

# Mudanças climáticas e calor nas cidades ibero-americanas: experiências de Bogotá, Buenos Aires, Lisboa e São Paulo



# UNIÃO DAS CIDADES CAPITAIS IBERO-AMERICANAS

Almudena Maíllo del Valle  
**Secretária Geral**

Luciana Binaghi Getar  
**Diretora Geral**

Francisco Mugaburu  
**Subdiretor de Relações Internacionais e Cooperação**

## PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

Ricardo Nunes  
**Prefeito**

Rodrigo Pimentel Pinto Ravena  
**Secretário Municipal do Verde e do Meio Ambiente**

Ricardo Crachineski Gomyde  
**Secretário Municipal de Relações Internacionais**

## CIDADES ASSOCIADAS



## ENTIDADES PROMOTORAS



O conteúdo da publicação é responsabilidade exclusiva de seus autores e não reflete necessariamente a opinião da prefeitura de Madrid.

Cooperação Técnica



Consultorias



## **EQUIPE TÉCNICA**

### **Coordenação UCCI**

Johanna Fernández Rodríguez

Pilar Garcia Plorutti

### **Coordenação SVMA**

Ligia Pinheiro de Jesus

Hélia Maria Santa Barbara Pereira

### **Equipe SVMA**

Bruna Dallaverde de Sousa

Laura Lucia Vieira Ceneviva

Solange Santos Silva Sanchez

Bruno Simonato de Souza Abon Ali

### **Equipe SMRI**

Bernardo Augusto Santos de Faria

Luiza de Carvalho Bustamante Debrassi

### **Cooperação Técnica**

Universidade de São Paulo

Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências  
Atmosféricas (IAG/USP)

Humberto Ribeiro da Rocha

Rodrigo Lustosa

Ana Kellen Nogueira Campelo

Faculdade de Arquitetura e Urbanismo (FAU/USP)

Denise Helena Silva Duarte

Instituto de Estudos Avançados (IEA/USP) - Projeto  
Biota Síntese

Luciana Ferreira Schwandner

## **CONSULTORIAS**

### **Ideia Circular**

**Facilitação do intercâmbio  
entre cidades, sistematização e  
diagramação**

Léa Gejer

Carla Tennenbaum

Lucas Saikale Francisco

Nina Karl

Bruno Sangali

### **C-Adapt**

**Análises climáticas**

Carolina dos Santos Gusson

Paula Shinzato

### **TGA Translations**

**Tradução**

## **COMO CITAR**

SECRETARIA MUNICIPAL DO VERDE E DO MEIO AMBIENTE; UNIÃO DAS CIDADES  
CAPITAIS IBERO-AMERICANAS. Mudanças climáticas e calor nas cidades: experiências  
de Bogotá, Buenos Aires, Lisboa e São Paulo São Paulo: [s.n.], 2024. 95 p.

## **Apresentação SVMA**

As altas temperaturas e as ondas de calor deverão aumentar em frequência e intensidade como resultado da mudança climática. Em São Paulo, de acordo com o Centro de Gerenciamento de Emergências (CGE), desde 2014 foram registrados vinte e dois eventos de ondas de calor na cidade. 2023 foi o ano mais quente prevendo-se que 2024 seja ainda mais.

Esses fenômenos, entretanto, impactam de maneira diferente as diversas porções da cidade. A zona urbana é significativamente mais quente do que a zona rural. E mesmo os padrões urbanos são impactados de maneira distinta. Áreas de maior adensamento construtivo e menor densidade de vegetação são significativamente mais quentes, e efeitos negativos podem ser agravados em função do grau de verticalização e de pavimentação. A ausência ou mesmo a distribuição inadequada de áreas verdes contribuem para o aumento do desconforto térmico, a piora da qualidade do ar e o aparecimento de doenças associadas ao calor, especialmente entre as pessoas de baixa renda, idosos e crianças.

Neste cenário, mostra-se fundamental a colaboração entre as cidades a fim de compartilhar experiências, recursos e aprendizados para o aprimoramento de estratégias de adaptação.

Esta publicação apresenta os resultados da cooperação entre a PMSB, por meio da SVMA e SMRI, com a UCCI e mostra experiências em andamento nas quatro cidades ibero-americanas em relação ao impacto das alterações climáticas, destacando-se entre elas a importância de aprofundar o conhecimento local das alterações climáticas, a criação de rede de abrigos climáticos, o incremento do uso de Soluções Baseadas na Natureza nas intervenções urbanas e governança baseada em uma participação social. Além disso, tem objetivo de avançar no projeto do “Atlas das Temperaturas da Cidade de São Paulo”, que vem sendo elaborado pela SVMA em parceria com o IAG-USP.

Esperamos que este documento seja um ponto de partida na construção de ferramentas de comunicação com a sociedade, possibilitando uma forma de melhor compreender e enfrentar os riscos climáticos, subsidiando a formulação de políticas públicas que considerem cada vez mais as variáveis climáticas.

**Rodrigo Ravena**

Secretário Municipal do Verde e do Meio Ambiente da Cidade de São Paulo

**Roselia Ikeda**

Coordenadora de Planejamento Ambiental da Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente da Cidade de São Paulo

# Índice

Lista de Figuras e Quadros 6

Lista de Siglas 8

**1.** Introdução 10

**2.** Aumento das temperaturas e risco climático 15

**3.** Intercâmbio das experiências entre as cidades 24

## 3.1 Bogotá

3.1.1 Dados e informações climatológicas 28

3.1.2 Planejamento e implementação de ações com base técnica e científica 29

3.1.3 Difusão, comunicação e engajamento face à emergência climática 32

## 3.2 Buenos Aires

3.2.1 Dados e informações climatológicas 35

3.2.2 Planejamento e implementação de ações com base técnica e científica 39

3.2.3 Difusão, comunicação e engajamento face à emergência climática 46

## 3.3 Lisboa

3.3.1 Dados e informações climatológicas 49

3.3.2 Planejamento e implementação de ações com base técnica e científica 54

3.3.3 Difusão, comunicação e engajamento face à emergência climática 55

## 3.4 São Paulo

3.4.1 Dados e informações climatológicas 59

3.4.2 Planejamento e implementação de ações com base técnica e científica 68

3.4.3 Difusão, comunicação e engajamento face à emergência climática 80

**4.** Considerações finais, recomendações e próximos passos 82

4.1 Reflexões das cidades 84

4.2 Recomendações 86

4.3 Próximos passos 88

**5.** Referências 90

## Lista de Figuras e Quadros

- Figura 1** Média global da temperatura da superfície em 2023 comparada com a média do período 1991-2020 **17**
- Figura 2** Anomalias de temperatura do ar na superfície global **17**
- Figura 3** Condições atmosféricas que provocaram os eventos climáticos extremos de chuva que avassalaram o sul do Brasil em 2024 **18**
- Figura 4** Temperatura em setembro de 2023 no Brasil (INMET, 2024) **19**
- Figura 5** Mapa da Estrutura Ecológica Principal e de localidades de Bogotá **29**
- Figura 6** Potencial de redução de emissões de GEE conforme ações mitigatórias **30**
- Figura 7** Metodologia para avaliação de Índice de Riscos Climáticos (IRC) **31**
- Figura 8** Espacialização dos resultados do IRC por fator de risco climático **33**
- Figura 9** Síntese de ações climáticas adotadas em Bogotá, por localidade **34**
- Figura 10** Temperatura média anual **37**
- Figura 11** Aumento da temperatura máxima **38**
- Figura 12** Quantidade de eventos de ondas de calor **38**
- Figura 13** Duração máxima de ondas de calor **39**
- Figura 14** Mapa da temperatura média máxima da Argentina (esquerda) e Mapa da anomalia de temperatura (direita) para os primeiros dez dias de março/2023 **39**
- Figura 15** Mapa de risco de ondas de calor por comunidade autônoma da cidade de Buenos Aires **40**
- Figura 16** Mapa da rede de refúgios climáticos da Cidade Autônoma de Buenos Aires (CABA) **42**
- Figura 17** Alcance histórico do Programa de Adaptação contra Eventos Climáticos Extremos **44**
- Figura 18** Localização do Bairro 20 em Buenos Aires e dos termômetros instalados no bairro (ícone preto) **44**
- Figura 19** Termômetros instalados em locais no Bairro 20, em locais com diferentes características **45**
- Figura 20** Resultados das temperaturas registradas pelos termômetros instalados no Bairro 20 **46**
- Figura 21** Modelo de Barcelona de Índice de Calor (ISGlobal de Barcelona), em 5 níveis de precaução **46**
- Figura 22** Comparação dos Índices de Conforto Térmico do Cesac 18 e do "Pátio Mágico" **47**
- Figura 23** Gráfico indicando variações de temperaturas máxima, média e mínima ao longo do ano em Lisboa **52**
- Figura 24** Linha do tempo caracterizando eventos climáticos extremos em Lisboa desde 1941 **52**
- Figura 25** Projeções climáticas de Lisboa **53**
- Figura 26** Infográfico (acima) e gráfico (abaixo) indicando multisetorialidade entre as ações adotadas no "Contrato Climático da Cidade de Lisboa 2030" **54**
- Figura 27** Mapas de ilhas de calor urbano, atual e futura, no verão, ao entardecer, em Lisboa **55**
- Figura 28** Mapas que relacionam as áreas mais quentes de Lisboa com a concentração populacional dada pela densidade de sinais obtidos via celulares (ou telemóvel) **28**
- Figura 29** Estratégias de infraestrutura verde adotadas visando o arrefecimento da cidade **29**
- Figura 30** Benefícios gerados pelas intervenções baseadas no uso de infraestrutura verde **30**
- Figura 31** Plataforma de dados abertos Lisboa Aberta **58**
- Figura 32** Plataforma de catálogo de dados de inundação **59**
- Figura 33** Médias anuais das temperaturas máximas **62**
- Figuras 34** Temperatura de superfície média diurna **63**
- Figuras 35** Temperatura de superfície média noturna **64**
- Figura 36** Mapa da temperatura de superfície, média do período entre 01/01/2017 a 01/01/2023 **66**
- Figura 37** Mapa do Índice de Diferença de Vegetação Normalizada (NDVI), média do período entre 01/01/2017 a 01/01/2023 **67**

**Figura 38** Mapa da classificação da morfologia urbana em Zonas Climáticas Locais, em 2023 **72**

**Figura 39** Definição da área de estudo em São Lucas **75**

**Figura 40** Comparação da temperatura do ar entre os cenários para às 15h e 22h **78**

**Figura 41** Comparação do TEP entre os cenários para às 15h e 22h **78**

**Figura 42** Área de modelagem em Perus **80**

**Figura 43** Comparação da temperatura do ar entre os cenários para às 15h e 22h **81**

**Figura 44** Comparação do TEP entre os cenários para às 15h e 22h **81**

**Figura 45** Definição da área de estudo da Vila Mariana **82**

**Figura 46** Comparação da temperatura do ar entre os cenários para às 15h e 22h - z: 1,5m **84**

**Figura 47** Comparação do TEP entre os cenários para às 15h e 22h - z: 1,5m **85**

**Figura 48** Imagens de encontro entre SVMA e IAG/USP **85**

**Quadro 1** Ações prioritárias do Plano de Ação Climática 2050 – Buenos Aires **41**

**Quadro 2** Temperatura Média da Superfície e Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI), por distrito **68**

## Lista de Siglas

<b>AMLURB</b>	Autoridade Municipal de Limpeza Urbana
<b>AR6</b>	Intergovernmental Panel on Climate Change Sixth Assessment Report
<b>CADES</b>	Conselho Municipal do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável
<b>CADES Regionais</b>	Conselhos Regionais de Meio Ambiente, Desenvolvimento Sustentável e Cultura de Paz
<b>C3S</b>	Copernicus Climate Change Service
<b>C40</b>	Cities Climate Leadership Group
<b>CGE</b>	Centro de Gerenciamento de Emergências Climáticas
<b>CESAC</b>	Centro de Salud y Acción Comunitaria
<b>CIP</b>	Cataloging-in-Publication
<b>CMMCE</b>	Comitê Municipal de Mudança do Clima e Ecoeconomia
<b>CMPU</b>	Conselho Municipal de Política Urbana
<b>CO2e</b>	Dióxido de carbono equivalente
<b>CONPES D.C.</b>	Consejo Distrital de Política Económica y Social del Distrito Capital
<b>CPA</b>	Coordenação de Planejamento Ambiental
<b>DW</b>	Deutsche Welle
<b>ECMWF</b>	European Centre for Medium-Range Weather Forecasts
<b>EMAAC</b>	Estratégia Municipal de Adaptação às Alterações Climáticas
<b>EMASP</b>	Escola Municipal de Administração Pública
<b>EU Mission</b>	European Union Mission
<b>FAU</b>	Faculdade de Arquitetura e Urbanismo
<b>GEE</b>	Gases de Efeito Estufa
<b>GIS</b>	Geographic Information System
<b>IAG</b>	Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas
<b>ICLEI</b>	Local Government for Sustainability
<b>IDECA</b>	Infraestructura de Datos Espaciales Catastro
<b>IKI</b>	International Climate Initiative
<b>INMET</b>	Instituto Nacional de Meteorologia
<b>IPCC</b>	Intergovernmental Panel on Climate Change
<b>IPMA</b>	Instituto Português do Mar e da Atmosfera
<b>IRC</b>	Índice de Risco Climático
<b>LCZ</b>	Local Climate Zone
<b>MSP</b>	Município de São Paulo

<b>NDVI</b>	Normalized Difference Vegetation Index
<b>NOAA</b>	National Oceanic and Atmospheric Administration
<b>OAB</b>	Organização dos Arquitetos de Bogotá
<b>ODS</b>	Objetivo de Desenvolvimento Sustentável
<b>OIM</b>	Organização Internacional para Migrações
<b>OMM</b>	Organização Meteorológica Mundial
<b>PAC</b>	Plan de Acción Climática
<b>PDE</b>	Plano Diretor Estratégico
<b>PlanClima SP</b>	Plano de Ação Climática do Município de São Paulo 2020-2050
<b>PLANPAVEL</b>	Plano Municipal de Áreas Protegidas, Áreas Verdes e Espaços Livres
<b>PMSP</b>	Prefeitura do Município de São Paulo
<b>RCP</b>	Representative Concentration Pathways
<b>RESCCUE</b>	Resilient Cities in the European Union
<b>RS</b>	Rio Grande do Sul
<b>SAPAVEL</b>	Sistema de Áreas Protegidas, Áreas Verdes e Espaços Livres
<b>SDA</b>	Secretaria Distrital de Ambiente
<b>SEGIB</b>	Secretaría General Iberoamericana
<b>SMN</b>	Servicio Meteorológico Nacional
<b>SMRI</b>	Secretaria Municipal de Relações Internacionais
<b>SNIS</b>	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
<b>SP</b>	São Paulo
<b>SUS</b>	Sistema Único de Saúde
<b>SVMA</b>	Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente
<b>UAESP</b>	Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos
<b>UCCI</b>	União das Cidades Capitais Ibero-americanas
<b>UMAPAZ</b>	Universidade Aberta do Meio Ambiente e Cultura de Paz
<b>UN-Habitat</b>	Programa das Nações Unidas para os Assentamentos Humanos
<b>UNESCO</b>	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
<b>USP</b>	Universidade de São Paulo
<b>WMO</b>	World Meteorological Organization



São Paulo. Foto: Acervo SVMA.

# 1

## INTRODUÇÃO

### Principais aspectos a serem abordados:

- Contexto do Projeto
- Contexto Ibero-Americano
- Principais temas discutidos na publicação

# 1

## INTRODUÇÃO

○ ***Projeto Instrumento de Gestão Urbana e Ambiental: Atlas das Temperaturas da Cidade de São Paulo*** é uma iniciativa da Secretaria do Verde e do Meio Ambiente do Município de São Paulo (SVMA), desenvolvida em parceria com o Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo (IAG/USP), que conta com apoio da União das Cidades Capitais Ibero-Americanas (UCCI). O projeto tem como objetivo principal desenvolver e disponibilizar uma base técnico-científica para formulação de políticas públicas sustentáveis, que efetivamente considerem a variável climática temperatura nas respostas aos impactos da mudança do clima.

O apoio e a cooperação técnica da UCCI possibilitaram estabelecer intercâmbio e troca de experiências com as cidades de Bogotá, Buenos Aires e Lisboa, constituindo uma oportunidade de aprofundar o conhecimento e as experiências entre as cidades associadas ao projeto sobre suas estratégias, ações de adaptação e mecanismos de gestão e governança adotados para o enfrentamento das mudanças do clima. As cidades também tiveram oportunidade de compartilhar resultados de pesquisas, abordando a temática do impacto da morfologia urbana e da vegetação nas temperaturas. O intercâmbio entre as cidades parceiras contribuiu para o fortalecimento institucional e a promoção de políticas públicas locais, na perspectiva da governança multinível e da construção de instrumentos públicos para a promoção do desenvolvimento urbano sustentável.

As instituições envolvidas no projeto reconhecem que os atuais desafios globais exigem esforço e trabalho conjuntos, no âmbito da Agenda 2030, em particular em relação ao Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 13 relativo à Ação Contra a Mudança Global do Clima, que tem entre suas metas promover mecanismos de planejamento e gestão eficazes para propor medidas para combater a mudança do clima e enfrentar seus impactos.

No âmbito do projeto foram realizados dois intercâmbios virtuais, nos dias 12 e 19 de agosto de 2024, e um seminário virtual que ocorreu em 16 de setembro de 2024. Os intercâmbios contaram com a participação de pesquisadores, técnicos e gestores públicos das cidades, já o seminário foi aberto ao público em geral.

A Iberoamérica enfrenta um panorama climático desafiador, com uma combinação de alto risco (que engloba perigo, exposição e vulnerabilidade), e rápidas mudanças climáticas. A região, composta por países com diferentes níveis de desenvolvimento e características geográficas variadas, experimenta um aumento nas temperaturas médias, exacerbado pela urbanização acelerada e pela falta de áreas verdes nas cidades. Esse aumento de temperatura tem gerado efeitos negativos, como a intensificação das ilhas de calor urbanas, onde as áreas urbanizadas, com alta concentração de concreto e asfalto, registram temperaturas muito mais altas do que áreas rurais ou vegetadas. Esse fenômeno tem sérias consequências, afetando a saúde pública, a qualidade do ar, e exacerbando problemas como alagamentos de vias e escorregamentos de encostas, doenças respiratórias e estresse térmico, especialmente entre as populações mais vulnerabilizadas, como idosos e moradores de áreas periféricas. Além disso, as mudanças climáticas trazem consigo secas prolongadas, inundações e tempestades, afetando a agricultura, a segurança alimentar e o acesso à água potável, o que torna a adaptação uma prioridade urgente para os países da região.

A Carta Ambiental Ibero-Americana<sup>1</sup>, elaborada pela Secretaria Geral Ibero-Americana (SEGIB) e lançada em 2023, é um marco importante no esforço coletivo da região para enfrentar as mudanças climáticas. Ela reconhece que os países da Iberoamérica são particularmente vulneráveis aos impactos climáticos, devido à sua geografia, altos níveis de desigualdade e padrões de urbanização não planejados. A Carta estabelece a necessidade de uma resposta coordenada, baseada na cooperação e no fortalecimento das capacidades locais, com ênfase em políticas públicas sustentáveis, mitigação de emissões e adaptação às mudanças. Em particular, a Carta reforça a importância de integrar a dimensão climática nas políticas públicas locais e de promover ações concretas que envolvam a proteção da biodiversidade, a adaptação das infraestruturas urbanas e a inclusão social.

Nesse cenário, a cooperação entre cidades ibero-americanas tem se mostrado essencial para fortalecer as políticas climáticas locais e a União das Cidades Capitais Ibero-Americanas (UCCI) desempenha um papel fundamental ao facilitar o intercâmbio de conhecimentos e boas práticas entre cidades da região. Um exemplo dessa colaboração é o IberAtlas, desenvolvido em parceria com o Governos Locais pela Sustentabilidade (ICLEI), que visa mapear os impactos das mudanças climáticas nas temperaturas urbanas nas cidades ibero-americanas, destacando a importância da cooperação entre cidades para compartilhar dados, boas práticas e soluções adaptativas que fortalecem as políticas públicas locais e promovem a resiliência climática.

<sup>1</sup>Disponível em [https://www.segib.org/wp-content/uploads/Carta\\_Ambiental\\_Segib\\_Digital\\_PT.pdf](https://www.segib.org/wp-content/uploads/Carta_Ambiental_Segib_Digital_PT.pdf).

Dessa forma, a cooperação com a UCCI fortalece a capacidade das cidades de responder aos desafios climáticos de forma integrada e coordenada. A troca de informações, a promoção de boas práticas e a construção de soluções adaptativas mais robustas permitem que as cidades ibero-americanas enfrentem os impactos das mudanças climáticas com maior eficácia. Além disso, a UCCI desempenha um papel importante ao apoiar as cidades na implementação de políticas públicas baseadas em ciência e dados, garantindo que as ações de mitigação e adaptação sejam sustentáveis e inclusivas, beneficiando as populações mais vulnerabilizadas, que são as mais afetadas pelas mudanças no clima.

O Atlas de Temperaturas da Cidade de São Paulo é uma ação prevista no Plano Municipal de Áreas Protegidas, Áreas Verdes e Espaços Livres (PLANPAVEL)<sup>2</sup>, que define uma política de gestão e provisão de áreas verdes e proteção do patrimônio ambiental do município de São Paulo. A formulação de uma política pública para estruturar e gerir o Sistema de Áreas Protegidas, Áreas Verdes e Espaços Livres (SAPAVEL), conforme previsto no Plano Diretor Estratégico<sup>3</sup>, não pode prescindir da identificação e monitoramento das alterações climáticas locais, com destaque para temperatura do ar e da superfície, cujas variações, além das mudanças globais do clima, são condicionadas pela morfologia urbana e presença de vegetação.

<sup>2</sup> Aprovado pela Resolução CADES 228/CADES/2022.

<sup>3</sup> Lei 16.050/2014, atualizada pela Lei 17.975/2023.

Disponer de informações robustas sobre dinâmicas termais também poderá orientar revisões futuras dos instrumentos de planejamento urbano e ordenamento territorial. Deve contribuir, ainda, com ações de educação ambiental, subsidiar a implementação de projetos urbanísticos e ambientais, orientar o licenciamento ambiental de empreendimentos e apoiar ações estruturantes para enfrentamento das ondas de calor na cidade.

Além da relevância para o avanço da ciência e para a geração de conhecimento sobre tema tão necessário no cenário da mudança do clima, a parceria firmada entre as duas instituições possibilita aprofundar a interlocução entre a academia e os gestores públicos e amplificar o debate para sociedade. O intercâmbio e a colaboração interdisciplinar podem, ademais, estimular o desenvolvimento de soluções inovadoras, contribuindo para a sustentabilidade ambiental e urbanística da cidade.

