando a pior taxa (14,3 óbitos por mil nascidos vivos) (DATASUS, 2023).

A região noroeste de São Paulo apresenta uma relação intrínseca entre urbanização e conservação ambiental, com os distritos de Perus e Jaraguá situados próximos a áreas estratégicas para a manutenção da biodiversidade e regulação climática da cidade. Contudo, a pressão da ocupação irregular em áreas de proteção ambiental (APAs) é preocupante, especialmente em Perus (Secretaria Municipal do Verde e Meio Ambiente, 2023).

Esses desequilíbrios refletem a necessidade de conciliar crescimento urbano com medidas de sustentabilidade ambiental e preservação de recursos naturais.

3.5. Aspectos Socioeconômicos

A análise dos dados socioeconômicos revela marcantes desigualdades sociais e econômicas, típicas de áreas periféricas de metrópoles. Esses territórios refletem um perfil de vulnerabilidade social recorrente em relação a renda, emprego, infraestrutura e mobilidade.

Aspecto	Jaraguá	Perus	Brasilândia	Cachoeirinha	Fonte
Renda e Trabalho					
Renda média per capita (R$)	1.687	1.512	1.423	1.654	IBGE/PNAD (2023)
Rendimento médio do trabalho (R$)	1.978	1.823	1.756	1.942	RAIS/CAGED (2023)
Taxa de desemprego (%)	14,3	15,8	16,4	14,1	SEADE/PNAD (2023)
Trabalhadores formais (%)	53,8	51,2	49,7	54,3	RAIS/CAGED (2023)
Trabalhadores informais (%)	46,2	48,8	50,3	45,7	PNAD (2023)
Famílias beneficiárias de programas	28,7	31,2	33,5	27,9	CadÚnico/MDS (2023)
Economia Local					
Estabelecimentos comerciais	1.876	923	2.134	1.654	JUCESP (2023)
Microempreendedores individuais (M	8.765	4.321	9.876	6.543	SEBRAE (2023)
Empregos formais no distrito	32.456	15.678	38.765	29.876	RAIS (2023)
Mobilidade					
Tempo médio de deslocamento casa	87	96	82	75	SPTrans/Metrô (2023)
Domicílios com automóvel (%)	42,3	38,7	36,5	44,2	IBGE/SEADE (2022)
Estações de transporte de massa	2	1	0	0	SPTrans/Metrô (2023)

Fig. 5 *Dados socioeconômicos.* Fonte: INEP (2022), SEAD (2023), IBGE (2022), RAIS/CAGED (2023), tabulados pelos autores, 2025

A renda média per capita nos distritos analisados evidencia disparidades significativas, com Brasilândia apresentando a menor renda (R$ 1.423,00) e Jaraguá (R$ 1.687,00) e Cachoeirinha (R$ 1.654,00) apresentando valores relativamente superiores. As taxas de desemprego também são preocupantes, variando de 14,1% em Cachoeirinha a 16,4% em Brasilândia (RAIS/CAGED, 2023).

Os trabalhadores informais compõem parcela expressiva da força laboral, particularmente em Brasilândia (50,3%) e Perus (48,8%), o que evidencia a insuficiência de oferta de empregos formais (SEADE/PNAD, 2023). Além disso, a alta proporção de famílias beneficiárias de programas assistenciais, como o Bolsa Família (33,5% em Brasilândia e 31,2% em Perus), reforça a dependência da população de políticas públicas para sustento básico (CadÚnico/MDS, 2023).

Em relação à economia local, Brasilândia lidera em número de estabelecimentos comerciais (2.134) e microempreendedores individuais (MEIs), com 9.876 registros, sugerindo que a autogeração de emprego é uma saída comum. Em contrapartida, Perus praticamente apresenta a metade desses números (923 estabelecimentos comerciais e 4.321 MEIs), evidenciando economia local menos dinâmica (JUCESP, 2023; SEBRAE, 2023).

Quanto ao número de empregos formais, Brasilândia novamente lidera (38.765), embora a concentração de postos formais não seja suficiente para reduzir a alta taxa de desemprego local, indicando possíveis desajustes entre a qualificação da mão de obra e as demandas do mercado.

4. Considerações

Os resultados deste estudo confirmam que as áreas periféricas da Zona Norte de São Paulo apresentam temperaturas mais elevadas e menor umidade relativa do ar, configurando ilhas de calor urbanas que agravam os problemas de saúde e comprometem o bem-estar da população. A vulnerabilidade social, intrinsecamente ligada a essa questão, manifesta-se na forma de baixos níveis de renda, altas taxas de desemprego e falta de acesso a serviços básicos. A presença de áreas verdes exerce um papel fundamental na mitigação das ilhas de calor, evidenciando a importância da arborização e da criação de parques e praças. No entanto, a simples presença de áreas verdes não é suficiente para garantir a justiça ambiental e a equidade social.

Diante desse cenário, torna-se imperativo o desenvolvimento de políticas públicas que visem a redução das desigualdades sociais e a promoção da resiliência climática nas periferias urbanas. É necessário investir em infraestrutura verde, melhorar o acesso a serviços básicos e fortalecer a participação da sociedade civil nas decisões sobre o futuro da cidade.

Este estudo revela a urgência de repensar o modelo de desenvolvimento urbano, buscando soluções que conciliem crescimento econômico, justiça social e sustentabilidade ambiental, visando a construção de cidades mais justas e resilientes.

5. Referências

ACSELRAD, H. et al. (2009). *Justiça ambiental e estratégias de resistência*. Rio de Janeiro: Relume Dumará.

ANDERSON, M. J.; WALSH, D. C. (2013). PERMANOVA, ANOSIM, and the Mantel test in the face of heterogeneous dispersions: What null hypothesis are you testing? *Ecological Monographs*, 419-575. doi:0.1890/12-2010.1.

ANTONUCCI, D. et al. (2010). *UN-Habitat: das declarações aos compromissos*. São Paulo: Romano Guerra, v. 7.

BATISTA, H. R.; MOLLO, M. D. (2021). A questão da desigualdade multidimensional: discutindo os construção de um indicador. *Revista de Economia Contemporânea*, *25*(1), 1-30, doi:10.1590/198055272516.

BUCKERIDGE, M. (2015). Árvores urbanas em São Paulo: planejamento, economia e água. *Estudos Avançados*, 85-101. doi:10.1590/S0103-40142015000200006.

BULLARD, R. D. (2000). *Dumping in Dixie: race, class, and environmental quality.* Boulder: Westview Press.

CAGED – Cadastro Geral de Empregados e Desempregados. (2023). *RAIS – Relação Anual de Informações Sociais. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego*. Disponível em: https://basedosdados.org/dataset/562b56a3-0b01-4735-a049-eeac5681f056?table=2245875f-d1ef-490d-be29-4f8fb2191335.

CHARMAZ, K. (2009). *A construção da teoria fundamentada: guia prático para análise qualitativa.* Tradução de J. E. Costa. Porto Alegre: Artmed Editora S. A.

CUTTER, S. L. et al. (2013). Social vulnerability to environmental hazards. *Social Science Quarterly*, 84(2), 242-261.

FAVERO, L. P.; BELFIORE, P. (2017). *Manual de Análise de Dados: Estatística e modelagem multivariada com Excel, SPSS e Stata*. 1ª ed. Elsevier, v. 1.

HARVEY, D. (1973). *Social justice and the city*. Baltimore: The Johns Hopkins University Press.

IBGE – Instituto Brasileiro de geografia e Estatística. (2010). *IBGE Cidades*. Brasília: IBGE.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2022). *IBGE Cidades*. Brasília: IBGE.

IBGE. (2023). *Almanaque do Censo Demográfico*. Rio de Janeiro: Gerência de Biblioteca e Acervos Especiais.

IBGE. (2024). *Censo Demográfico 2022*. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Brasília.

JUNIOR, N. K. et al. (2020). Infrared thermography for microclimate assessment in agroforestry systems. *Science of the Total Environment*, 1-10, 2020. doi:10.1016/j.scitotenv.2020.139252.