Esta publicação, produto da cooperação entre a SVMA, a UCCI e as cidades de Bogotá, Buenos Aires e Lisboa, aborda o aumento das temperaturas e o risco climático discorrendo sobre os impactos do aquecimento global, com registro das temperaturas desde meados do século XIX, a definição de risco climático, mensurada pela combinação de três aspectos: perigo, exposição e vulnerabilidade, e as consequências vivenciadas pelas cidades.

A seguir são apresentadas as experiências das cidades de Bogotá, Buenos Aires, Lisboa e São Paulo para o enfrentamento da crise climática, destacando aspectos referentes à produção, governança e gestão dos dados e informações climatológicas, ao planejamento e implementação de ações com base técnica e científica, e aos mecanismos de difusão e comunicação das informações e do engajamento da população face à emergência climática.

Por fim, são apresentadas as reflexões das cidades parceiras sobre os aprendizados obtidos na troca de experiências pelo Projeto, as recomendações que emergiram com os resultados do projeto, e os próximos passos para a continuidade da elaboração do Atlas das Temperaturas da Cidade de São Paulo, em desenvolvimento com a cooperação técnica do IAG/USP, o compartilhamento de dados e informações sobre as temperaturas, a vegetação, a morfologia urbana, as boas práticas e as estratégias de adaptação à mudança do clima e participação pública, por meio de uma plataforma digital, indicando alguns caminhos para a colaboração dos cidadãos na formulação de políticas públicas.



São Paulo. Foto: Acervo SVMA.

# 2

## AUMENTO DAS TEMPERATURAS E RISCO CLIMÁTICO

### Principais aspectos a serem abordados:

- Impactos do aquecimento global
- Conceito de risco climático
- Consequências sociais e econômicas, impactos nos ecossistemas e na saúde humana

# 2

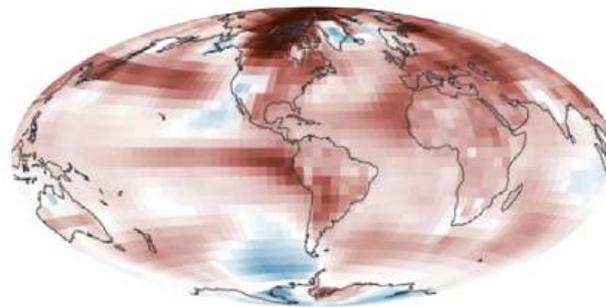
## AUMENTO DAS TEMPERATURAS E RISCO CLIMÁTICO

A mudança do clima afeta todos os lugares do mundo, sem exceção (Figura 1). O ano 2023 foi o mais quente da história (WMO, 2024), de acordo com os dados registrados desde meados do século XIX, corroborados por estudos paleoclimatológicos. Em termos globais, e também locais, esses dados são alarmantes, sendo que 2024 poderá superar o ano de 2023 (Figura 2).

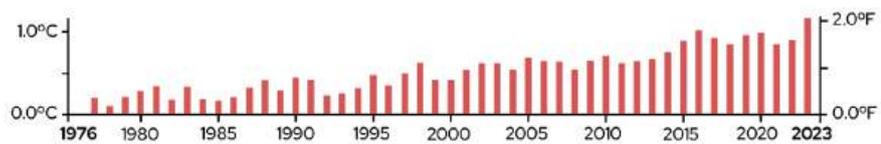
**Figura 1.**

Imagem da média global da temperatura de superfície em 2023 comparada com a média do período 1991-2020. Quanto mais escuras as cores vermelha ou azul, maior a variação com relação às médias. O gráfico de barras mostra temperaturas globais a cada ano desde 1976 em comparação com a média do período 1901-2000. 1976 foi o último ano mais frio que a média do século XX. 2023 apresenta-se como o ano mais quente.

Fonte. Adaptado de NOAA, 2024.



Diferença em relação à média de 1991-2020 (°C)  
-2,8 0 2,8

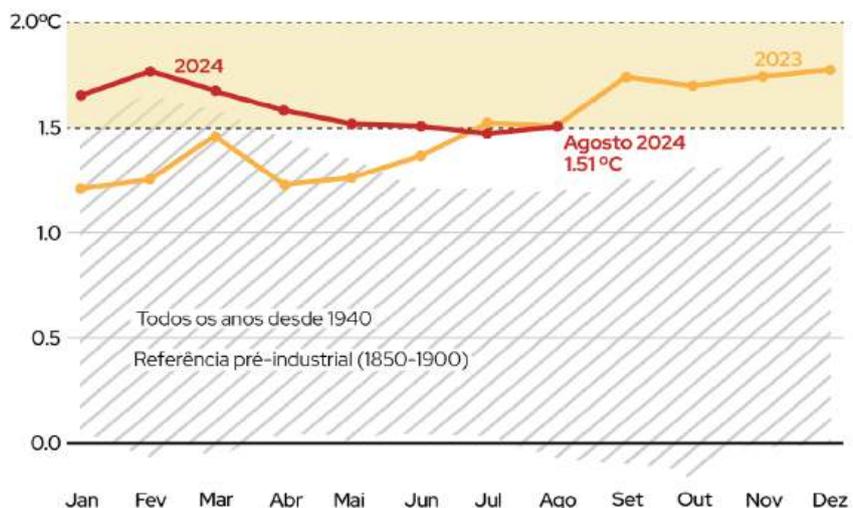


Temperatura anual em comparação com a média do século XX.

**Figura 2.**

Anomalias de temperatura do ar na superfície global.

Fonte. Adaptado de C3S/ECMWF, 2024.



Dados mensais relativos ao período de referência pré-industrial (1850-1900)

No hemisfério norte, o verão se destacou como o mais quente já registrado em 2024 (DW, 2024). No hemisfério sul, considerando o Brasil como referência, a situação apresenta agravantes regionais bastante críticos (Figura 3), com eventos extremos compostos. Um intenso bloqueio atmosférico no primeiro semestre de 2024 resultou em chuvas torrenciais no sul do país, enquanto o centro e o sudeste enfrentaram temperaturas muito altas. O Rio Grande do Sul (RS), em particular, sofreu inundações históricas, causando significativos impactos sociais e econômicos.

Desde 2007, mais da metade da população vive em áreas urbanas, de acordo com o Relatório Mundial das Cidades, publicado pelo UN-Habitat em 2022. Devido às dinâmicas estabelecidas nas áreas urbanas, é recorrente a formação de ilhas de calor, como consequência do descompasso no balanço energético gerado pelo aumento das temperaturas noturnas nos centros urbanos, os quais são, via de regra, mais adensados, em relação às zonas rurais que rodeiam as áreas urbanizadas (OKE, 1973).



**Figura 3.** Imagem esquemática das condições atmosféricas que provocaram os eventos climáticos extremos de chuva que avassalaram o sul do Brasil em 2024.

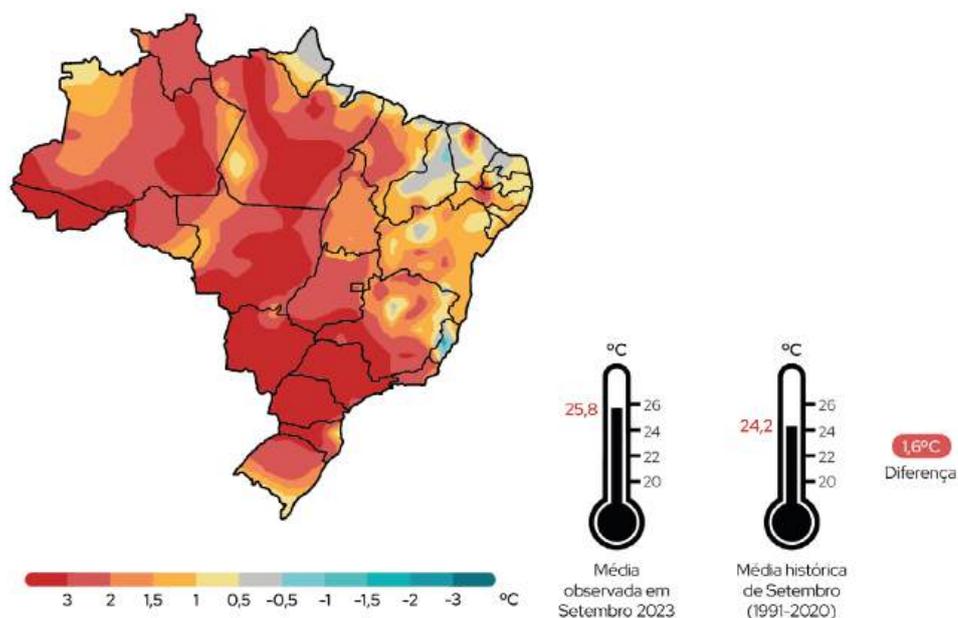
Fonte. Adaptado de CLIMATEMPO, 2024.

Quanto às ondas de calor, cabe destacar que não há definição universal a respeito do tema, já que são relativas às especificidades climáticas locais e as mesmas condições meteorológicas podem constituir uma onda de calor em um local, mas não em outro (STEFANON *et al.*, 2012). O Brasil adota a definição da WMO para ondas de calor (INMET, s/d), ou seja, elas correspondem a cinco ou mais dias consecutivos durante os quais a temperatura máxima diária ultrapassa a temperatura máxima média mensal em 5°C ou mais. Ao longo da duração das ondas de calor, não só as temperaturas diurnas atingem valores elevados, mas também as temperaturas noturnas e a umidade mudam para além da média de longo prazo (OMM, 2019).

Em 2023, o Brasil registrou nove ondas de calor (INMET, 2024), eventos que aumentaram quase quatro vezes no país desde a década de 1970, com registros de 0,69°C acima da média histórica (Figura 4). Estudos recentes apontam que cerca de 48 mil pessoas morreram por doenças associadas ao calor entre 2000 e 2018, como consequência dessa alta da temperatura (Monteiro dos Santos *et al.*, 2024). Esses dados evidenciam que a mortalidade associada ao calor é frequentemente subestimada ou subnotificada, por ser muitas vezes associada a problemas respiratórios ou cardiovasculares (Figura 4).

O aumento das temperaturas nos últimos anos, que vem sendo registrado de forma inequívoca e consistente, impacta diretamente a qualidade de vida e a saúde das populações urbanas, especialmente em um cenário de eventos climáticos extremos, cada vez mais intensos e recorrentes.

**Figura 4.**  
Temperatura em setembro de 2023 no Brasil.  
Fonte. Adaptado de INMET, 2024.



Em 2014, o IPCC formulou uma definição para “risco” (IPCC, 2014, p. 3), a qual foi aperfeiçoada (IPCC, 2021a) no sexto ciclo de avaliação do estado de nosso planeta, denominado AR6 (IPCC, 2023a). Reconhecendo a incerteza em termos de magnitude e probabilidade de ocorrência, bem como as mudanças que podem acontecer ao longo do tempo e do espaço devido a mudanças socioeconômicas e tomada de decisão humana, entende-se que o risco é a resultante de três grandes influências ou forças propulsoras:

- **Perigo:** A ocorrência potencial de um evento físico natural ou induzido pelo homem ou tendência ou impacto físico que pode causar perda de vidas, ferimentos ou outros impactos à saúde, bem como danos e perdas à propriedade, infraestrutura, meios de subsistência, prestação de serviços, ecossistemas e recursos ambientais. O termo perigo geralmente se refere a eventos físicos ou tendências relacionadas ao clima ou seus impactos físicos. Entre os perigos, destacamos: altas ou baixas temperaturas, ondas de calor ou de frio, excesso de pluviosidade, seca, ventanias, baixa umidade do ar, etc. os quais acarretam outros problemas, como inundações, destruição no patrimônio construído, escorregamentos, quedas de árvores, danos à infraestrutura, enxurradas, comprometimento dos serviços públicos, etc.
- **Exposição:** A presença de pessoas, meios de subsistência, espécies ou ecossistemas, funções ambientais, serviços e recursos, infraestrutura ou ativos econômicos, sociais ou culturais em lugares e cenários que podem ser afetados negativamente.
- **Vulnerabilidade:** A propensão ou predisposição a ser afetado adversamente. Vulnerabilidade abrange uma variedade de conceitos e elementos, incluindo sensibilidade ou suscetibilidade a danos e falta de capacidade de lidar e se adaptar.

Destaca-se destas definições que o risco tanto se refere a sistemas humanos como ecossistemas. Ele corresponde a consequências adversas relevantes, podendo atingir, por exemplo, vidas, meios de subsistência, saúde e bem-estar, ativos e investimentos econômicos, sociais e culturais, infraestrutura, serviços (incluindo serviços ecossistêmicos), bem como os próprios ecossistemas e espécies.

As respostas dadas às questões relativas à mudança do clima podem não atingir os objetivos pretendidos, ou podem trazer consequências eventualmente negativas que não tinham sido previstas. Além disso, pode-se dizer que o processo de implementação de uma ação, a forma com que essa ação foi dimensionada, como são os investimentos para implementar ou não determinadas ações ou quais tecnologias são adotadas para a implementação podem aumentar exponencialmente os riscos.

É frequente o uso da expressão “eventos climáticos extremos” para designar genericamente os perigos mais candentes e eles são assim definidos pelo IPCC (2021b, pg 2902):

Clima extremo (evento climático ou meteorológico extremo) - A ocorrência de um valor de uma variável climática ou meteorológica acima (ou abaixo) de um valor limite próximo às extremidades superior (ou inferior) do intervalo de valores observados da variável. Por definição, as características do que é chamado de clima extremo podem variar de um lugar para outro em um sentido absoluto. Quando um padrão de clima extremo persiste por algum tempo, como uma estação, ele pode ser classificado como um evento climático extremo, especialmente se ele produz uma média ou total que é em si extremo (por exemplo, alta temperatura, seca ou chuvas intensas ao longo de uma estação).

No conjunto de relatórios do ciclo AR6 (publicados entre 2021 e 2023), o IPCC destacou que a continuidade das emissões de gases de efeito estufa acarretará aumentos de temperatura global mais altos, o que acabará por aproximar cada vez mais riscos climáticos com riscos não climáticos, criando riscos compostos e em cascata que são mais complexos e difíceis de gerenciar. Por outro lado, é necessário lembrar que podem existir limites para a adaptação (IPCC, 2023b).

A produção de conhecimento e as ocorrências recentes apontam que, com um pequeno incremento de temperatura global, esses níveis de risco irão aumentar muito.

A mudança do clima impactará muito a vida urbana, seja direta- ou indiretamente, com impactos adversos na saúde humana e nos seres vivos em geral, nos meios de subsistência e na infraestrutura. Os extremos de calor afetam o transporte, abastecimento de água, saneamento, abastecimento energético, por exemplo. E os impactos negativos costumam recair sobre excluídos, ou seja, os mais pobres e socialmente marginalizados.

Nas cidades, os impactos derivados da mudança do clima trazem novas cores para velhos problemas, em movimentos que têm diferentes tempos de concretização, uns mais rápidos, outros mais devagar. O IPCC (2022b, p. 916) menciona o seguinte exemplo: uma inundação danifica o sistema de abastecimento de energia e rapidamente se espalha para outros problemas, como o comprometimento de serviços urbanos, perdas comerciais, etc. No entanto, a continuidade das inundações acaba por erodir, por exemplo, a saúde, a qualidade da infraestrutura urbana, a capacidade de produzir bens de subsistência, etc. o que acarreta redução da arrecadação de tributos, enfraquecimento das atividades econômicas, a começar da provável fuga de trabalhadores para outros lugares, em uma espiral de acontecimentos de lenta degradação da cidade.

Para cidades, o AR6 (IPCC, 2022a) acrescenta: os sistemas urbanos são essenciais para alcançar reduções profundas de emissões e promover o desenvolvimento resiliente ao clima.

Os principais elementos de adaptação e mitigação nas cidades incluem considerar os impactos e riscos das mudanças climáticas no desenho e planejamento de assentamentos e infraestrutura; planejamento do uso do solo para uma forma urbana compacta; proximidade dos locais de empregos e moradias; apoio ao transporte público e à mobilidade ativa (caminhar e andar de bicicleta); o desenho, a construção, a reforma e o uso eficientes de edifícios; reduzir e alterar o consumo de energia e materiais; suficiência<sup>4</sup>; substituição de materiais; e eletrificação em combinação com fontes de baixas emissões. As transições que as cidades precisam enfrentar oferecem benefícios para mitigação, adaptação, saúde e bem-estar humanos, serviços ecossistêmicos e redução da vulnerabilidade para comunidades de baixa renda e são promovidas por um planejamento inclusivo de longo prazo que adota uma abordagem integrada à infraestrutura física, natural e social.

A infraestrutura verde e azul<sup>5</sup> contribui para a absorção e o armazenamento de carbono e redução do uso de energia e o risco de eventos extremos, como ondas de calor, precipitações intensas e alagamentos (FERREIRA; ROCHA, 2023), secas, ao mesmo tempo em que gera benefícios para a saúde, o bem-estar e os meios de subsistência.

<sup>4</sup> Entendida como um conjunto de medidas ou práticas cotidianas que evitam a demanda por energia, materiais, terra e água, e que proporcionam o bem-estar humano para todos, respeitados os limites do planeta.

<sup>5</sup> A expressão “infraestrutura verde e azul” é usualmente utilizada para designar os recursos ecossistêmicos derivados da vegetação e da água.

<sup>6</sup> Conforme a Lista dos Patrimônios Mundiais (World Heritage List). Disponível em: <https://whc.unesco.org/en/list/>. Acesso em: 14 out. 2024.

Em anos recentes, algumas ocorrências foram exemplares. Por exemplo, a revista científica *Lancet* (*apud* MONSALVE, 2024) publicou estudo que demonstra que a comparação dos períodos 2000-2009 e 2013- 2022 mostrou que as mortes por ondas de calor na América Latina e Caribe aumentaram 140% (Monteiro dos Santos *et al.*, 2024).

Em Lisboa, estão sendo desenvolvidos estudos para avaliar o impacto da mudança do clima sobre a Torre de Belém, situada à beira do Rio Tejo, e o Mosteiro dos Jerônimos, que lhe é vizinho, mas não à beira-rio, ambos considerados Patrimônios Mundiais<sup>6</sup> pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO). A seca em Bogotá em 2024 (PUENTES, 2024), ou a grande chuva em Buenos Aires no final de 2023 (PUGA, 2023), ou as secas em série em São Paulo desde 2014 (DOMINGUES; ROCHA, 2022) até 2023 são exemplos daquilo que as cidades parceiras neste estudo já estão vivenciando. Não se trata de um futuro próximo, mas sim do presente, e que são demandas para os orçamentos públicos dessas cidades.

Do ponto de vista da saúde humana, inúmeros são os impactos já conhecidos e sistematizados. Como aponta o Ministério da Saúde do Brasil (2024, p. 6 e 13):

No caso do Brasil, já observamos a pressão no Sistema Único de Saúde<sup>7</sup> no que se refere a doenças e agravos ligados a eventos climáticos extremos, à necessidade de estabelecer linhas de cuidado com atenção integral à saúde das pessoas vulneráveis ao clima, à necessidade de fortalecer os mecanismos de vigilância, entre outras situações.

Entender o processo de adoecimento causado ou agravado pelos efeitos das mudanças climáticas ainda é um desafio para nossos profissionais de saúde, em sua maioria formados em período no qual a crise climática era um assunto distante do ensino de ciências da saúde, da prática clínica e da atuação da vigilância em muitos lugares. Em um país como o Brasil, onde os eventos climáticos extremos se tornam cada vez mais comuns e parte da vida cotidiana da sua população, é preciso qualificar o nosso corpo técnico de forma que se possa proteger, cuidar e promover a saúde das pessoas, especialmente daquelas que mais sofrem com a crise climática por sua vulnerabilidade.

... ..

De acordo com a Organização Internacional para Migrações (OIM), mais de 700 mil brasileiros precisaram se deslocar em 2022, principalmente devido a enchentes. As enchentes e as inundações ocorridas no Sul do Brasil em 2024 destacam a urgência de tal situação.

A população brasileira já sente as consequências e os impactos das mudanças climáticas. As estações de seca estão cada vez mais duradouras e intensas. De forma inédita, a seca está afetando o País de maneira generalizada em toda a extensão territorial. Na Região Norte há uma grave crise hídrica, ocasionada pela seca dos rios, o que tem deixado cidades isoladas. O fogo, que atinge frequentemente a Região Centro-Oeste, além de colocar em risco o bioma do Pantanal, espalha fumaça por toda a região.

As queimadas e os incêndios florestais, relacionados à seca e à estiagem, também são provocados pela ação humana, intensificada pelo desmatamento ilegal e pelo uso ilegal do fogo, espalhando fumaça e expondo a população a efeitos deletérios em todas as regiões do País.

Portanto, é necessária uma série de ações para enfrentar as ameaças à saúde relacionadas ao clima e, conseqüentemente, fortalecer e preparar o Sistema Único de Saúde (SUS) para esse fim.

A saúde é afetada por inúmeras circunstâncias derivadas do aquecimento global e da conseqüente mudança do clima, como aquelas causadas por altas ou baixas temperaturas, ondas de calor ou frio, tempestades, secas, excesso ou falta de umidade no ar, etc, bem como pelos fenômenos decorrentes, como inundações, escorregamentos, danos à produção de alimentos, indisponibilidade hídrica, poluição do ar, danos às infraestruturas, etc. Do ponto de vista da fisiopatologia de alterações atribuíveis, temos que os principais problemas são, em termos de áreas clínicas: cardiovasculares; respiratórias; renais; oftalmológicas; cutâneas; zoonoses e doenças de transmissão vetorial; gastrointestinais; neurológicas; adoecimento mental; saúde materno-infantil. “Por exemplo, o colapso pelo calor desencadeia não apenas sintomas cardíacos, mas também neurológicos, respiratórios e renais” (BRASIL, 2024, p. 25).

<sup>7</sup> Criado pela Constituição Federal do Brasil de 1988 (“Saúde é direito de todos e dever do Estado”), o Sistema Único de Saúde (SUS) é um dos maiores e mais complexos sistemas de saúde pública do mundo, abrangendo desde o simples atendimento para avaliação da pressão arterial, por meio da Atenção Primária, até o transplante de órgãos, garantindo acesso integral, universal e gratuito para toda a população do país. Com a sua criação, o SUS proporcionou o acesso universal ao sistema público de saúde, sem discriminação. O SUS integra e articula as ações e os serviços da União Federal, dos estados e dos municípios, englobando a atenção primária, a de média e alta complexidade, os serviços urgência e emergência, a atenção hospitalar, as ações e serviços das vigilâncias epidemiológicas, sanitária, ambiental e assistência farmacêutica. Disponível em <https://www.gov.br/saude/pt-br/sus> (Acesso em: 12 out. 2024).

Em realidade, todo o ecossistema é atingido pelas altas temperaturas, estando em curso uma diminuição expressiva de espécies (IPCC, 2022, p. 2125). A saúde animal é afetada<sup>8</sup> e pode-se supor seus agravos a partir daqueles da saúde humana acima referidos. É exemplificativo o fato de que o metabolismo dos mosquitos causadores das arboviroses é acelerado pelas altas temperaturas (BRASIL, 2024), o que favorece ainda mais a dispersão desse tipo de vetor. Além disso, com o aumento da temperatura, os mosquitos avançam sobre áreas onde antes não conseguiam viver, ampliando as regiões afetadas.

Para a vegetação, também incidem agravos, mas que não serão aqui abordados.

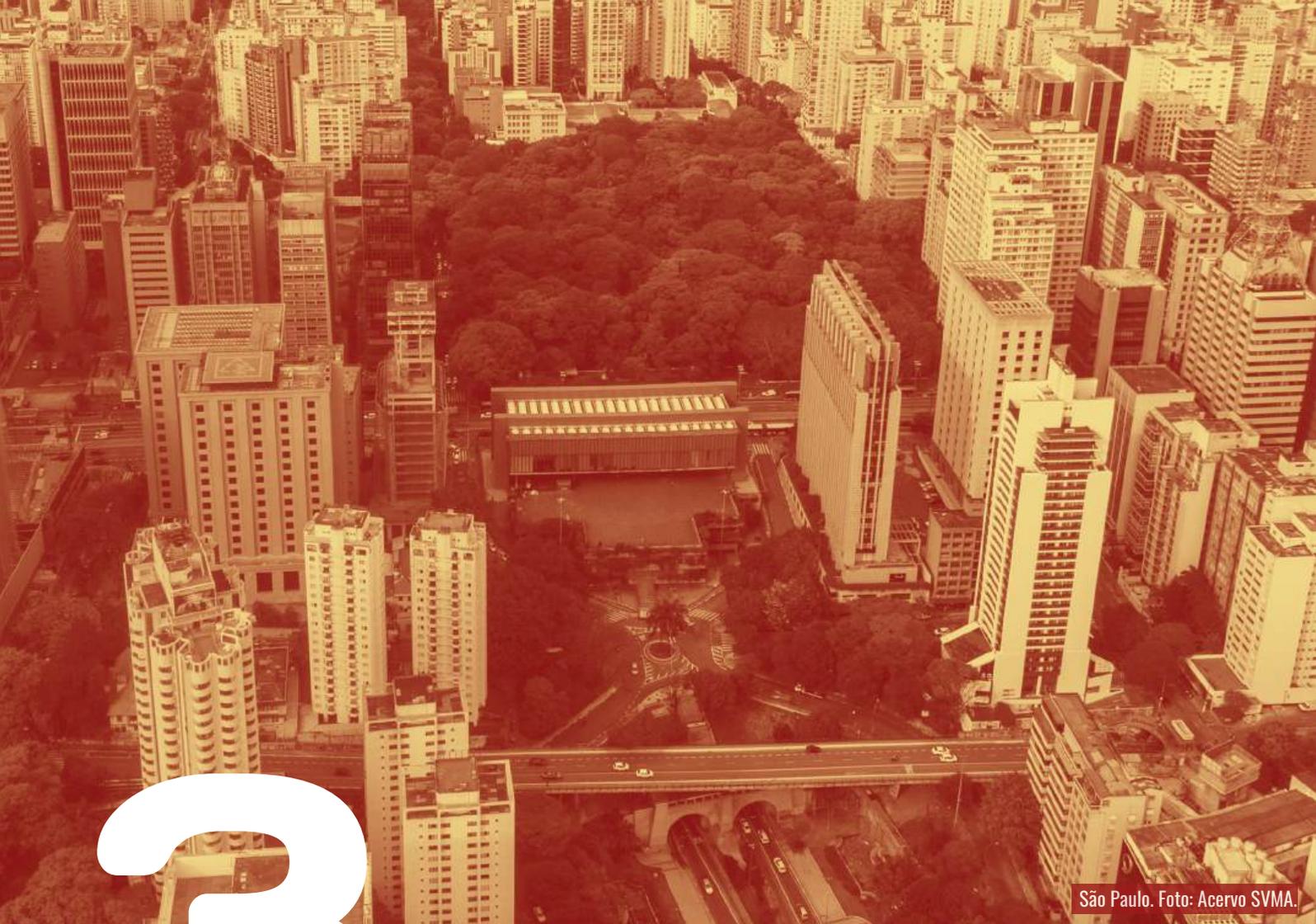
Destaca-se, entre os efeitos das altas temperaturas superficiais nas cidades, o efeito da ilha de calor, dado serem as cidades na ordem de aproximadamente 10°C mais quentes que os ambientes rurais que a circundam. E, de mesmo modo, dentro das cidades pode haver regiões que são bem mais quentes que outras.

Os materiais dos edifícios e do ambiente urbano, as formas e o arranjo do ambiente construído, etc., implicam uma variação no balanço energético local que acarreta o aumento da temperatura, seja dentro das regiões da cidade ou da cidade com a região que a circunda. A ilha de calor urbana fica amplificada durante ondas de calor, podendo aumentar profundamente os riscos derivados das altas temperaturas, a começar das atividades econômicas, com a fragilização da força de trabalho e da infraestrutura de máquinas e sistemas.

O calor na cidade e nas edificações, embora seja tratado como uma questão de adaptação aos impactos da mudança do clima, implica ainda uma expressiva questão de mitigação das emissões de gases de efeito estufa. Em períodos de calor, o uso de equipamentos elétricos para refrigeração aumenta, elevando o consumo de eletricidade e conseqüentemente de emissões de gases de efeito estufa. Além disso, os gases refrigerantes utilizados nos aparelhos de condicionamento de ar são, eles próprios, gases de efeito estufa.

Assim, questões locais como a regulamentação da forma de construção das edificações, o desenho urbano, por meio das leis de parcelamento, uso e ocupação do solo, a regulação da localização das atividades, entre outros instrumentos legais, estão relacionados com uma configuração de cidade que implica maior ou menor consumo energético (o que afetará o perfil de emissões de gases de efeito estufa), ou que proporciona mais ou menos conforto ambiental, tanto na perspectiva da adaptação aos impactos da mudança do clima global, quanto na do clima local.

<sup>8</sup> É um grande exemplo da amplitude dos impactos do calor sobre a saúde animal aquilo que aconteceu no México: bugios não suportaram o extremo calor e caíram mortos (ou quase mortos) das árvores (ver, por exemplo, notícias em <https://www.eluniversal.com.mx/estados/mueren-al-menos-10-monos-aulladores-por-calor-intenso-en-tabasco/>, ou em <https://www.ngenespanol.com/animales/mas-de-200-monos-aulladores-han-muerto-en-tabasco/>, ou em <https://cnnespanol.cnn.com/2024/05/20/monos-aulladores-caen-muertos-arboles-temperaturas-extremas-mexico-orix/>).



São Paulo. Foto: Acervo SVMA.

# 3

## INTERCÂMBIO DAS EXPERIÊNCIAS ENTRE AS CIDADES

### Principais aspectos a serem abordados:

- Dados e informações climatológicas
- Planejamento e implementação de ações com base técnica e científica
- Difusão, comunicação e engajamento face à emergência climática



Bogotá. Foto: Random Institute.

# 3.1 BOGOTÁ

# 3.1

## BOGOTÁ

### Dados

#### Territoriais

Área total: **1.776 km<sup>2</sup>**

Área urbana: **478 km<sup>2</sup>**

Área rural: **1.298 km<sup>2</sup>**

Densidade populacional: **50 hab/ha** (2018)

**71,87 hab/ha** (projeção para 2025)

#### Populacionais

Habitantes: aproximadamente **8.000.000** (2018)

aproximadamente **11.500.000** (2025)

#### Climáticos

Temperatura média anual: **15,35°C** (2019)

Temperatura máxima média anual: **18°C** (2023)

Temperatura mínima média anual: **8°C** (2023)

Precipitação média anual: **880 mm/ano** (2023)

Umidade do ar média anual: **65%** (2009-2022)

#### Ambientais

Consumo energético: **82,32 kWh/pessoa** (2019)

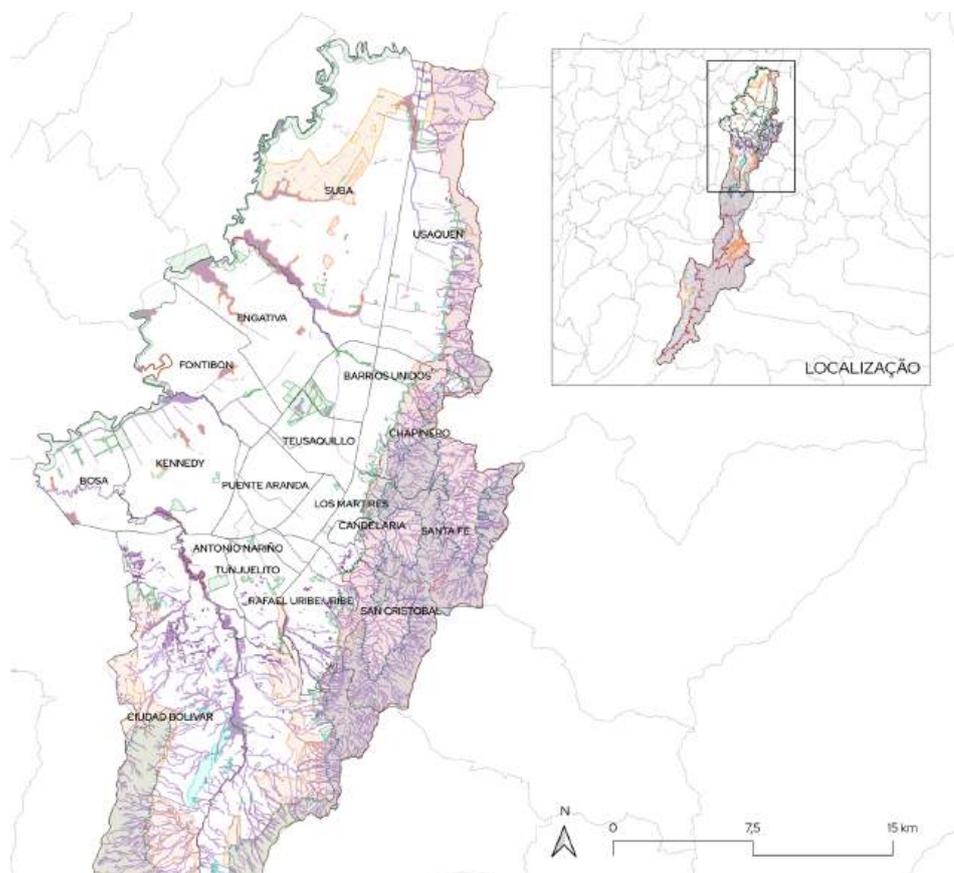
Emissão GEE: aproximadamente **11.421.724 tCO<sub>2</sub>eq** (2017)

Resíduos sólidos: **1,13 kg/pessoa/dia** (2019)



Bogotá, centro econômico e industrial da Colômbia, concentra, ao longo de sua extensão de 1.600 km<sup>2</sup>, 31,3% da produção nacional e 35% das empresas do país. Por outro lado, 76% de sua área total corresponde a áreas com valor ambiental significativo, que compõem a Estrutura Ecológica Principal apresentada na Figura 5. A alta concentração econômica exerce no território de Bogotá uma pressão adicional sobre os ecossistemas urbanos existentes, gerando problemas ambientais característicos do ambiente urbano, como a alta emissão de gases de efeito estufa – aproximadamente 11,4 toneladas de carbono por ano –, sendo essas emissões provenientes, em sua maioria, do transporte e da construção, seguidas pelos resíduos sólidos e pelo uso de energia nos setores residencial, comercial e institucional.

**Figura 5.**  
**Mapa da Estrutura Ecológica Principal e de localidades de Bogotá.**  
 Fonte. Adaptado de SDA, 2024.



**LEGENDA**

- Classificação do solo
- Área urbana
  - Área de expansão urbana
  - Área rural
  - Localidade

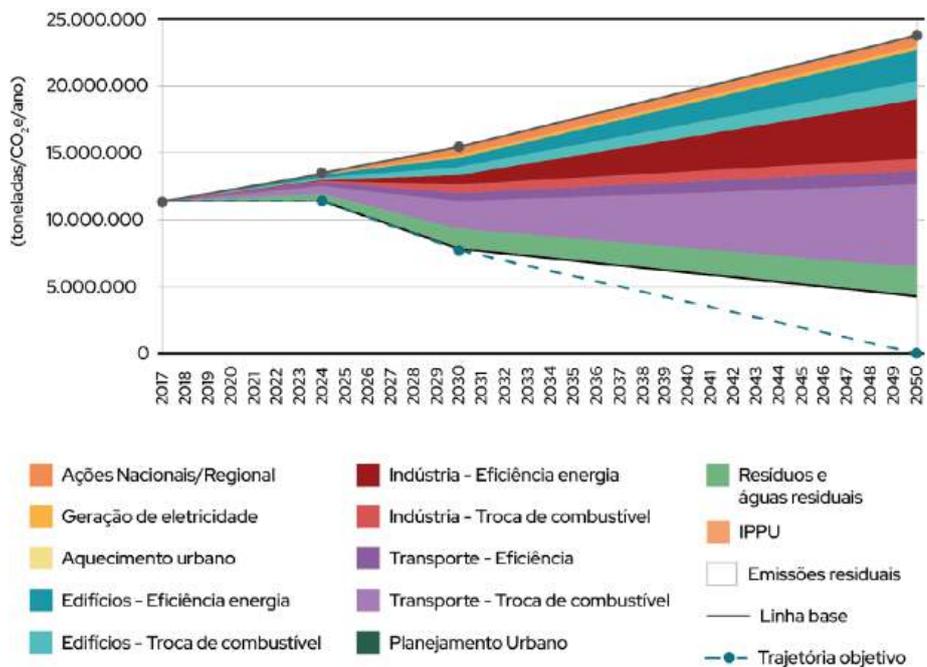
**Estrutura Ecológica Principal**

- Área de conservação in situ
- Áreas de proteção contra riscos e resiliência climática
- Áreas Nacionais Protegidas - SINAP - Privadas
- Áreas Nacionais Protegidas - SINAP - Públicas
- Páramos
- Parques Urbanos e Rurais
- Sistema Distrital de Áreas Protegidas
- Sistema Hídrico
- Subzona de Importância Ambiental do POMCA do Rio Bogotá

### 3.1.1 Dados e informações climatológicas

Levando em consideração que, de acordo com o Plano de Ação Climática Bogotá 2020-2050, publicado em 2021, a cidade aspira a se tornar carbono neutro até 2050, foram traçadas metas intermediárias de redução das emissões de GEE em 15% até 2024 e em 50% até 2030. Através da Figura 6, é possível observar os diferentes cenários de projeção de emissões, sendo que: a linha superior cinza ilustra a trajetória das emissões sem intervenções ambientais, e as diferentes cores representam ações que impactarão significativamente na redução das emissões. As intervenções mais eficazes incluem a promoção da eficiência energética no setor de transportes, por meio da eletrificação, e melhorias substanciais na gestão de resíduos.

**Figura 6.**  
Potencial de redução de emissões de GEE conforme ações mitigatórias.  
Fonte. Adaptado de SDA, 2024.



O plano citado, além de apresentar metas de mitigação, também estabelece metas de caráter adaptativo, precedidas por um processo estruturado de avaliação de riscos climáticos. Como resultado dessa avaliação, que considera a ameaça, a exposição e a vulnerabilidade climáticas, foi desenvolvido o Índice de Risco Climático (IRC), que provém da combinação da metodologia do Programa de Planejamento Climático do C40 com indicadores sociais, econômicos e ambientais (Figura 7).

**Figura 7.**  
Metodologia para  
avaliação de Índice de  
Riscos Climáticos (IRC).  
Fonte. Adaptado de SDA,  
2024.

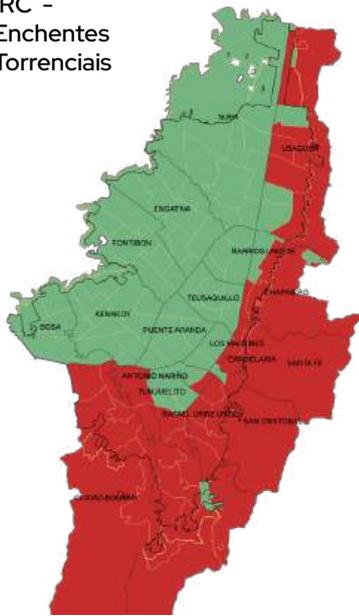


### 3.1.2 Planejamento e implementação de ações com base técnica e científica

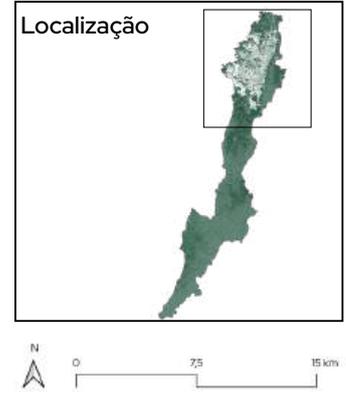
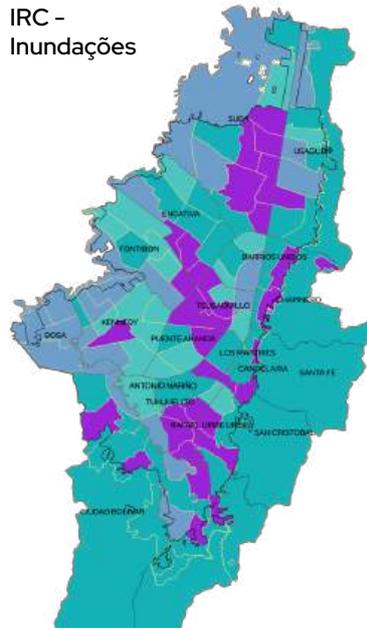
Através do IRC, foi possível classificar a gravidade e espacializar os riscos no território de Bogotá: para as inundações torrenciais, o risco é bastante evidente no sul da cidade; em relação às inundações, várias áreas mostraram risco médio, com a parte ocidental apresentando risco alto, um padrão semelhante ao dos movimentos de massa, já que compartilham causas em comum; quanto aos incêndios florestais, o risco máximo foi identificado nas áreas orientais, onde a ocorrência é mais frequente; já para as ilhas de calor urbanas, a maioria das localidades apresentou baixo risco, exceto nas áreas de maior desenvolvimento comercial e industrial.

A espacialização do IRC revela que as localidades com maior risco climático geral estão localizadas ao sul de Bogotá, sendo elas San Cristóbal, Usme e Ciudad Bolívar (Figura 8). Essas áreas possuem alta densidade populacional, ocupações informais e poucas ações de planejamento urbano, fatores que ampliam a vulnerabilidade e os desafios para a implementação de medidas de adaptação climática.

IRC -  
Enchentes  
Torrenciais



IRC -  
Inundações



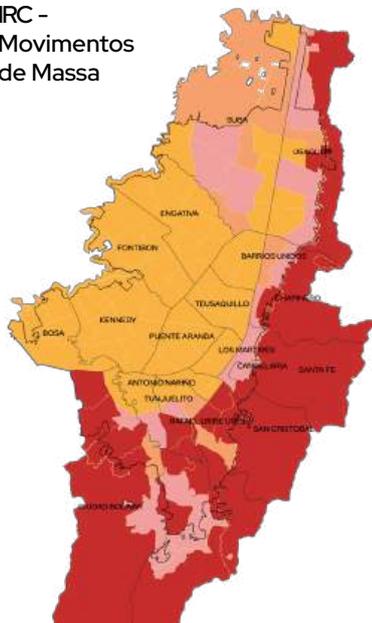
IRC - Enchentes Torrenciais

- AUSENTE
- PRESENTE

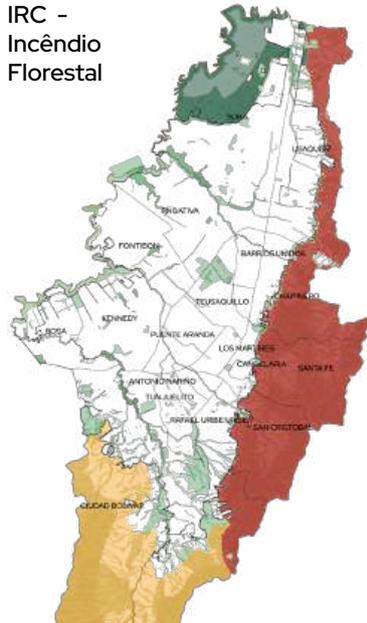
IRC - Inundações

- POUCO PROVÁVEL
- BAIXO
- MÉDIO
- ALTO

IRC -  
Movimentos  
de Massa



IRC -  
Incêndio  
Florestal



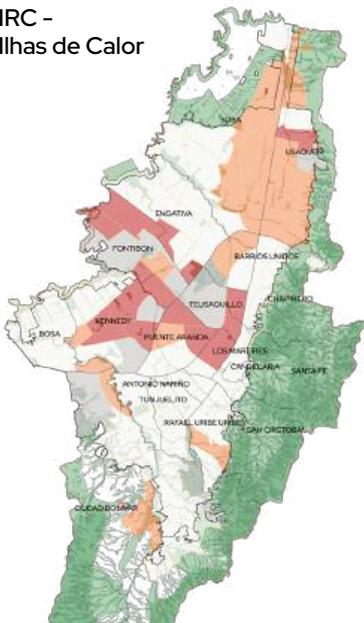
IRC - Movimentos de Massa

- POUCO PROVÁVEL
- BAIXO
- MÉDIO
- ALTO

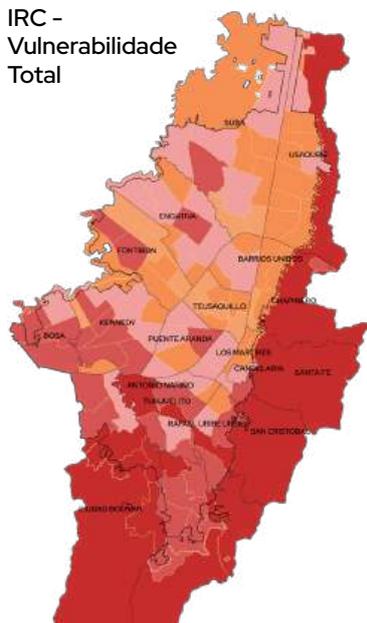
IRC - Incêndio Florestal

- MUITO BAIXO
- BAIXO
- ALTO
- MUITO ALTO

IRC -  
Ilhas de Calor



IRC -  
Vulnerabilidade  
Total



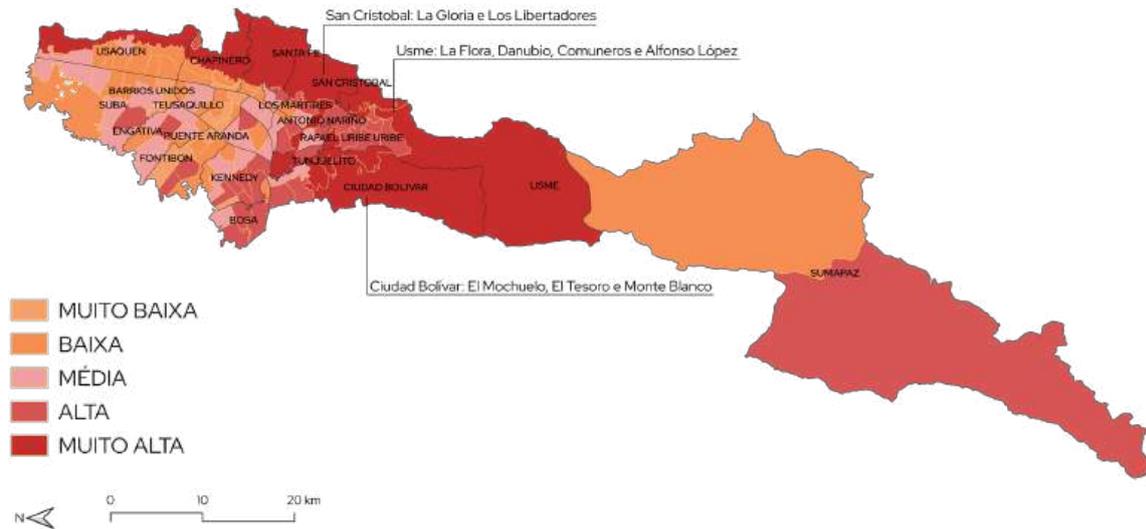
IRC - Ilhas de Calor

- MUITO BAIXO
- BAIXO
- MÉDIO
- ALTO

IRC - Vulnerabilidade Total

- MUITO BAIXA
- BAIXA
- MÉDIA
- ALTA
- MUITO ALTA

## IRC - Vulnerabilidade Total



**Figura 8.** Espacialização dos resultados do IRC por fator de risco climático.

Fonte. Adaptado de SDA, 2024.