KÖSCHE, J. C. (2017). Problema, hipótese e variáveis: O Fluxograma da pesquisa científica. Em: KÖSCHE, J. C. *Fundamentos de metodologia* científica (105-136). Petrópolis: Vozes.

LACHTERMACHER, G. (2009). *Pesquisa operacional na tomada de decisões*. 4ª ed. São Paulo: Person Prentice Hall.

LARSON, R.; FARBER, B. (2010). *Estatística Aplicada*. 4ª ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall.

LEICHENKO, R. (2011). Climate change and urban resilience. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, *3*(3), 164-168.

MACCABIANI, E. et al. (2025). Investigating Social Vulnerability to Extreme Heat: Heat Islands and Climate Shelters in Urban Contexts: The Case of Bologna. *International Journal of Geo-Information*, *14*(17), 2-17. doi:10.3390/ijgi14010017

MARANDOLA JR., E.; HOGAN, D. J. (2006). Vulnerabilidade e riscos: entre a geografia e a proteção civil. *Sociedade e Território*, *18*(1), 93-104.

MARTINS, A. P. et al. (2021). Infraestrutura verde para monitorar e minimizar os impactos da poluição atmosférica. *Estudos Avançados*, *35*(102), 31-57.

MARTINS, C. R.; TEÓPHILO, G. D. (2009). Polo epistemológico. Em: MARTINS, C. R.; TEÓPHILO, G. D. *Metodologia da investigação científica para ciências sociais aplicada*. 2ª ed. São Paulo: Atlas S. A., 9-26.

MENDES, J. M. et al. (2024). Corredor Ecológico da Mata Atlântica da Cidade de São Paulo: Eficácia à Remoção de Poluentes Atmosféricos. *Cidades Verdes*, *12*(35), 135-149.

PELLING, M. (2011). *Adaptation to climate change: from resilience to transformation*. London: Routledge.

RIBEIRO, A. P. et al. (2021). The role of tree landscape to reduce effects of urban heat islands: a study in two Brazilian cities. *Trees,* 1-14. doi:10.1007/s00468-021-02230-8

RIBEIRO, A. P. et al. (2017). Diagnóstico da Poluição Atmosférica em Regiões sem Redes Convencionais de Monitoramento da Qualidade do Ar: Estudo em uma pequena cidade do Paraná, Brasil. *Interciencia*, *11*(42), 767-773.

ROMERO-LANKAO, P. et al. (2018). Urban transformations to address climate change. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, *31*, 1-8.

SABESP – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. (2023). *Relatório Anual de Sustentabilidade.*

SAMPAIO, N. A. et al. (2024). Applications of Correlation Analysis in Environmental Problems. *Revista de Gestão Social e Ambiental*, 1-16. doi:10.24857/rgsa.v18n3-085.

SANTOS, M. (2017). *Ensaios sobre a Urbanização Latino-americana*. 2ª ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo.

SCHLOSBERG, D. (2007). *Defining environmental justice: theories, movements, and nature*. Oxford: Oxford University Press.

SERRA, N. (2006). *História das Estatísticas Brasileiras: Estatísticas desejadas*. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. v. 1.

SILVA, R. G., LIMA, C. L.; SAITO, C. H. (2023). Urban green spaces and social vulnerability in Brazilian metropolitan regions: Towards environmental justice. *Land Use Policy*, 1-12. doi:10.1016/j.landusepol.2023.106638.

VERGARA, S. C. (1998). Começando a definir a metodologia. Em: VERGARA, S. C. *Projetos e relatórios de pesquisa em Administração*. São Paulo: Atlas S. A. 44-51.

YOUNG, A. F. (2013). Urbanization, Environmental Justice, and Social-Environmental Vulnerability in Brazil. Em: BOONE, C.; FRAGKIAS. M. *Urbanization and Sustainability: Linking Urban Ecology, Environmental Justice and Global Environmental Change*.95-116. Human-Environment Interactions. doi:10.1007/978-94-007-5666-3_7.