Com base no IRC, a Prefeitura de Bogotá implementou diversas ações climáticas, que incluem: i) **declaração de emergência climática em 2020**; ii) **elaboração do Plano de Ação Climática (PAC) para 2020- 2050**, em 2021, que estabelece diretrizes para alcançar a neutralidade de carbono e desenvolver medidas de adaptação; iii) **criação de estratégias de Política Pública de Ação Climática para 2023-2050**, por meio do Conselho Distrital de Política Econômica e Social do Distrito Capital (CONPES D.C.); e iv) **promoção de soluções baseadas na natureza**, além de outras iniciativas para enfrentar as mudanças climáticas nas áreas urbanas, a partir do Plano de Desenvolvimento Distrital “Bogotá Camina Segura 2024-2027”.

Com isso, é possível sintetizar, através da Figura 9, as 15 principais medidas de adaptação para as áreas mais vulneráveis de Bogotá, com ênfase na promoção do urbanismo sustentável, na conservação e restauração da biodiversidade, na conectividade ecológica ao longo do Rio Bogotá, no apoio às áreas rurais e na mitigação do risco de incêndios florestais.



**Figura 9.** Síntese de ações climáticas adotadas em Bogotá, por localidade.

Fonte. Adaptado de SDA, 2024.

### 3.1.3 Difusão, comunicação e engajamento face à emergência climática

Nos últimos anos, Bogotá tem realizado um esforço para incorporar a Estrutura Ecológica Principal em seu planejamento urbano, como demonstra a formulação da Política de Ação Climática 2023-2050, considerando as mudanças climáticas como um determinante principal para o planejamento do território. Nesse sentido, o planejamento e o reconhecimento da vinculação de uma agenda para a mitigação e adaptação climática estão se tornando um foco para a tomada de decisões, que, por sua vez, devem ser informadas e fundamentadas na ciência para mitigar o risco para milhares de pessoas.

As ações que orientaremos para a adaptação se concentram na redução da vulnerabilidade diante de ameaças climáticas; enquanto as ações relacionadas à governança e à Gestão do Conhecimento para a ação climática contemplam os seguintes resultados: (1) **conhecimento cidadão para a ação climática**; (2) **participação cidadã na ação climática e informação para o acompanhamento**; e (3) **tomada de decisões em relação à ação climática**.

O apoio da cooperação internacional e a troca de experiências entre diferentes territórios nos permitem perceber que esses problemas não afetam um único território. Os problemas ambientais não conhecem fronteiras, e a colaboração para unir esforços e discutir soluções para os territórios é uma grande contribuição que temos obtido em encontros como seminários, nos quais abordamos essas questões sob várias perspectivas.



Buenos Aires. Foto: Mario Amé.

# 3.2 BUENOS AIRES

# 3.2

## BUENOS AIRES

### Dados

#### Territoriais

Área total: **202 km<sup>2</sup>**

Área urbana: **202 km<sup>2</sup>**

Espaços públicos e verdes: **42,95 km<sup>2</sup>**

Densidade populacional: **154,49 hab/ha**

#### Populacionais

Habitantes: **3.121.707** (2022)

**54%** mulher, **46%** homem,  
**23%** acima de 60 anos e **15%** abaixo de 15 anos

#### Climáticos

Temperatura média anual: **18°C** (período 1960–2018)

Temperatura máxima média anual: **22°C** (período 1960–2018)

Temperatura mínima média anual: **14°C** (período 1960–2018)

Precipitação média anual: **1100 mm** (período 1960–2018)

#### Ambientais

Consumo energia elétrica: **3,5 mw/hab/ano** (2019)

Emissão GEE: **11.091.190 tCO<sub>2</sub>eq** (2021)

Resíduos sólidos: **6.700 t/dia**

Consumo de água: **546 l/hab/dia** (2022)



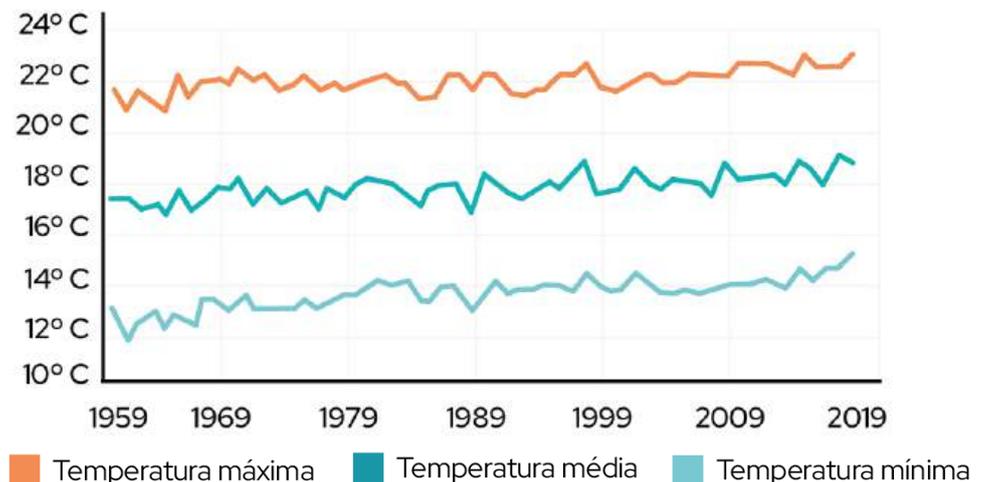
### 3.2.1 Dados e informações climatológicas

A cidade de Buenos Aires tem vivenciado o aumento das temperaturas decorrente das mudanças climáticas globais, e das interações de fenômenos climáticos regionais, como El Niño e La Niña, e de fatores locais, como o padrão de urbanização, que ao longo do tempo promoveu o aumento da densidade construtiva e a redução de áreas verdes.

A elaboração do **Plano de Ação Climática 2050 da Cidade de Buenos Aires (PCA 2050-BA)**, que alinhado à rede de cidades C40, assume o compromisso de ser uma cidade inclusiva e resiliente, neutralizando a emissões de carbono até 2050 trouxe a oportunidade de consolidar uma base sólida de informações sobre os cenários climáticos atuais e futuros em Buenos Aires, utilizando extensas séries históricas, essenciais para eficácia das análises das mudanças climáticas.

Observando-se o clima de Buenos Aires nos últimos 60 anos, mais especificamente entre 1960 e 2018, a temperatura média anual máxima e a temperatura média tiveram um incremento de 1°C, enquanto a temperatura média anual mínima teve acréscimo de até 1,7°C (Figura 10). A precipitação média anual no período 1960-2018 foi de 1.100mm, sendo a média de 8 dias ao mês com precipitação.

**Figura 10.**  
Temperatura média anual.  
Fonte. Adaptado de Plano de Ação Climática 2050 - Buenos Aires.



De acordo com os cenários futuros adotados pelo PCA 2050-BA, em um cenário intermediário de estabilização das emissões (RCP 4.5) a temperatura máxima pode aumentar em 1,2°C em 2050, e em 1,6°C em 2100 (Figura 11). Em um cenário drástico de aumento das emissões (RCP 8.5) a temperatura máxima pode aumentar 1,7°C em 2050 e 3,8°C em 2100.

**Figura 11.**

**Aumento da temperatura máxima.**

**Fonte.** Adaptado de Plano de Ação Climática 2050 - Buenos Aires.

RCP - Representative Concentration Pathways: são cenários que preveem evolução temporal das emissões e concentração de gases de efeito estufa (GEE) na atmosfera até o ano 2100. Os 4 principais são: um cenário otimista de redução de emissões (RCP 2.6); dois cenários intermediários de estabilização das emissões (RCP 4.5 e RCP 6.0); e um cenário pessimista de aumento das emissões (RCP 8.5).



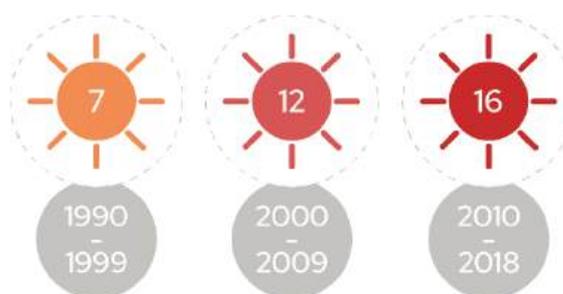
Outro agravante da condição climática em Buenos Aires é o aumento da frequência e duração das ondas de calor. Na década de 1990 houve a ocorrência de sete eventos de ondas de calor, na década seguinte, anos 2000, foram 12 eventos deste tipo, representando um aumento de mais de 50%. Na década de 2010, até 2018, ocorreram 16 eventos, mais do dobro dos eventos ocorridos na década de 1990 (Figura 12).

**Figura 12.**

**Quantidade de eventos de ondas de calor.**

**Fonte.** Adaptado de Plano de Ação Climática 2050 – Buenos Aires.

Uma onda de calor é definida como um período excessivamente quente em que as temperaturas máximas e mínimas ultrapassam, durante pelo menos 3 dias consecutivos e simultaneamente, determinados valores que dependem de cada local. No caso da Cidade de Buenos Aires, considera-se onda de calor quando a temperatura mínima ultrapassa os 22°C e a máxima ultrapassa os 32°C, durante pelo menos 3 dias consecutivos (SMN, 2024, s.p.).

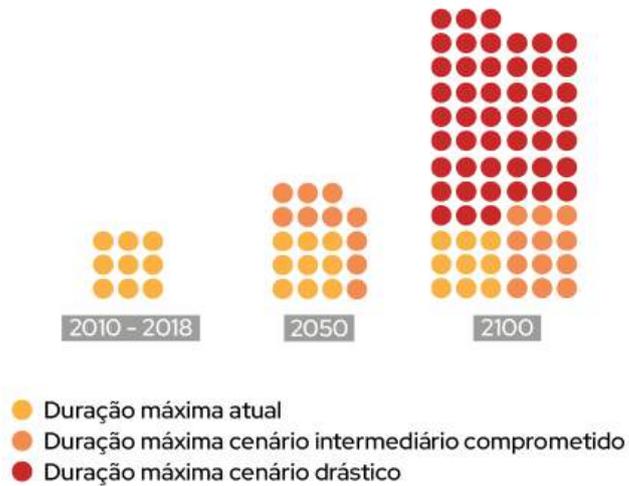


Estima-se que em um cenário intermediário de otimismo, em 2050 haverá um aumento de aproximadamente 56% na quantidade de dias de ondas de calor por evento, em 2100 o incremento será de 75%. Para um cenário drástico em 2100 o aumento será acima de 500% (Figura 13).

**Figura 13.**

Duração máxima de ondas de calor.

Fonte. Adaptado de Plano de Ação Climática 2050 – Buenos Aires.

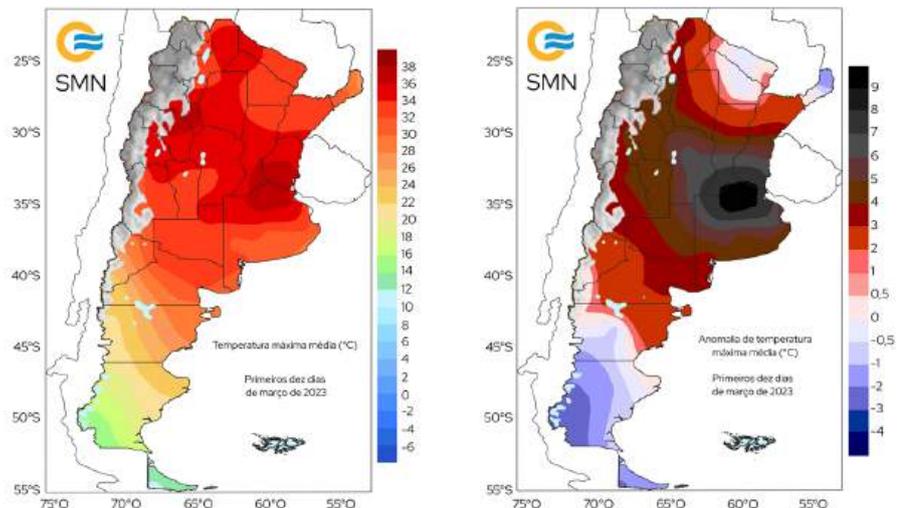


O Serviço Meteorológico Nacional (SMN), agência do governo argentino de observação e previsão do clima na Argentina, que dispõe das informações oficiais sobre as temperaturas, umidade do ar, entre outras variáveis climáticas, tem observado expressivo aumento das temperaturas nos últimos anos com maior quantidade de eventos de ondas de calor, especialmente entre os anos 2022-2023. Para o monitoramento desta nova realidade climática, a ferramenta de registro das anomalias térmicas foi adaptada com a adição de mais uma cor (preto) na escala, evidenciando a intensificação destas anomalias (Figura 14).

**Figura 14.**

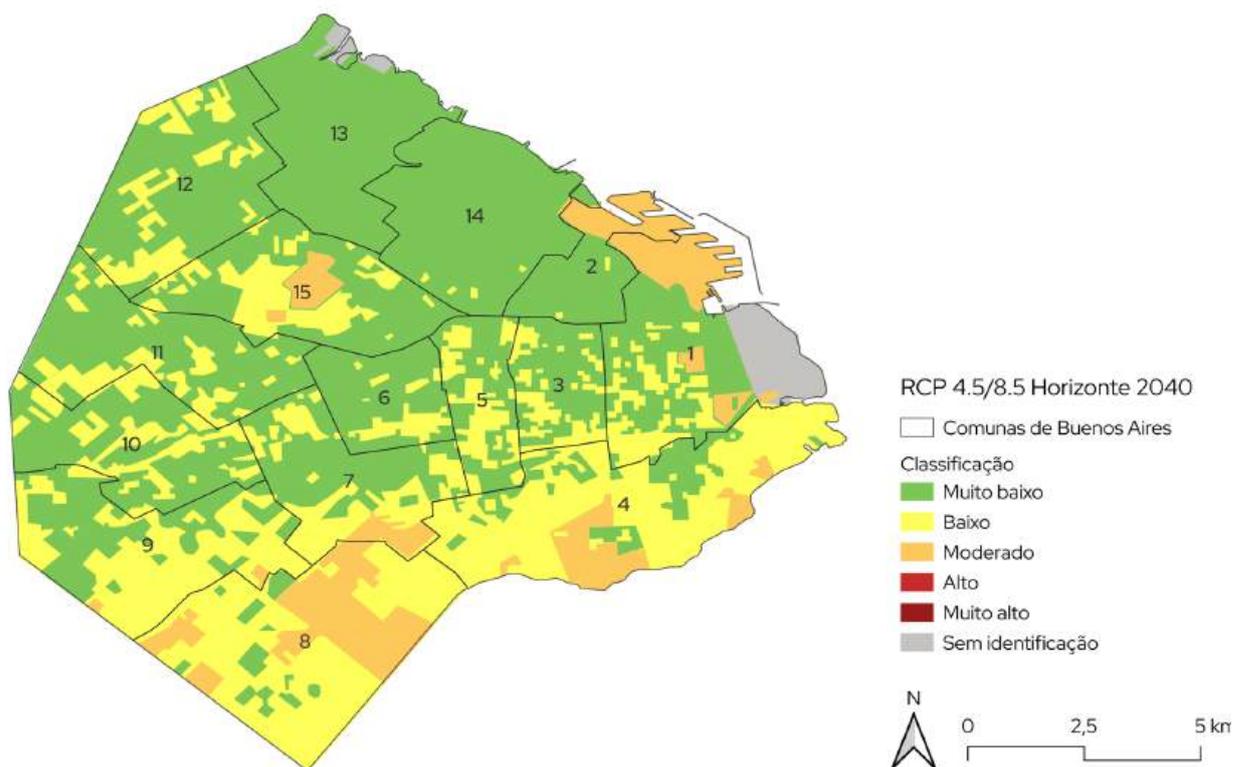
Mapa da temperatura média máxima da Argentina (esquerda) e Mapa da anomalia de temperatura (direita) para os primeiros dez dias de março/2023.

Fonte. Adaptado de Patricia Himschoot / Serviço Meteorológico Nacional da Argentina, 2024.



A cidade de Buenos Aires também dispõe de uma avaliação de riscos climáticos em relação à infraestrutura urbana e à população tendo como base relatórios globais do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), dados meteorológicos do SMN, pesquisas acadêmicas e documentos governamentais. Para avaliação foram considerados cenários moderadamente otimista e pessimista (RCP 4.5 e RCP 8.5), com diferentes prazos: curto (2021-2024), médio (2021-2040) e longo (2021-2060). Salienta-se desta avaliação o risco de ondas de calor por comunidade autônoma da Cidade de Buenos Aires para 2040 (Figura 15).

Os efeitos negativos das mudanças climáticas tendem a um crescimento acelerado nas próximas décadas, também exigindo celeridade na implementação das ações previstas no PCA 2050-BA, sobretudo as ações consideradas prioritárias para redução das emissões de carbono, diminuição da vulnerabilidade e geração de co-benefícios.



**Figura 15.** Mapa de risco de ondas de calor por comunidade autônoma da cidade de Buenos Aires.

Fonte. Adaptado de Patricia Himschoot / Gerencia Operativa de Cambio Climático.

### 3.2.2 Planejamento e implementação de ações com base técnica e científica

Os estudos sobre a variação das temperaturas, as análises sobre os riscos climáticos, assim como demais diagnósticos e prognósticos do PCA 2050-BA foram base para o planejamento e organização das ações em 4 diferentes dimensões, destacando-se as 24 ações prioritárias (Quadro 1), entre mais de 400 iniciativas conduzidas por diferentes setores, que até a elaboração deste plano não tinham o reconhecimento explícito dos respectivos benefícios para mitigação e adaptação climática.

**Quadro 1.**  
Ações prioritárias do Plano de Ação Climática 2050 – Buenos Aires.  
Fonte. Adaptado de Plano de Ação Climática 2050 – Buenos Aires.

Dimensão	Objetivos	Ações Prioritárias
Cidade Preparada	Preparar a população frente aos impactos climáticos	1. Grandes obras para menor risco 2. A natureza como solução 3. Preparados para as tempestades 4. Mais e melhores árvores 5. Mais e melhores espaços verdes
Cidade Inclusiva	Garantir a inclusão de todas as populações vulneráveis no planejamento urbano	6. Prioridade pedestre 7. Ruas de encontro 8. Mais bicicletas, menos emissões 9. Transporte público eficiente
Cidade inovadora e baixa em carbono	Focar as ações de mitigação na redução as emissões de carbono	10. Transporte público com baixas emissões 11. Logística urbana eficiente 12. Melhorando nossas casas 13. Edifícios novos e mais eficientes 14. Eficiência interna 15. Rumo à energia limpa 16. Rumo a uma economia circular 17. Mais e melhor separação na origem 18. Tratando nossos resíduos
Cidade Sustentável	Focar nas medidas relacionadas ao transporte e mobilidade sustentável	19. Integrando os bairros 20. Vizinhos mais preparados 21. Rede de saúde pública 22. Buenos Aires limpo 23. Alimentação sustentável 24. Escolas verdes

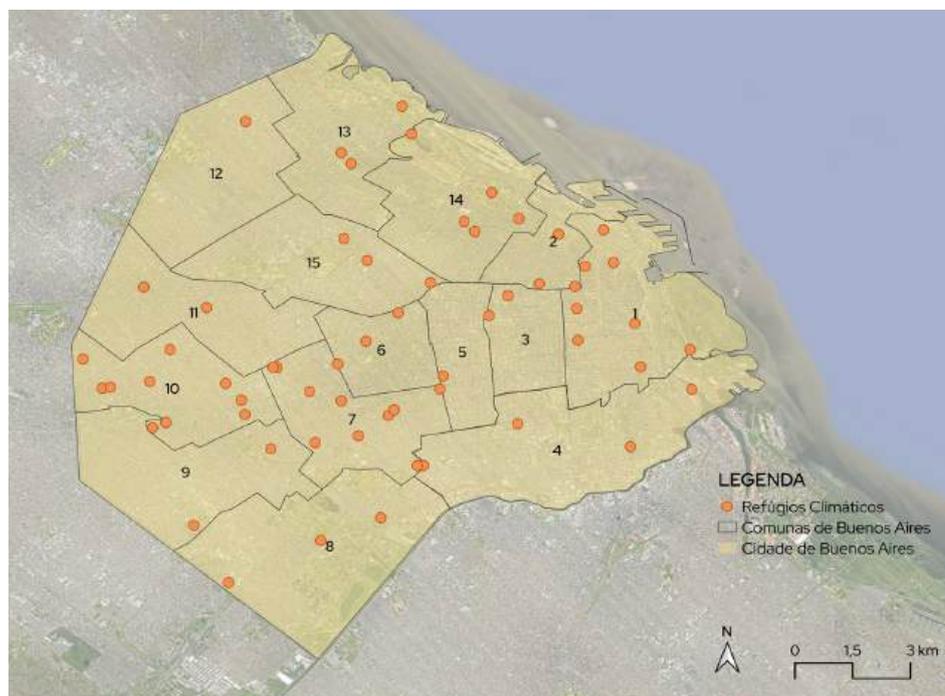
Para avaliar o desempenho das ações e a identificação das melhorias há um sistema de monitoramento e avaliação anual, com base em mais de 300 indicadores, que facilita o acompanhamento da implementação das iniciativas e ações do *PCA 2050-BA* e os respectivos impactos na redução das emissões de carbono e adaptação da cidade. Isto inclui a redução de risco para as populações mais vulneráveis, e os benefícios para a saúde e qualidade do ar.

As três principais dimensões de impacto das mudanças climáticas em Buenos Aires referem-se ao aumento das temperaturas e intensificação das ondas de calor, às variações nas precipitações fluviais e às alterações nas precipitações costeiras. Devido aos significativos impactos na saúde pública foi estabelecida uma linha de trabalho dedicada à adaptação e minimização dos efeitos do calor, que conta com planos, programas e projetos robustos, destacando-se:

**Rede de Refúgios Climáticos**, constituída por espaços vegetados ao ar livre, como parques e jardins, ou por locais fechados, que oferecem conforto térmico para as pessoas se refrescarem nos períodos de altas temperaturas, especialmente nas ondas de calor. Atualmente, esta rede conta com 62 espaços, públicos ou privados, sendo a maioria deles públicos de propriedade do governo (Figura 16).

O principal critério para inclusão de um espaço na rede de refúgios climáticos é que ele ofereça um ambiente fresco. Os espaços abertos precisam ser vegetados para a amenização das temperaturas e os fechados podem ou não ter ar-condicionado. A seleção dos espaços sem ar-condicionado é definida pelas características de resfriamento natural do local, como tetos altos e construções antigas, além da disponibilidade do local em receber as pessoas nos momentos em que necessitam de conforto térmico.

**Figura 16.**  
Mapa da rede de refúgios climáticos da Cidade Autônoma de Buenos Aires (CABA).  
Fonte. Adaptado de Gerencia Operativa de Cambio Climático.



Nos períodos de altas temperaturas os refúgios são acionados por meio de um sistema de alerta para que estejam disponíveis ao uso da população. Para facilitar o acesso, a localização dos refúgios está disponível nos sites do governo e no Google Maps. Cada refúgio tem uma descrição detalhada no mapa, com informações sobre a infraestrutura existente, como água, ar-condicionado e horários de funcionamento.

Para o aprimoramento da rede de refúgios são considerados os comentários e observações da população, de modo a embasar o desenvolvimento e implementação de protocolos de qualidade que assegure padrão necessário para oferecer refúgios eficazes e amplamente utilizados.

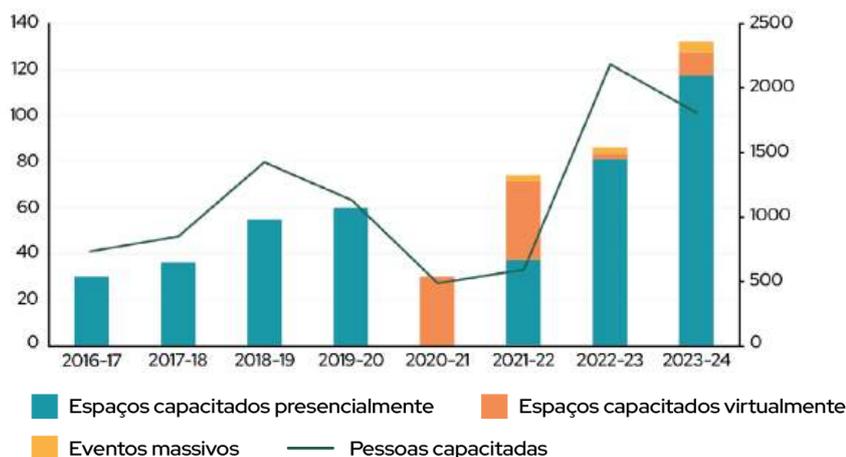
**Programa de Adaptação contra Eventos Climáticos Extremos**, criado em 2016, com foco nas populações vulneráveis, especialmente os idosos, por serem mais suscetíveis aos impactos das altas temperaturas e ondas de calor. O programa tem os propósitos de ampliar a conscientização sobre as mudanças climáticas e seus impactos, e de fornecer medidas preventivas para que os idosos possam se proteger durante episódios de calor extremo. Isto inclui orientações e estratégias de saúde para reduzir os riscos associados às temperaturas elevadas, melhorando a capacidade de resposta da população às ameaças climáticas.

As atividades do programa concentram-se durante o verão, embora tenham início em dezembro e possam se estender até abril, na persistência das altas temperaturas. O alcance do programa tem tido uma ampliação significativa, especialmente nos centros diurnos de concentração dos idosos, onde eles se reúnem para diversas atividades. Atualmente o programa está sendo expandido para atingir toda a população (Figura 17).

**Figura 17.**

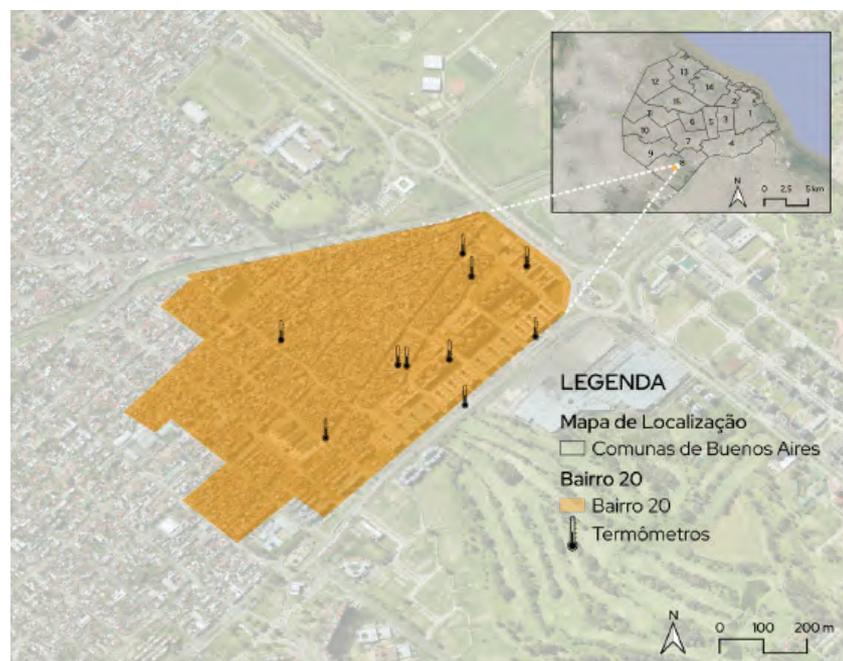
**Alcance histórico do Programa de Adaptação contra Eventos Climáticos Extremos.**

Fonte. Adaptado de Patricia Himschoot / Gerencia Operativa de Cambio, 2024.



**Projeto de Rede de Monitoramento de Temperatura e Umidade no Bairro 20**, contribui com novas séries de dados climáticos para a Cidade de Buenos Aires provenientes de 10 termômetros instalados no Bairro 20, um assentamento informal com população vulnerável, condições precárias e baixa capacidade para redução das temperaturas no local (Figura 18). Em 2016, foi realizado um censo que mostrou que 28 mil pessoas viviam em 4.581 domicílios no Bairro 20. O acesso a 55% das habitações fazia-se através de vielas estreitas, 45% das habitações estavam em condições razoáveis ou ruins, apenas 4% estavam adequadamente ligadas à rede elétrica e 35% estavam ligadas à rede de água potável (BUENOS AIRES, 2024).

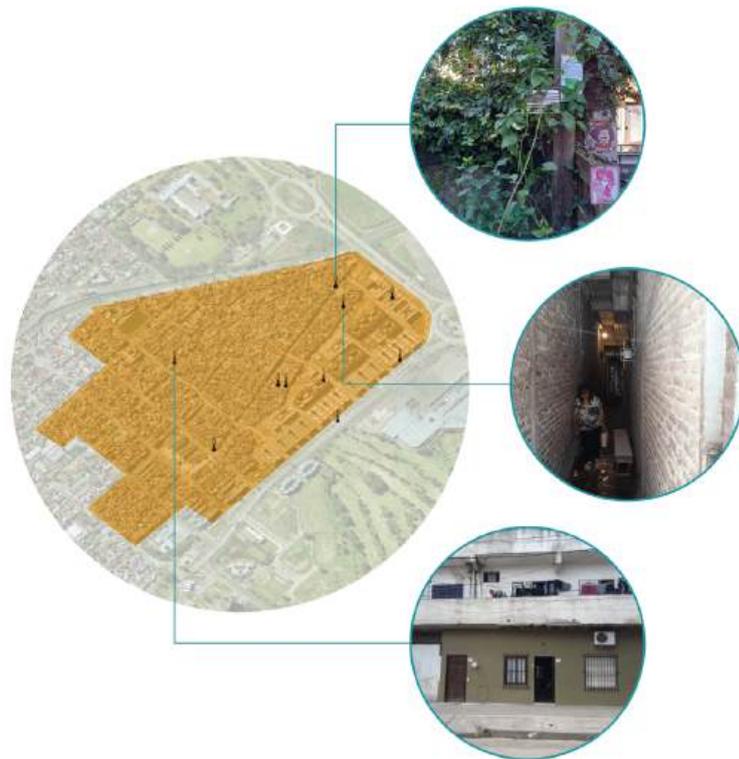
**Figura 18.**  
Localização do Bairro 20 em Buenos Aires e dos termômetros instalados no bairro (ícone preto).  
Fonte. Adaptado de Google earth / Gerencia Operativa de Cambio.



Esta rede de monitoramento tem a finalidade de avaliar o impacto da presença ou ausência de infraestrutura verde nas temperaturas locais, no propósito de orientar o desenvolvimento de projetos de futuras construções e intervenções, com maior capacidade de propiciar conforto térmico à população, entre outros co-benefícios. Neste contexto, os termômetros foram instalados em locais com diferentes características construtivas e de cobertura vegetal (Figura 19).

O Projeto conta com a colaboração da Iniciativa Climática Internacional (IKI, sigla em alemão), do Instituto de Habitação da Cidade de Buenos Aires, e com a participação de moradores, que também foram capacitados sobre as implicações das mudanças climáticas e a importância da coleta de dados.

**Figura 19.**  
Termômetros instalados em locais no Bairro 20, em locais com diferentes características. Localização do Bairro 20 em Buenos Aires e dos termômetros instalados no bairro (ícone preto).  
Fonte. Adaptado de Patricia Himschoot, 2024.



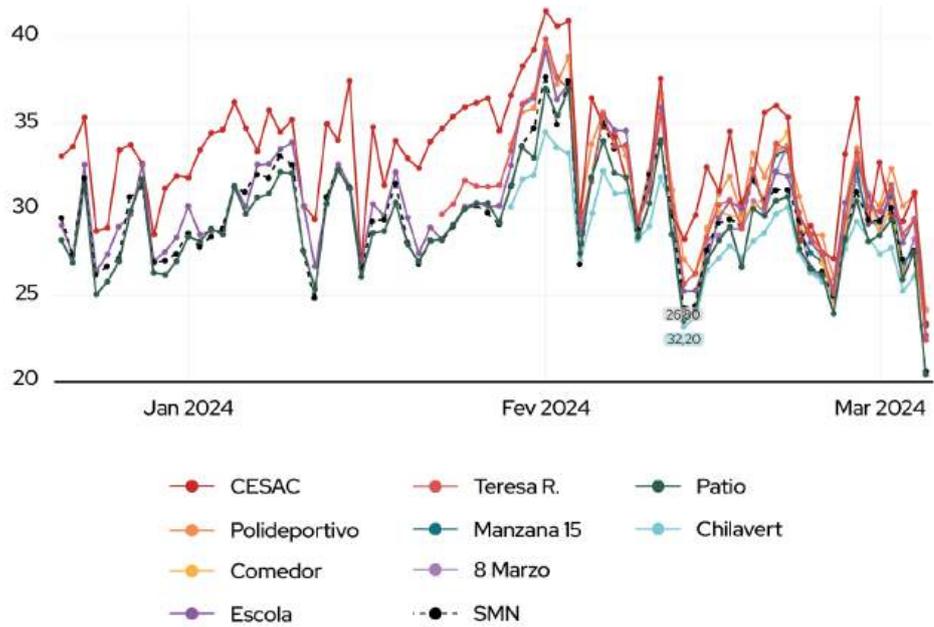
Os dados coletados são registrados a cada hora, permitindo uma análise detalhada das temperaturas em diferentes contextos. Os primeiros resultados indicam variações significativas nas temperaturas, especialmente durante as ondas de calor (Figura 20). Em locais como o CeSAC 18, um centro de saúde que recebe luz solar direta, as temperaturas podem atingir 41°C, enquanto no “Pátio Mágico”, bar com boa cobertura vegetal, os registros ficam entre 33°C e 36°C.

Esses resultados evidenciam a eficácia da infraestrutura verde em reduzir as temperaturas. Com base nas informações obtidas, a equipe utilizou o Índice de Calor Ampliado disponibilizado pelo Instituto de Saúde Global de Barcelona, que considera umidade e temperatura. (Figura 21). Das análises preliminares infere-se que o CESAC 18 apresenta altos níveis de perigosidade em termos de calor, sendo o risco consideravelmente menor no “Pátio Mágico” (Figura 22). Adicionalmente, a equipe identificou que o índice utilizado tende a superestimar o efeito da umidade, o que requer esforços para ajustá-lo às peculiaridades de Buenos Aires, especialmente nas áreas vulneráveis.

**Figura 20.**

Resultados das temperaturas registradas pelos termômetros instalados no Bairro 20.

Fonte. Adaptado de Patricia Himschoot / Gerencia Operativa de Cambio, 2024.



**Figura 21.**

Modelo de Barcelona de Índice de Calor (ISGlobal de Barcelona), em 5 níveis de precaução.

Fonte. Adaptado de ISGlobal de Barcelona, 2024.

Advertência	Índice de calor	Impacto na saúde
<b>Seguro</b>	< 26	Não se esperam efeitos adversos devido ao calor.
<b>Precaução</b>	27 - 32	Fadiga possível com exposição prolongada e/ou atividade física.
<b>Precaução extrema</b>	33 - 40	Possível golpe de calor, câibras ou exaustão por calor com exposição prolongada e/ou atividade física.
<b>Perigo</b>	41 - 51	Câibras ou exaustão por calor prováveis e golpe de calor possível com exposição prolongada e/ou atividade física.
<b>Perigo extremo</b>	52 - 92	Golpe de calor altamente provável.
<b>Além do limiar humano</b>	> 93	Valores além da resistência humana ao calor.

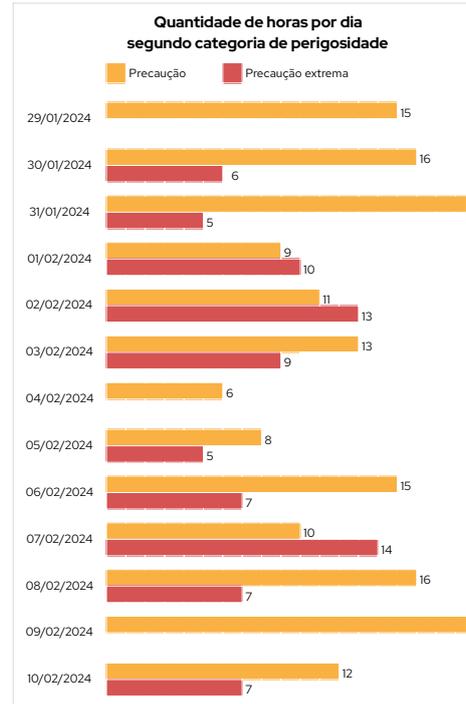
		Umidade relativa (%)												
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
Temperatura (C°)	23	22	22	22	23	23	23	23	24	24	24	24	24	25
	24	23	23	24	24	24	24	24	25	25	25	25	25	26
	25	24	25	25	25	25	25	26	26	26	27	27	27	28
	26	25	26	26	26	26	27	27	27	28	28	29	29	30
	27	27	27	27	27	28	28	28	29	29	30	30	31	32
	28	28	28	28	29	29	30	30	31	32	32	33	34	36
	29	29	29	30	30	31	31	32	33	34	35	36	39	48
	30	30	31	31	32	32	33	34	35	36	38	43	53	60
	31	31	32	33	33	34	35	36	38	39	47	57	61	63
	32	33	33	34	35	36	38	39	41	50	59	62	64	67
	33	34	35	36	37	39	40	42	53	60	63	65	68	71
	34	36	37	38	40	41	43	54	61	63	66	69	72	74
	35	37	39	40	42	44	55	61	64	67	70	73	76	78
	36	39	41	43	45	55	61	64	67	70	73	77	80	83
	37	41	43	45	54	61	64	68	71	74	77	80	84	87
	38	43	46	51	61	64	68	71	74	78	81	85	88	91
	39	46	49	60	64	67	71	75	78	82	85	89	92	95
	40	48	59	63	67	71	74	78	82	86	89	93	96	100
	41	54	62	66	70	74	78	82	86	90	93	97	101	105
	42	60	65	69	73	78	82	86	90	94	98	102	105	109
	43	63	68	72	77	81	85	90	94	98	102	106	110	114
	44	66	71	76	80	85	89	94	98	102	107	111	115	119
	45	69	74	79	84	89	93	98	102	107	111	116	120	124
46	72	77	82	87	92	97	102	107	111	116	120	125	129	
47	75	81	86	91	96	101	107	111	116	121	125	130	134	
48	78	84	90	95	100	105	111	116	121	126	130	135	140	
49	82	87	93	99	104	110	115	120	125	131	135	140	145	
50	85	91	97	103	109	114	120	125	130	136	141	146	151	
51	88	95	101	107	113	119	124	130	135	141	146	151	156	
52	92	98	105	111	117	123	129	135	140	146	151	157	162	

### Índice de Conforto - Patio Mágico

Quantidade de dias selecionados	Quantidade de dias com precaução	Quantidade de dias com precaução extrema	Quantidade de dias com perigo
13	13	12	2

Hora	29/01/2024	30/01/2024	31/01/2024	01/02/2024	02/02/2024
00:00:00	Seguro	Precaução	Precaução	Precaução	Precaução extrema
01:00:00	Seguro	Precaução	Precaução	Precaução	Precaução
02:00:00	Seguro	Seguro	Precaução	Precaução	Precaução
03:00:00	Seguro	Seguro	Precaução	Precaução	Precaução
04:00:00	Seguro	Seguro	Precaução	Precaução	Precaução
05:00:00	Seguro	Seguro	Precaução	Precaução	Precaução
06:00:00	Seguro	Seguro	Precaução	Precaução	Precaução
07:00:00	Seguro	Seguro	Seguro	Precaução	Precaução
08:00:00	Seguro	Seguro	Precaução	Precaução	Precaução
09:00:00	Seguro	Precaução	Precaução	Precaução	Precaução
10:00:00	Seguro	Precaução	Precaução	Precaução	Precaução
11:00:00	Precaução	Precaução	Precaução	Precaução extrema	Precaução
12:00:00	Precaução	Precaução	Precaução extrema	Precaução extrema	Precaução extrema
13:00:00	Precaução	Precaução extrema	Precaução extrema	Precaução extrema	Precaução extrema
14:00:00	Precaução	Precaução extrema	Precaução	Perigo	Precaução extrema
15:00:00	Precaução	Precaução extrema	Precaução	Perigo	Precaução extrema
16:00:00	Precaução	Precaução extrema	Precaução extrema	Precaução extrema	Precaução extrema
17:00:00	Precaução	Precaução extrema	Precaução extrema	Precaução extrema	Precaução extrema
18:00:00	Precaução extrema	Precaução	Precaução	Precaução extrema	Precaução extrema
19:00:00	Precaução	Precaução	Precaução	Precaução extrema	Precaução extrema
20:00:00	Precaução	Precaução	Precaução	Precaução extrema	Precaução extrema
21:00:00	Precaução	Precaução	Precaução	Precaução extrema	Precaução extrema
22:00:00	Precaução	Precaução	Precaução	Precaução extrema	Precaução
23:00:00	Precaução	Precaução	Precaução	Precaução extrema	Precaução

### Índice de Conforto - Patio Mágico Dias de perigo: 2



### Índice de Conforto - Cesac 18

Quantidade de dias selecionados	Quantidade de dias com precaução	Quantidade de dias com precaução extrema	Quantidade de dias com perigo
13	13	7	6

Hora	29/01/2024	30/01/2024	31/01/2024	01/02/2024	02/02/2024
00:00:00	Seguro	Precaução	Precaução	Precaução	Precaução extrema
01:00:00	Seguro	Precaução	Precaução	Precaução	Precaução
02:00:00	Seguro	Precaução	Precaução	Precaução	Precaução
03:00:00	Seguro	Precaução	Precaução	Precaução	Precaução
04:00:00	Seguro	Precaução	Precaução	Precaução	Precaução
05:00:00	Seguro	Precaução	Precaução	Precaução	Precaução
06:00:00	Seguro	Precaução	Precaução	Precaução	Precaução
07:00:00	Seguro	Precaução	Precaução	Precaução	Precaução
08:00:00	Seguro	Precaução	Precaução	Precaução	Precaução
09:00:00	Seguro	Precaução	Precaução	Precaução	Precaução
10:00:00	Precaução	Precaução	Precaução	Precaução	Precaução
11:00:00	Precaução	Precaução	Precaução	Precaução extrema	Precaução
12:00:00	Precaução	Precaução	Precaução extrema	Precaução extrema	Precaução extrema
13:00:00	Precaução	Precaução	Precaução extrema	Precaução extrema	Precaução extrema
14:00:00	Precaução	Precaução extrema	Precaução	Perigo	Precaução extrema
15:00:00	Precaução	Precaução extrema	Precaução extrema	Perigo	Precaução extrema
16:00:00	Precaução	Precaução extrema	Precaução extrema	Perigo	Perigo
17:00:00	Precaução extrema	Perigo	Perigo	Perigo	Perigo
18:00:00	Perigo	Perigo	Perigo	Perigo	Perigo
19:00:00	Precaução extrema	Perigo	Perigo	Perigo	Perigo
20:00:00	Precaução	Precaução	Precaução extrema	Precaução extrema	Precaução extrema
21:00:00	Precaução	Precaução	Precaução extrema	Precaução extrema	Precaução extrema
22:00:00	Precaução	Precaução	Precaução extrema	Precaução extrema	Precaução
23:00:00	Precaução	Precaução	Precaução extrema	Precaução extrema	Precaução

### Índice de Conforto - Cesac 18 Dias de perigo: 6

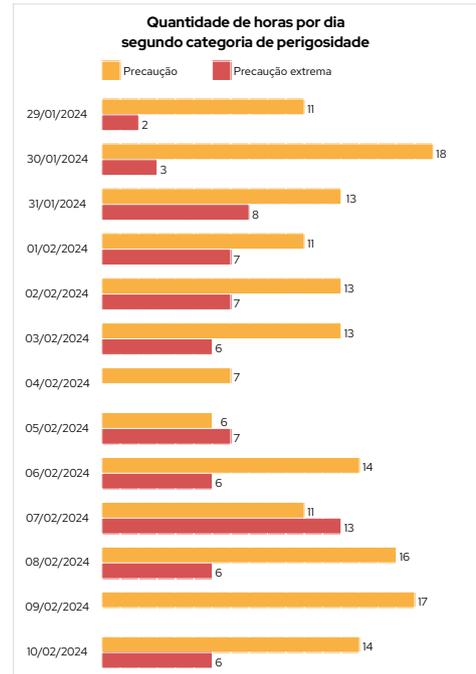


Figura 22. Comparação dos Índices de Conforto Térmico do Cesac 18 e do “Pátio Mágico”.

Fonte. Adaptado de Patricia Himschoot / Gerencia Operativa de Cambio, 2024.

### 3.2.3 Difusão, comunicação e engajamento face à emergência climática

A promoção da comunicação e o fortalecimento do compromisso entre gestores públicos, universidades, empresas privadas, e a população em geral são cruciais para enfrentar a crise climática de forma eficaz. Hoje em dia há necessidade de conscientização permanente quanto aos impactos e estratégias para lidar com a crise climática de forma participativa.

A cidade de Buenos Aires dispõe de alguns canais de participação relevantes, como o **Fórum de Luta contra as Mudanças Climáticas**, que reúne os Poderes Executivo e Legislativo, o Conselho Consultivo Externo e representantes da população, para discutir e colaborar em estratégias para enfrentar as mudanças climáticas. Anualmente são abordados temas específicos, e em um destes fóruns foram apresentados os resultados da avaliação da população sobre a rede de refúgios climáticos indicando a valorização da existência destes espaços e a necessidade de: i) **expandir a quantidade de bebedouros ou postos de hidratação**, ii) **priorizar a instalação de refúgios em áreas de alta transitabilidade** e, iii) **implantar novos refúgios**.

Também foi criado um **Conselho Consultivo Externo** composto por especialistas da sociedade civil da academia, com o objetivo de fornecer orientações estratégicas para as ações de mitigação e adaptação. Diversos programas em andamento foram desenvolvidos com base nas sugestões deste Conselho.

O **Conselho Consultivo de Empresas e Mudanças Climáticas**, criado em 2022, tem a missão de integrar o setor empresarial nas discussões sobre mudanças climáticas e promover um diálogo contínuo com o governo da cidade. As ações prioritárias do Conselho referem-se a medidas adaptativas, destacando a melhoria dos refúgios climáticos. Atualmente está em desenvolvimento um protocolo para trabalhadores expostos a altas temperaturas.

No início de 2024 e no âmbito da Lei 6598/2022 foi criado o **Gabinete de Mudanças Climáticas da Cidade** para coordenar a atualização do próximo Plano de Ação Climática (PAC), com a colaboração de técnicos e decisores políticos, por meio de um trabalho organizado em Mesas Técnicas que abordam diversos temas, como resíduos, transporte, energia, natureza urbana, gestão de riscos, saúde, comunicação e mudanças de hábitos. Cada Mesa Técnica revisa e integra as ações em andamento, discutindo e priorizando os temas mais relevantes, que são apresentados aos pontos focais, como chefes de gabinete, secretários e subsecretários, para avaliação e priorização. Finalizadas estas etapas de trabalho, as ações priorizadas são incluídas na agenda governamental.



Lisboa. Foto: Aayush Gupta.

# 3.3

# LISBOA

# 3.2

## LISBOA

### Dados

#### Territoriais

Área total: **100 km<sup>2</sup>**

Área urbana: **85 km<sup>2</sup>**

Cobertura vegetal: **29 km<sup>2</sup>**

Densidade populacional: **110 hab/km<sup>2</sup>**

#### Populacionais

Habitantes: **550 mil** residentes

**24%** tem mais de 65 anos,

**17%** apresenta uma ou mais incapacidades/deficiências

#### Climáticos

Temperatura média anual: **17,4°C**

Temperatura máxima média anual: **21,4°C**

Temperatura mínima média anual: **13,5°C**

Precipitação média anual: **765,8 mm**

#### Ambientais

Emissão GEE: **1.890 ktCO<sub>2</sub>e** (2022)

Consumo de água: **53.185 10<sup>3</sup>m<sup>3</sup>** (2002)

Resíduos sólidos: **315.875 t/ano**, sendo **576 kg/hab.ano** (2022)

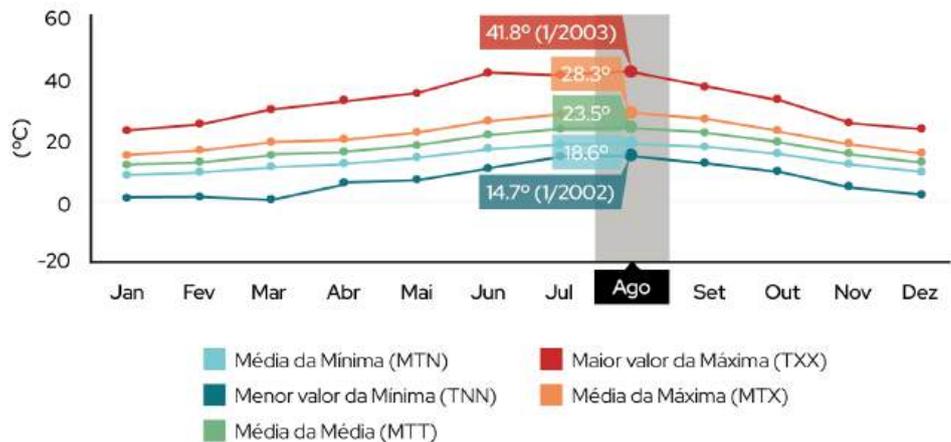


### 3.3.1 Dados e informações climatológicas

O clima da cidade de Lisboa está ilustrado pela Figura 23 a seguir. Em Portugal, uma onda de calor é definida como seis dias consecutivos com temperatura 5 °C acima da média. Desde 2000, os principais eventos de ondas de calor em Lisboa têm mostrado um aumento significativo no número de dias afetados.

**Figura 23.** Gráfico indicando variações de temperaturas máxima, média e mínima ao longo do ano em Lisboa.

Fonte. Adaptado de Normal Climatológica 1981-2010, Lisboa/Geofísico, IPMA.



Além do calor, a cidade enfrenta eventos climáticos extremos, como chuvas torrenciais e ventos fortes, que se tornaram mais frequentes e intensos. A Figura 24 evidencia este desequilíbrio, dado pelo aumento crescente no número de eventos ao longo do tempo, que refletem a gravidade da situação atual.



**Figura 24.** Linha do tempo caracterizando eventos climáticos extremos em Lisboa desde 1941.

Fonte. Adaptado de TELHADO e BALTAZAR, 2024.

Em Lisboa, as projeções climáticas revelam as seguintes tendências para quatro cenários de estudo (Figura 25):

- aumento da temperatura;
- diminuição da precipitação média;
- elevação do nível do mar;
- intensificação de fenômenos extremos, como chuvas torrenciais.

**Figura 25.**  
Projeções climáticas de Lisboa.

Fonte. Adaptado de TELHADO e BALTAZAR, 2024.



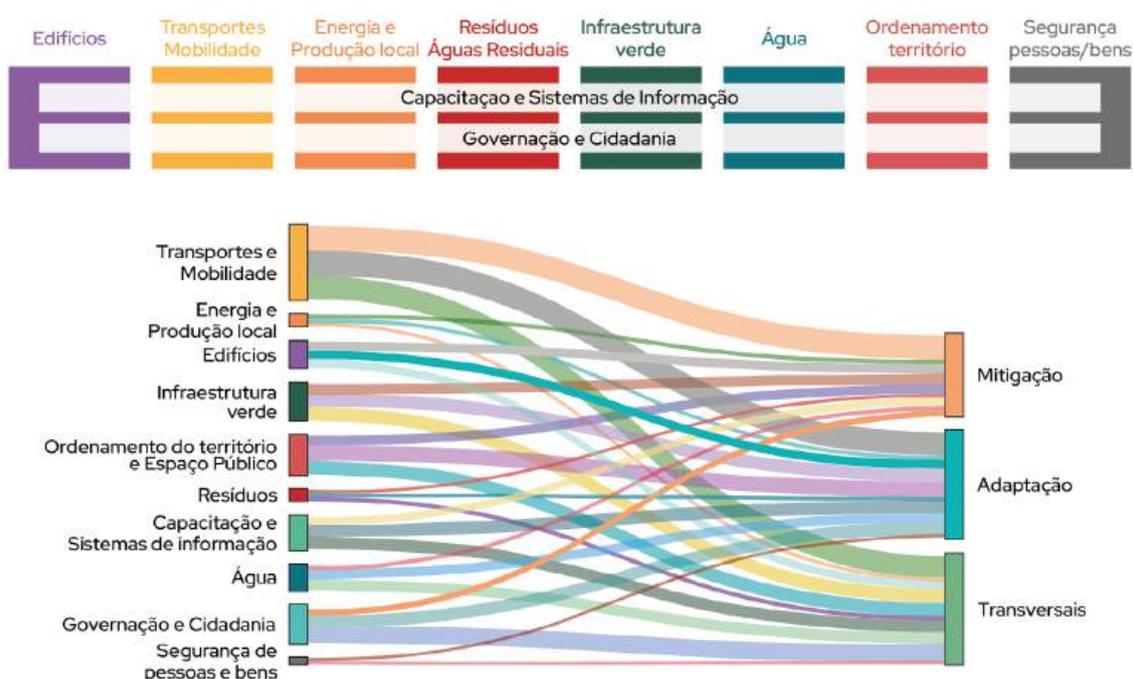
Projeções climáticas (2 modelos regionais)	Cenário Base 1976 - 2005*	RCP4.5 2041/2070	RCP4.5 2071/2100	RCP8.5 2041/2070	RCP8.5 2071/2100
Temperatura média anual (°C)	+14.0   +15.1	+1.2   +1.8	+1.2   +2.4	+1.6   +2.4	+3.1   +4.0
Nº médio de dias muito quentes / ano	+2.0   +8.5	+3.6   +10.7	+2.8   +12.4	+4.5   +9.4	+12.1   +24.4
Nº total de ondas de calor	+19   +28	+55   +70	+36   +63	+79   +82	+87   +93
Duração média ondas de calor (dias)	+7.5   +8	-0.7   +0.2	-1.5   -0.4	0.2   0.3	0.9   1.8
Nº médio dias verão / ano	+63   +92	+25   +35	+23   +44	+34   +43	+62   +69
Nº médio de noites tropicais / ano	+0.8   +3.5	+3.1   +11.1	+4.6   +8.3	+2.7   +21.5	+17.9   +61.7
Precipitação (mm) (%)	708 (716.6)	-147 (-20.8/-7.2)	-185 (-37.6/-7.6)	-266 (-26.1/-3.8)	-361 (-51/-10.7)
Precipitação (dias)	102	-16	-19	-22	-35
Vento (km/h) (%)	20	+2.1 -0.13/0.42	+2.6 -0.05/0.5	+2.8 -0.1/0.5	+4.5 -0.008/0.9
Nível médio da água do mar (cm)	208 +10 (+3/+14)	+29 (+14/+31)	+56 (+31/+53)	+36 (+21/+53)	+78 (+53/+99)

Desde 2008, diversas plataformas e compromissos têm sido desenvolvidos para enfrentar desafios climáticos, visando ações antes, durante e após eventos anômalos. Em 2021, foi promulgada uma nova lei de bases do clima (PORTUGAL, 2021), que reforça a relevância da estratégia ambiental para Portugal e para Lisboa. Do ponto de vista da Comunidade Europeia, destaca-se que Lisboa, Porto e Guimarães figuram entre as 100 cidades selecionadas para projetos de adaptação climática.

Em 2024, a cidade estabeleceu o “**Contrato Climático da Cidade de Lisboa 2030**” (LISBOA, 2024), resultante de um enquadramento estratégico que alinha internamente diferentes planos e, externamente, se articula com a estratégia europeia de neutralidade climática (EU Mission: Climate- Neutral and Smart Cities 2050), destacando a urgência de manter Lisboa como uma cidade de liderança a nível global no campo da resiliência aos impactos das mudanças climáticas.

Esse projeto foi idealizado como instrumento estratégico que visa antecipar o prazo original de 2050 para 2030 na redução das emissões de gases de efeito estufa em 80%. A antecipação exige um reforço nas ações, uma revisão das prioridades orçamentárias e a participação ativa de todos os setores da sociedade.

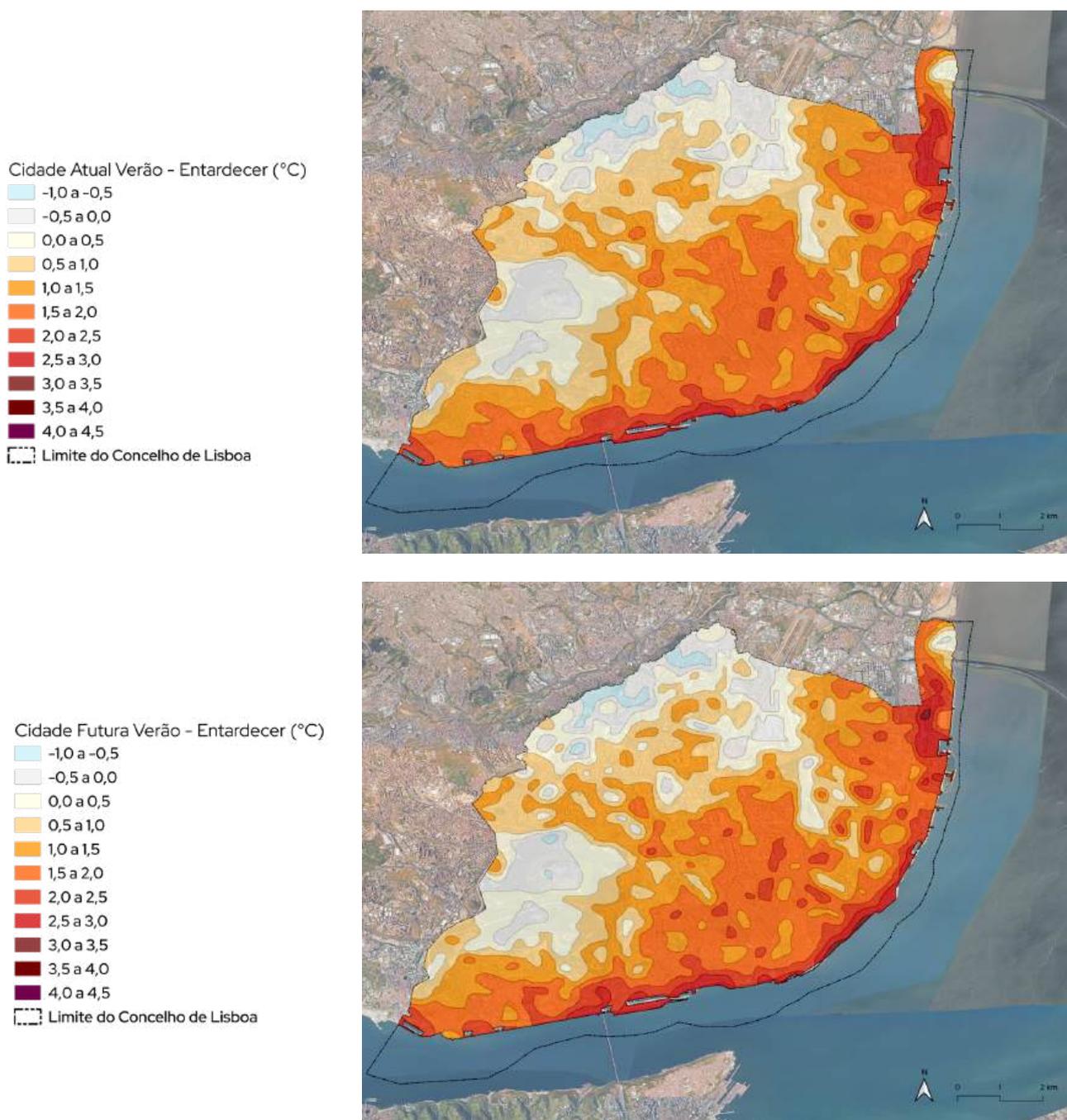
O Contrato é composto por três eixos principais: a) **adaptação e resiliência climática**; b) **neutralidade carbônica** e; c) **inclusão social**. As ações que buscam atingir os objetivos destes três eixos estão organizadas em oito setores, e estão categorizadas por “mitigação”, “adaptação” e “transversais”. Cada setor é subdividido em subsetores, com um conjunto de ações direcionadas para atingir as metas estabelecidas (Figura 26). Como ilustrado nessa Figura, todos os setores estão interconectados, evitando a fragmentação nas medidas a serem implementadas. Atualmente, existem mais de 500 compromissos assumidos, com um investimento necessário superior a 5 bilhões de euros para a implementação das intervenções planejadas.



**Figura 26.** Infográfico (acima) e gráfico (abaixo) indicando multisetorialidade entre as ações adotadas no “Contrato Climático da Cidade de Lisboa 2030”.

Fonte: Adaptado de Lisboa, 2024.

Os cenários avaliados no Contrato estão dispostos em diversas cartografias (Figura 27), e permitem identificar áreas críticas e cruzar dados com níveis de alerta meteorológicos - cujas variáveis estão destacadas em amarelo. Os mapas apresentados demonstram o impacto das ilhas de calor na cidade ao longo de diferentes períodos, o que se relaciona com fenômenos ambientais extremos (como a subida do nível da maré ou inundações).



**Figura 27.** Mapas de ilhas de calor urbano, atual e futura, no verão, ao entardecer, em Lisboa.

Fonte: Adaptado Lisboa, 2024.

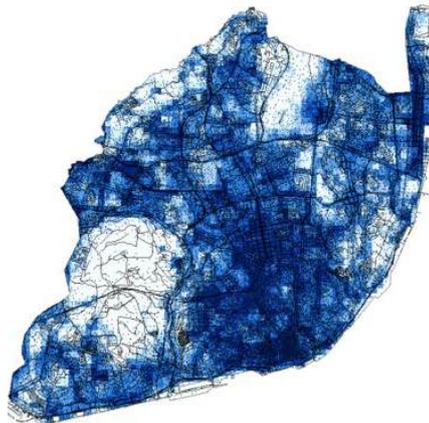
Os mapas da Figura 28 elucidam, por meio de dados de localização de sinais obtidos por celulares, onde a população se concentra em Lisboa, o que encontra correlação com as áreas mais quentes da cidade. Na sobreposição desse conjunto de cartografias, é possível avaliar o cenário climático existente e discutir como reforçar a adaptação da cidade. Evidentemente, a situação requer ações imediatas, compromissadas no investimento em infraestruturas verde e azul.

**Figura 28.**

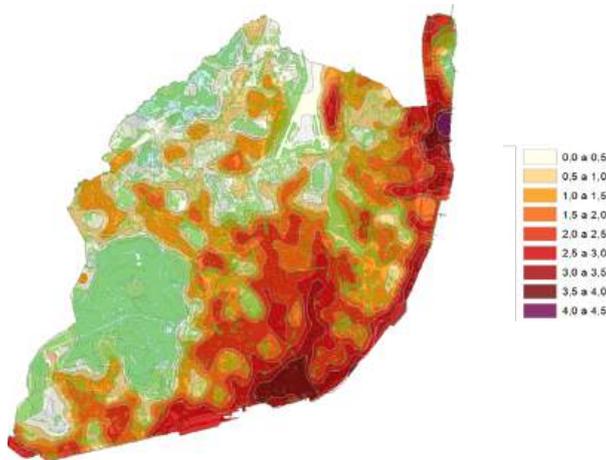
Mapas que relacionam as áreas mais quentes de Lisboa com a concentração populacional dada pela densidade de sinais obtidos via celulares (ou telemóvel).

Fonte: TELHADO; BALTAZAR, 2024.

Sinais obtidos por celulares



Áreas mais quentes



Áreas verdes



### 3.3.2 Planejamento e implementação de ações com base técnica e científica

Dentre as intervenções já realizadas, destacam-se a promoção de arborização a partir da criação de parques, jardins e corredores e percursos verdes e a implementação de soluções verdes e de conforto climático em edifícios e espaços de menor dimensão (Figura 29). As áreas objeto de intervenção têm objetivos variados, abrangendo tanto funções e espaços públicos quanto privados, mas devem sempre ter acesso ao público.

**Figura 29.**  
Estratégias de infraestrutura verde adotadas visando o arrefecimento da cidade.

Fonte: Adaptado de TELHADO; BALTAZAR, 2024.



Essas intervenções geram uma série de benefícios (Figura 30), que indicam, segundo os estudos de Lisboa, um considerável arrefecimento de 6 a 7 °C na temperatura urbana.

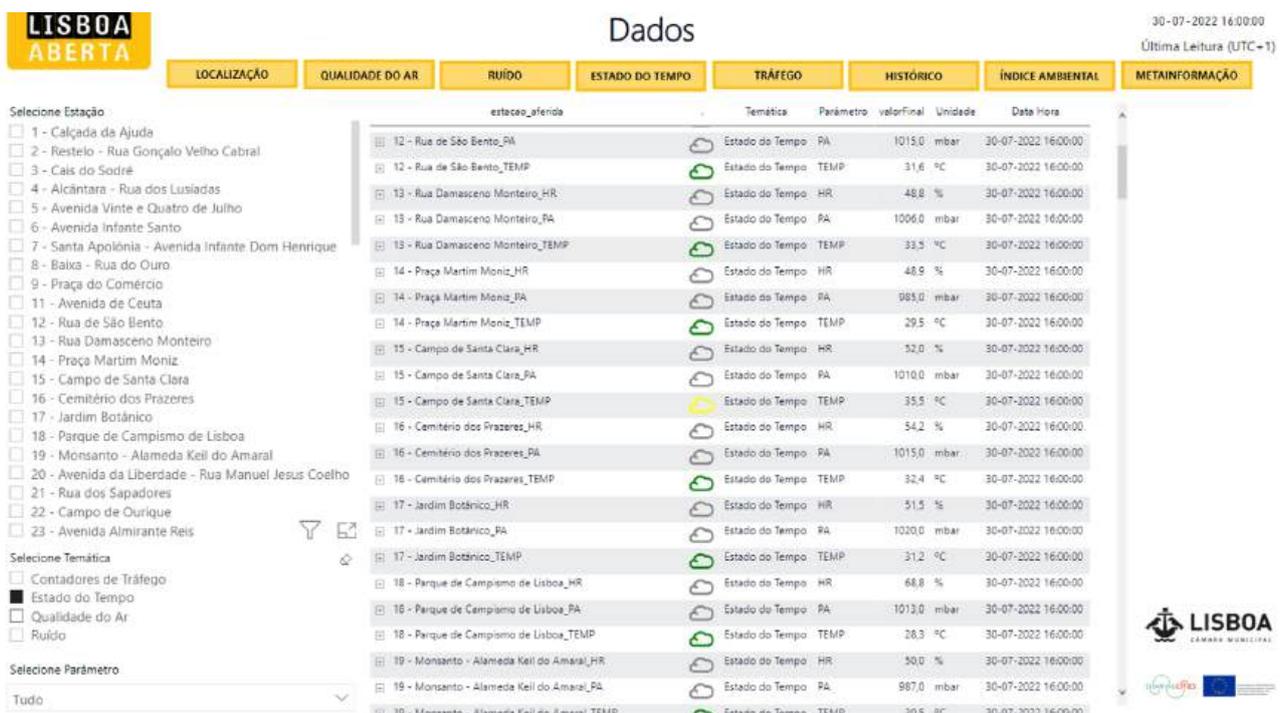
**Figura 30.**  
Benefícios gerados pelas intervenções baseadas no uso de infraestrutura verde.

Fonte: Adaptado de TELHADO; BALTAZAR, 2024.



### 3.2.3 Difusão, comunicação e engajamento face à emergência climática

Além das intervenções físicas, Lisboa tem investido em plataformas digitais. Uma delas, a Lisboa Aberta (Figura 31), disponibiliza dados abertos de monitorização climática e ambiental em tempo real, a partir da dispersão de 80 estações de sensores pela cidade. Esses sensores permitem a visualização automática dos valores associados às variáveis indicadas, associando-as a níveis de alerta meteorológico.



Parâmetro de Monitorização	Indicador de medida	Normalidade	Índice Ambiental Lisboa			
			Verde	Amarelo	Laranja	Vermelho
<b>Estado do Tempo</b>						
Precipitação	Precipitação acumulada (média horária) - mm/h	< 10	10 a 20	21 a 40	> 40	
Vento	Velocidade média (média horária) - km/h	< 70	70 a 90	91 a 130	> 130	
Temperatura	Temperatura do ar: Tempo frio   quente (média horária) °C	> 3	3 a 1	0 a -1	< -1	
		< 34	34 a 37	38 a 40	> 40	
Índice Ultravioleta	IUV	1 a 5	6 a 7	8 a 10	>= 11	

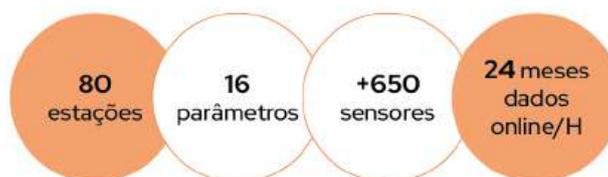
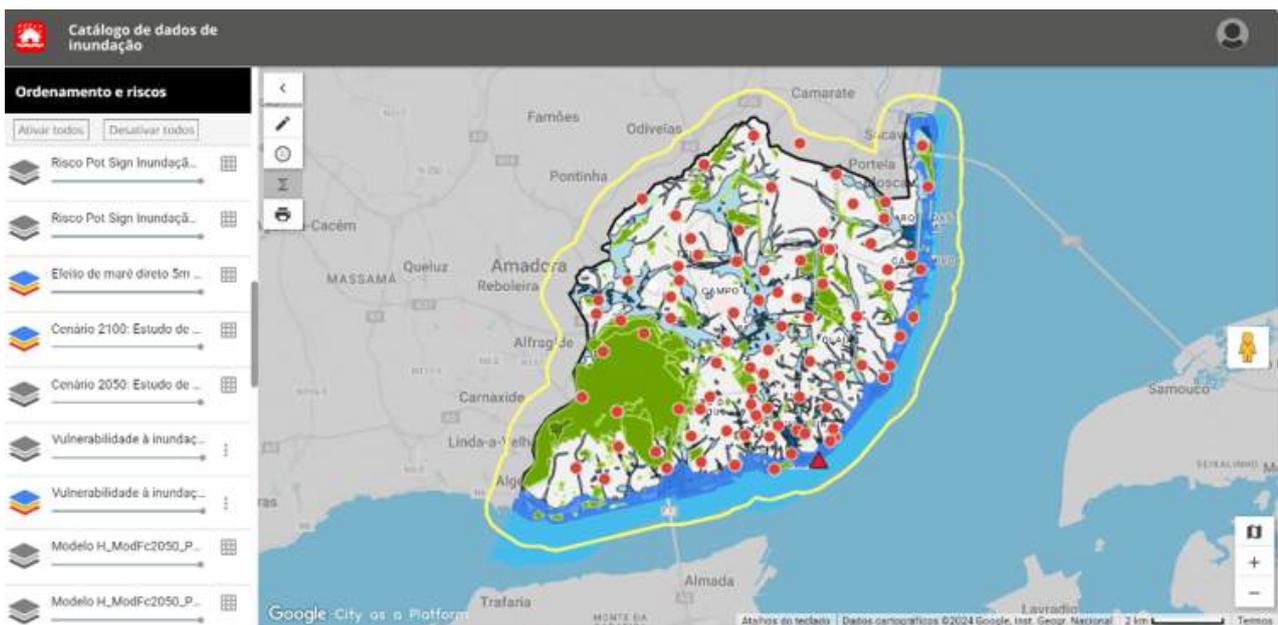


Figura 31. Plataforma de dados abertos Lisboa Aberta.

Fonte: Adaptado de TELHADO; BALTAZAR, 2024.

Uma outra ferramenta, o “Catálogo de Inundações”, centraliza informações georreferenciadas que possibilitam estudos de análise espacial relacionados com a incidência de inundações em Lisboa (Figura 32). Essa plataforma conta com um painel de controle que possibilita a monitorização em tempo real de diversas variáveis meteorológicas e associadas às marés.

A combinação de ações físicas e digitais, juntamente com o envolvimento da comunidade, tem sido crucial para enfrentar os desafios climáticos e promover a resiliência climática em Lisboa. Com mais de 500 compromissos assumidos e a necessidade de um investimento superior a 5 bilhões de euros para efetuar todas as intervenções, Lisboa demonstra um comprometimento significativo em direção a um futuro mais sustentável.



**Figura 32.** Plataforma de catálogo de dados de inundação.

Fonte: TELHADO; BALTAZAR, 2024.



São Paulo. Foto: Acervo SVMA.

# 3.4 SÃO PAULO

# 3.4

## SÃO PAULO

### Dados

#### Territoriais

Área total: **1.521 km<sup>2</sup>**

Área urbana: **914 km<sup>2</sup>**

Cobertura vegetal: **736 km<sup>2</sup>**

Densidade populacional: **7.528,26 hab/km<sup>2</sup>**

#### Populacionais

Habitantes: **11.451.999**

**16,7%** - 0 a 14 anos,

**70,5%** - 15 a 64 anos,

**12,8%** - acima de 65 anos

#### Climáticos

Temperatura média anual: **19,8°C**

Temperatura máxima média anual: **24,9°C**

Temperatura mínima média anual: **14,6°C**

Precipitação média anual: **1.555 mm**

#### Ambientais

Emissão GEE total: **13.857.591 tCO<sub>2</sub>e** (2021)

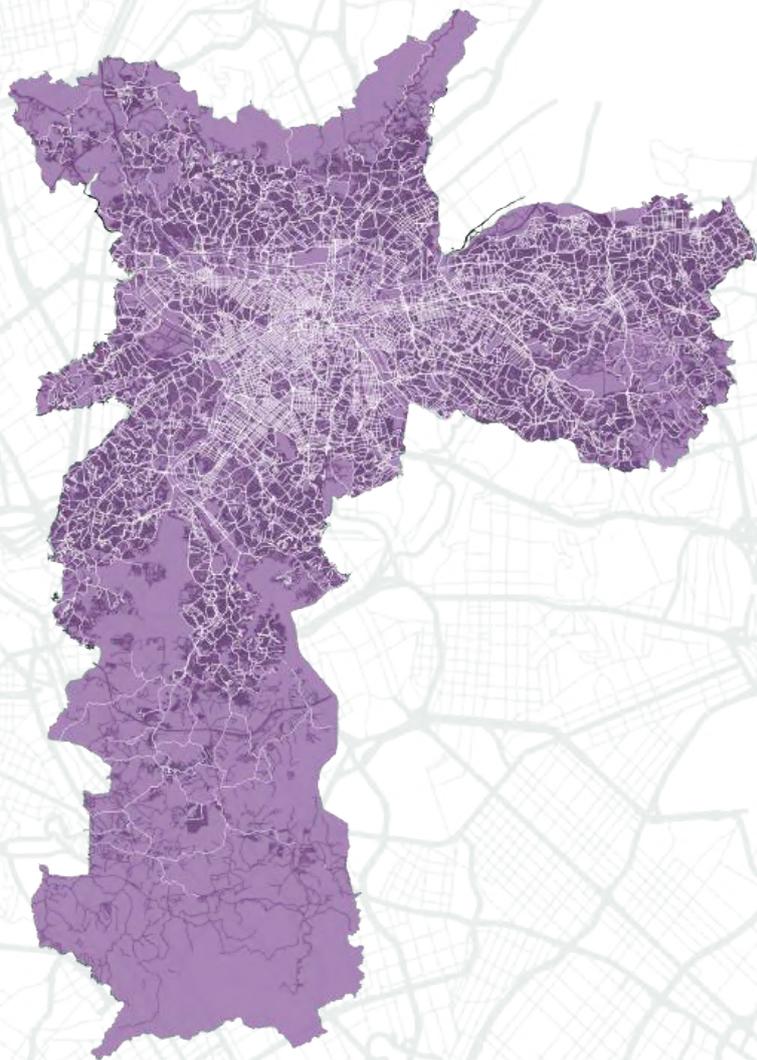
Transportes: **7.595.281 tCO<sub>2</sub>e**

Resíduos: **1.357.927 tCO<sub>2</sub>e**

Energia estacionária: **4.904.311 tCO<sub>2</sub>e**

Consumo de água: **167 l/hab/dia**

Resíduos domiciliares: **12.000 t/dia** (2019)



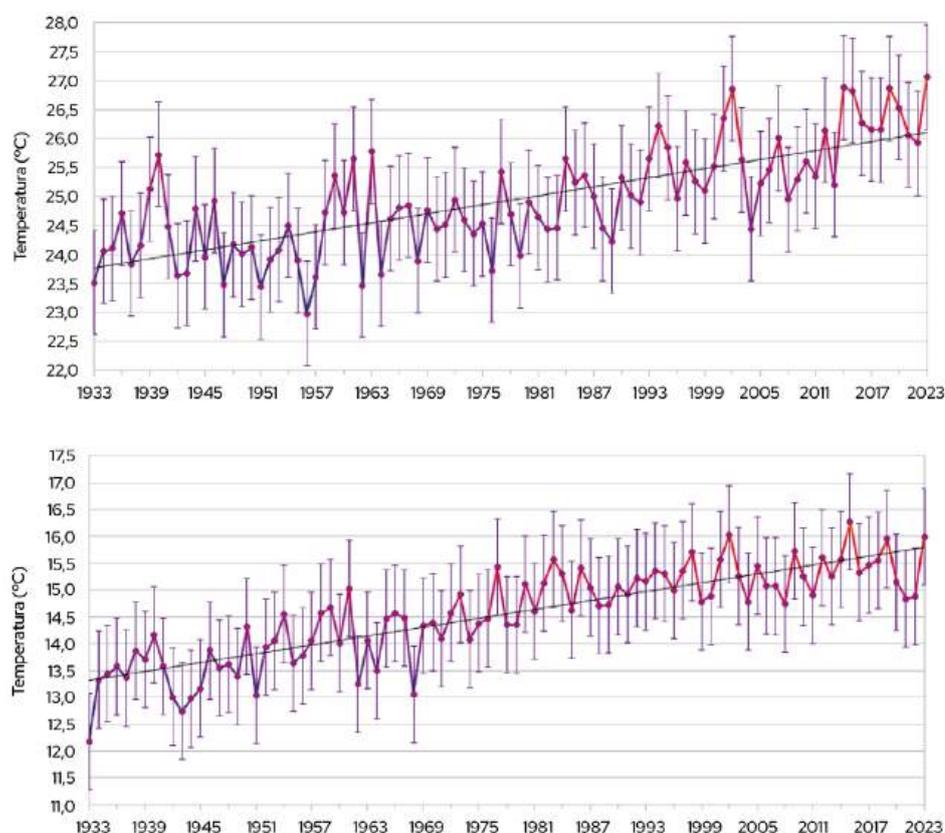
### 3.4.1 Dados e informações climatológicas

Em São Paulo há uma clara tendência de aumento das temperaturas máximas ao longo de quase cem anos de medição, como demonstram os registros da estação meteorológica da Universidade de São Paulo, operada pelo Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas (IAG). As séries históricas revelam, por exemplo, que a elevação da média das temperaturas mínimas é mais acentuada nos últimos anos (Figura 33).

**Figura 33.**

Médias anuais das temperaturas máximas.

Fonte: Estação Meteorológica Professor Paulo Marques dos Santos Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas – IAG/USP. <http://www.estacao.iag.usp.br/boletim.php>



Em 2014, a cidade registrou taxas elevadas de óbitos, sobretudo entre a população idosa, por doenças associadas ao calor, quando as temperaturas médias das máximas e as temperaturas médias das mínimas do primeiro trimestre daquele ano foram as mais altas de toda a série histórica (São Paulo, 2014).

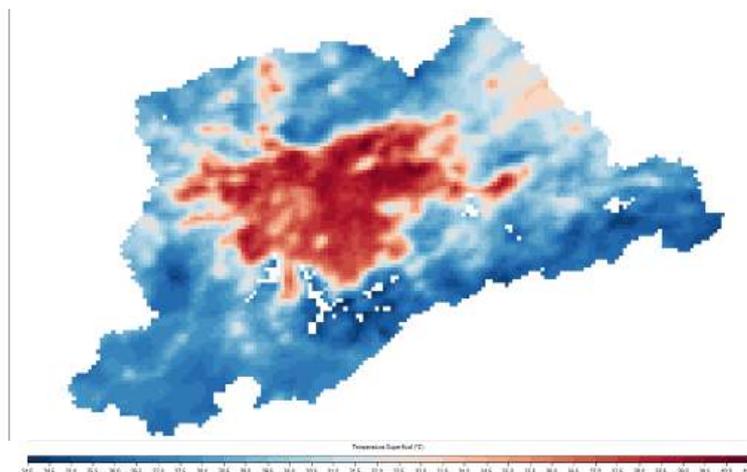
Com população total de 11.451.999 habitantes (2022) e densidade populacional de 7.528 habitantes por km<sup>2</sup> (IBGE, 2022), a cidade de São Paulo se caracteriza por uma profunda desigualdade socioespacial, que se revela também a partir dos dados de temperatura. Se por um lado, existem localidades que podem ser consideradas “ilhas de frescor”, por outro lado, a maior parte da cidade adensada com edifícios baixos ou de média altura e com pouca presença de vegetação, registra temperaturas muito elevadas.

A falta de elementos que possam amenizar o microclima, em especial áreas vegetadas, potencializa o aumento das temperaturas, com a formação das ilhas de calor urbano, que podem ser tanto **ilhas de calor de superfície**, como **ilhas de calor atmosféricas**.

As primeiras são as que ocorrem tanto durante o dia quanto durante a noite, enquanto as atmosféricas se enfraquecem durante o dia por efeitos termodinâmicos. Durante o dia, o ar é aquecido pela superfície e, como o ar quente é mais leve, sobe e se mistura, transportando calor para cima por processos turbulentos na camada limite diurna, geralmente entre 500 metros a 1500 metros, assim reduzindo as diferenças entre a área urbana e a não urbana. Já durante a noite, o ar é resfriado e, como o ar frio é mais denso, ele tende a se manter próximo da superfície, que influencia como uma fonte de aquecimento. A superfície das áreas urbanizadas é, em geral, mais quente durante a noite em comparação com as áreas não urbanizadas, que se resfriam mais rápido, gerando a diferença de temperatura do ar entre urbano e não urbano durante a noite. As ilhas de calor de superfície são ainda mais acentuadas nas áreas centrais da cidade (Ferreira, 2019; Ferreira, Duarte, 2019; 2022). Esse fenômeno está correlacionado ao processo de expansão urbana e aos efeitos da supressão da vegetação, entre outras variáveis (Figuras 34 e 35).

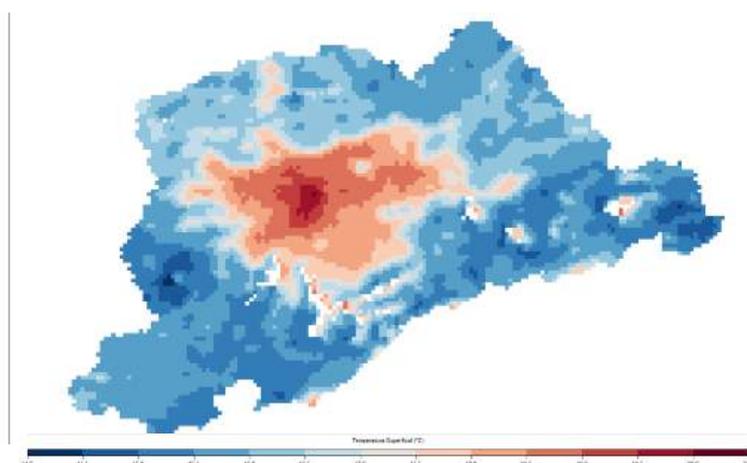
**Figura 34.**  
Temperatura de superfície  
média diurna.

Fonte: Ferreira, 2019;  
Duarte, 2022.



**Figura 35.**  
Temperatura de superfície  
média noturna.

Fonte: Ferreira, 2019;  
Duarte, 2022.



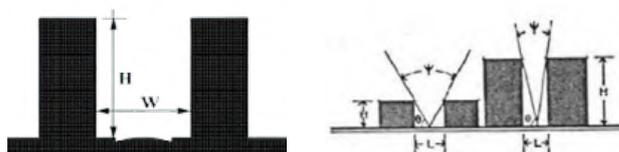
As áreas da cidade avaliadas como mais críticas concentram-se principalmente ao longo dos eixos viários da cidade, muitos dos quais são também eixos de transporte coletivo de média e alta capacidade. Estes últimos são as áreas potencialmente aptas ao adensamento construtivo e populacional e ao uso misto entre usos residenciais e não residenciais, segundo diretrizes estabelecidas pelo Plano Diretor Estratégico-PDE<sup>9</sup>.

Tais diretrizes estabelecidas pela legislação urbanística visam modificar uma dinâmica territorial de apropriação do espaço urbano, que ao longo das décadas promoveu uma cidade com intensa urbanização periférica e acelerado processo de conurbação metropolitana.

O modelo de cidade preconizado pela atual legislação urbanística pretende aproximar a moradia do trabalho, promover a melhoria da mobilidade urbana, com foco no transporte público e na mobilidade ativa, articular a expansão urbana às redes de mobilidade, desestimulando o uso do automóvel, minimizando a emissão de poluentes e os deslocamentos e incentivando a qualificação do espaço público e a ampliação da oferta de bens e serviços ao longo dos eixos de transporte coletivo.

Contudo, a verticalização e intensificação do uso do solo nos eixos de transporte coletivo em situações de baixa cobertura vegetal apresentam riscos que não podem ser negligenciados. Estudos recentes enfatizam o papel da vegetação na amenização das dinâmicas de aquecimento urbano, assim como o impacto da forma urbana, sobretudo da sombra dos edifícios na redução da temperatura diurna e menor dispersão do calor noturno em função da massa construída e do **Fator de Visão de Céu** (FVC) (Ferreira, 2019).

**Fator de Visão do Céu - FVC (Sky View Factor ou ângulo de obstrução do horizonte)** é a relação entre a quantidade de céu visível em um determinado ponto de uma superfície em relação àquele potencialmente disponível. É uma medida adimensional, que varia entre zero e um, representando espaços totalmente obstruídos e espaços totalmente livres, respectivamente. Também representa a relação entre a radiação recebida (ou emitida) por uma superfície plana e a radiação emitida (ou recebida) por todo o hemisfério do céu (OKE *et al.*, 2017). Planpavel, pg 241.



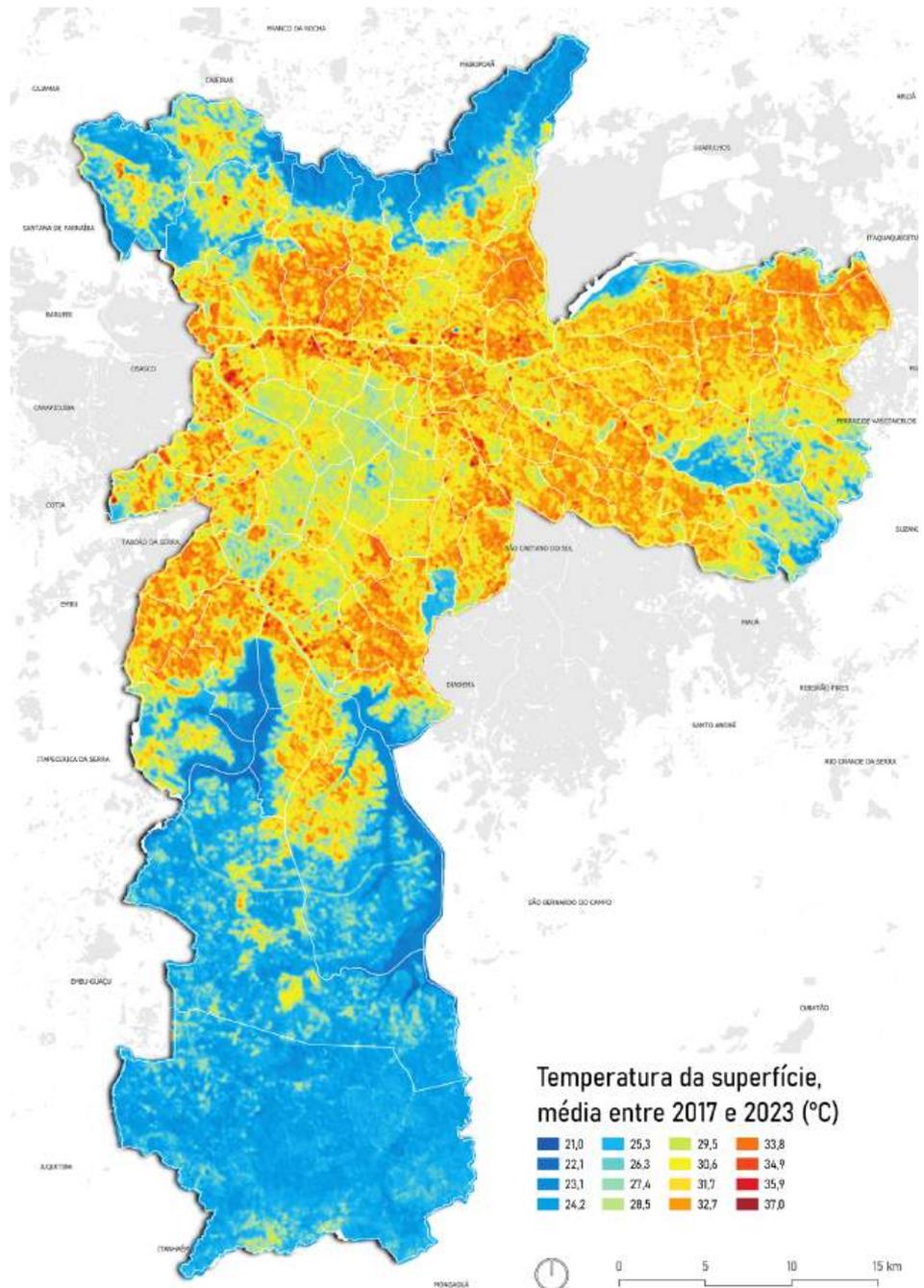
A identificação das áreas da cidade consideradas críticas do ponto de vista das altas temperaturas também se fundamenta nos mapeamentos da Temperatura de Superfície (TS) e no Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI) na Cidade de São Paulo, média do período de 6 anos, entre 01/01/2017 a 01/01/2023, realizados por Lustosa e Rocha (2024), com base em dados de imagens dos satélites Landsat 8 e 9 e aplicação do algoritmo Ermida *et al.* (2020). Os mapeamentos indicam temperaturas diurnas mais elevadas na área urbanizada da cidade, especialmente nas áreas com padrão de morfologia urbana constituída por edifícios baixos em arranjos compactos (LCZ 3 – figura 38) e edifícios baixos e grandes (LCZ 8 – figura 38), com pouca ou nenhuma vegetação, seguindo a classificação de Stewart e Oke (2012). Estes resultados demonstram a importância da vegetação para a redução das altas temperaturas de superfície em áreas urbanas (Figuras 36 e 37). A correlação entre temperatura de superfície e NDVI também é vista para toda a RMSP (período 2002-2017, Ferreira, 2019).

A média das temperaturas de superfície (TS), por distrito, mostra que Vila Medeiros (32,8°C) e Limão (32,7°C), localizados na região norte, Cidade Ademar (32,5°C) na região sul, Brás (32,5°C) e Aricanduva (32,4°C) na região leste, apresentaram as TS médias mais altas, neste período de 6 anos (2017-2023). Os distritos com as temperaturas (TS) médias mais baixas são Marsilac (24,8°C), Parelheiros (25,5°C) e Grajaú (26,4°C), localizados na região sul, Tremembé (26,1°C) e Anhanguera (26,5°C) na região norte. Há uma diferença de 8°C entre o distrito com a temperatura (TS) média mais alta (Vila Medeiros), que apresenta 0,2 de NDVI (índice de vegetação) e o distrito com a temperatura (TS) média mais baixa Marsilac, que tem NDVI de 0,8. Com estes resultados se pode inferir o quanto a presença de vegetação contribui na amenização das temperaturas da superfície.

**Figura 36.**

Mapa da temperatura de superfície, média do período entre 01/01/2017 a 01/01/2023.

Fonte: Lustosa; Ribeiro, 2024.

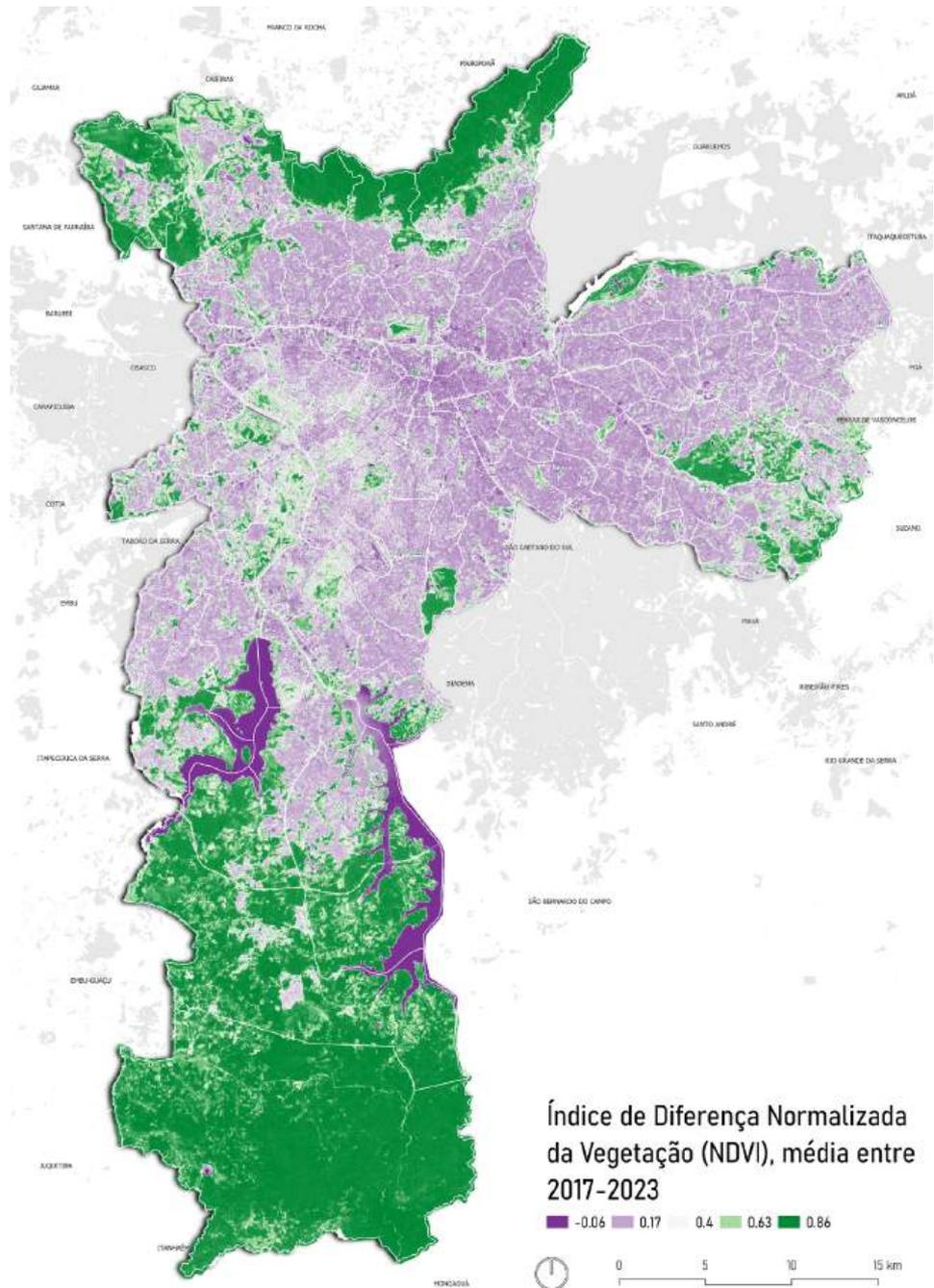


Na Cidade de São Paulo, o satélite Landsat 8 e 9 tem revisita a cada 16 dias, aproximadamente às 10:04 horas. As imagens utilizadas têm resolução espacial de 100 metros e foram reamostradas para 30 metros. Após o processo de remoção de nuvens e sombra de nuvens foram utilizadas 86 imagens para realização do mapeamento no período de 01/01/2017 a 01/01/2023.

**Figura 37.**

Mapa do Índice de Diferença de Vegetação Normalizada (NDVI), média do período entre 01/01/2017 a 01/01/2023.

Fonte: Lustosa; Ribeiro, 2024.



O Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI) é um índice que varia entre -1 até 1, onde os valores negativos são em geral corpos d'água, os valores positivos baixos são locais urbanizados ou solo exposto e valores positivos elevados representam vegetação (quanto maior o NDVI, mais densa e saudável a vegetação).

O Quadro 2 apresenta a posição dos 96 distritos em relação aos valores das temperaturas (TS) na Cidade de São Paulo, e em relação à região onde os distritos estão localizados, partindo-se das temperaturas (TS) mais altas para as mais baixas, bem como a média do NDVI para cada distrito.

### Quadro 2. Temperatura Média da Superfície e Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI), por distrito.

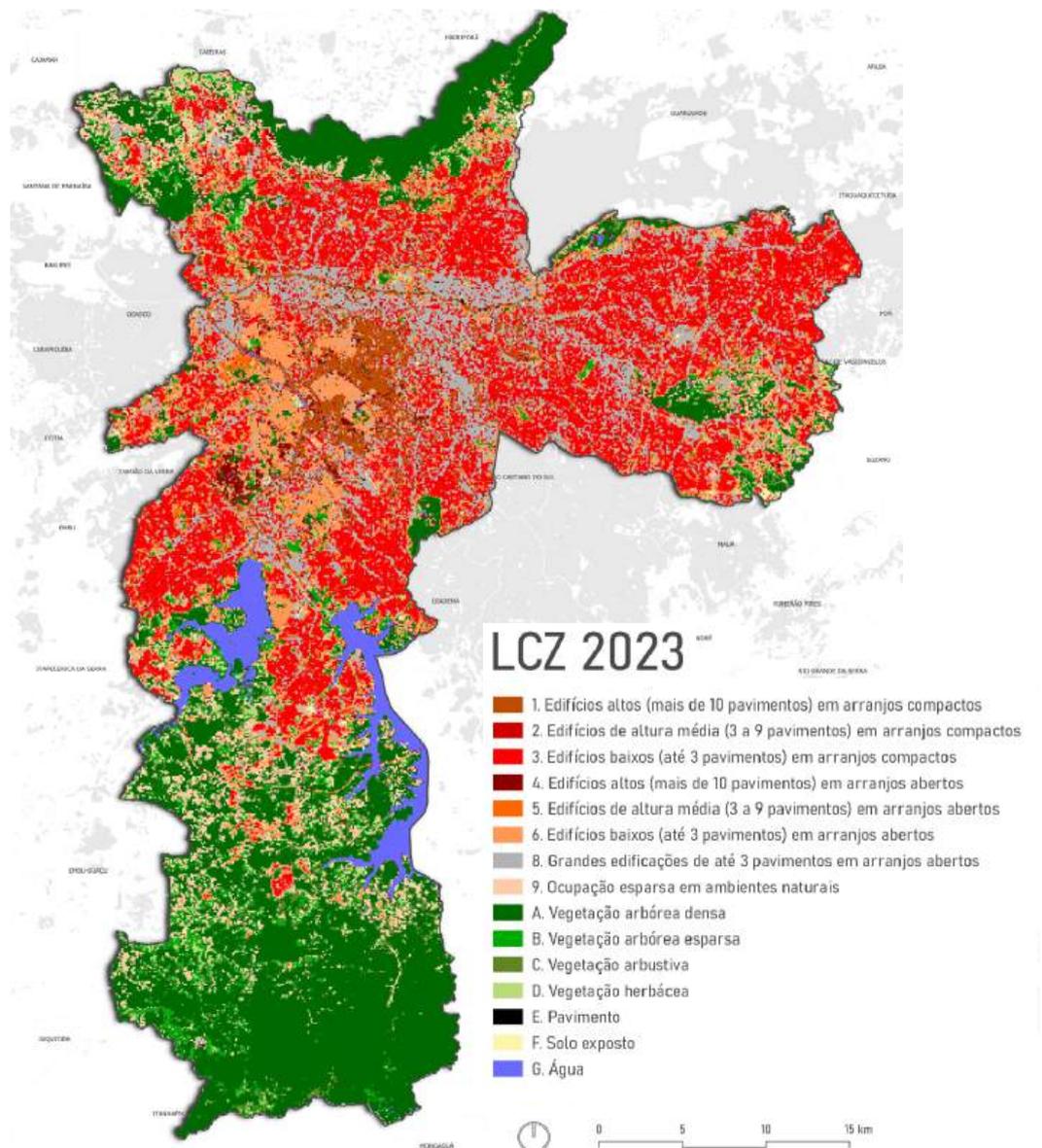
Fonte: Adaptado de DEAPT/SVMA com base em Lustosa; Rocha. 2024

Região	Subprefeitura	Distrito	Distrito Área (km²)	NDVI média 2017-2023	Temp Superf média 2017-2023	Posição Cidade SP	Posição Região
CENTRO	Sé	Bela Vista	2,72	0,2	29,84	71º	7º
		Bom Retiro	4,21	0,2	32,27	9º	1º
		Cambuci	3,92	0,2	32,03	20º	2º
		Consolação	3,82	0,3	29,21	77º	8º
		Liberdade	3,65	0,2	30,5	59º	6º
		República	2,4	0,2	30,54	58º	5º
		Santa Cecília	3,76	0,2	31,49	44º	3º
		Sé	2,19	0,2	31,16	49º	4º
Região Centro			26,67				
LESTE	Aricanduva-Formosa	Aricanduva	6,96	0,2	32,44	5º	2º
		Carrão	7,9	0,2	31,87	33º	17º
		Vila Formosa	7,47	0,2	31,46	46º	23º
	Cidade Tiradentes	Cidade Tiradentes	14,95	0,4	29,32	76º	30º
	Ermelino Matarazzo	Ermelino Matarazzo	9,39	0,3	31,14	50º	25º
		Ponte Rasa	6,6	0,2	32,39	6º	3º
	Guaianases	Guaianases	8,94	0,3	30,4	61º	27º
		Lajeado	8,82	0,2	31,46	45º	22º
	Itaim Paulista	Itaim Paulista	12,14	0,2	32,37	7º	4º
		Vila Curuçá	9,46	0,2	32,11	14º	8º
	Itaquera	Cidade Líder	10,36	0,3	31,12	51º	26º
		Itaquera	14,72	0,2	31,93	28º	13º
		José Bonifácio	14,57	0,5	28,72	80º	31º
		Parque do Carmo	15,46	0,6	27,69	91º	33º
	Mooca	Água Rasa	7,18	0,2	32,09	17º	9º
		Belém	6,05	0,2	31,94	27º	12º
		Brás	3,63	0,1	32,47	4º	1º
		Mooca	7,95	0,2	31,73	40º	21º
		Pari	2,73	0,2	32,15	13º	7º
		Tatuapé	8,51	0,2	31,28	47º	24º
	Penha	Artur Alvim	6,51	0,2	31,85	34º	18º
		Cangaíba	16,6	0,4	29,92	68º	29º
		Penha	11,48	0,2	31,87	31º	15º
		Vila Matilde	8,77	0,2	31,94	26º	11º
	São Mateus	Iguatemi	19,58	0,5	28,46	83º	32º
		São Mateus	12,82	0,3	31,79	39º	20º
		São Rafael	13,08	0,4	30,02	67º	28º
	São Miguel	Jardim Helena	9,15	0,3	31,87	32º	16º
		São Miguel	8,63	0,3	31,92	29º	14º
		Vila Jacuí	8,28	0,2	32,3	8º	5º
	Sapopemba	Sapopemba	13,63	0,2	32,09	18º	10º
	Vila Prudente	São Lucas	9,68	0,2	32,2	10º	6º
Vila Prudente		9,58	0,2	31,83	37º	19º	
Região Leste			331,58				

Região	Subprefeitura	Distrito	Distrito Área (km²)	NDVI média 2017-2023	Temp Superf média 2017-2023	Posição Cidade SP	Posição Região
NORTE	Casa Verde-Cachoeirinha	Cachoeirinha	13,54	0,5	28,36	84º	12º
		Casa Verde	7,2	0,2	32,08	19º	5º
		Limão	6,46	0,2	32,66	2º	2º
	Freguesia-Brasilândia	Brasilândia	21,08	0,5	28,17	86º	13º
		Freguesia do Ó	11,02	0,3	32,1	16º	4º
	Jaçanã-Tremembé	Jaçanã	8,26	0,3	31,82	38º	7º
		Tremembé	56,71	0,7	26,13	94º	18º
	Perus	Anhanguera	33,55	0,7	26,48	92º	17º
		Perus	23,66	0,5	27,98	88º	15º
	Jaraguá	Jaraguá	28,33	0,5	28,01	87º	14º
		Pirituba	17,12	0,4	30,36	63º	11º
	São Domingos	São Domingos	9,89	0,3	31,08	52º	8º
		Mandaqui	13,25	0,5	27,75	90º	16º
	Santana-Tucuruvi	Santana	13,09	0,3	31,03	54º	9º
		Tucuruvi	9,44	0,3	30,68	57º	10º
	Vila Maria-Guilherme	Vila Guilherme	7,2	0,2	32,01	22º	6º
		Vila Maria	11,84	0,2	32,2	11º	3º
		Vila Medeiros	7,86	0,2	32,77	1º	1º
Região Norte			299,87				
OESTE	Butantã	Butantã	12,95	0,4	30,4	62º	9º
		Morumbi	11,49	0,4	29,74	72º	14º
		Raposo Tavares	12,43	0,4	30,33	64º	10º
		Rio Pequeno	9,54	0,3	31,71	41º	5º
		Vila Sônia	9,99	0,3	31,06	53º	7º
	Lapa	Barra Funda	5,85	0,2	32,02	21º	2º
		Jaraguá	4,58	0,3	32,11	15º	1º
		Jaguareé	6,58	0,3	31,9	30º	4º
		Lapa	10,28	0,3	32	23º	3º
		Perdizes	6,34	0,3	30,42	60º	8º
		Vila Leopoldina	6,99	0,3	31,62	42º	6º
	Pinheiros	Alto de Pinheiros	7,46	0,4	29,85	70º	13º
		Itaim Bibi	10,03	0,3	30,21	65º	11º
		Jardim Paulista	6,19	0,3	29	78º	15º
		Pinheiros	8,32	0,3	30,13	66º	12º
	Região Oeste			128,97			
SUL	Campo Limpo	Campo Limpo	12,6	0,3	31,98	25º	4º
		Capão Redondo	13,77	0,3	32,16	12º	2º
		Vila Andrade	10,31	0,4	29,33	75º	14º
	Capela do Socorro	Cidade Dutra	27,97	0,4	28,6	81º	16º
		Grajaú	92,71	0,5	26,41	93º	20º
		Socorro	11,97	0,2	28,94	79º	15º
	Cidade Ademar	Cidade Ademar	12,34	0,2	32,49	3º	1º
		Pedreira	18,33	0,4	28,28	85º	18º
	Ipiranga	Cursino	12,03	0,4	29,56	73º	12º
		Ipiranga	11,01	0,2	31,99	24º	3º
		Sacomã	14,56	0,3	31,84	35º	5º
	Jabaquara	Jabaquara	14,01	0,3	31,84	36º	6º
	M'Boi Mirim	Jardim Angela	37,41	0,4	27,95	89º	19º
		Jardim São Luis	26,05	0,3	28,5	82º	17º
	Parelheiros	Marsilac	208,2	0,8	24,81	96º	22º
		Parelheiros	152,61	0,7	25,45	95º	21º
	Santo Amaro	Campo Belo	8,77	0,3	31,5	43º	7º
		Campo Grande	12,95	0,3	31,18	48º	8º
		Santo Amaro	16,04	0,3	30,77	56º	10º
	Vila Mariana	Moema	9,08	0,4	29,45	74º	13º
		Saúde	9,31	0,2	31,01	55º	9º
Vila Mariana		8,6	0,3	29,87	69º	11º	
Região Sul			740,63				
Cidade de São Paulo			1.527,72				

Uma outra referência para a análise da morfologia urbana foi a das zonas climáticas urbanas, mais conhecidas pela sua sigla em inglês LCZ (*Local Climate Zones*), as quais derivam do estudo pioneiro de Stewart e Oke, de 2012. A classificação da morfologia urbana em LCZ permite a compreensão das respostas climáticas em diferentes padrões urbanos, considerando a forma e os arranjos das edificações, a quantidade de espaços livres, as características construtivas e as propriedades físicas dos materiais de revestimento. Para a Cidade de São Paulo, há um recente estudo (Ferreira *et al*, 2024) que mostra a predominância dos edifícios baixos, até 3 pavimentos, em arranjos compactos, com pouca ou nenhuma vegetação. Embora haja expressiva área da cidade classificada como vegetação arbórea densa, a sua distribuição espacial é desigual, estando concentrada nas extremidades das regiões sul, norte e leste da Cidade de São Paulo (Figura 38).

**Figura 38.**  
 Mapa da classificação da morfologia urbana em Zonas Climáticas Locais, em 2023.  
 Fonte: DEAPT/SVMA com base em Lustosa; Rocha, 2024



### 3.4.2 Planejamento e implementação de ações com base técnica e científica

No âmbito do projeto Instrumento de Gestão Urbana e Ambiental: Atlas das Temperaturas da Cidade de São Paulo foram realizadas análises microclimáticas e simulações em três regiões diferentes da Cidade de São Paulo, com o objetivo de verificar o impacto nas temperaturas, com a aplicação de parâmetros urbanísticos em conformidade com a atual legislação bem como novas proposições de morfologia urbana e da implementação de infraestrutura verde.

#### **Análise microclimática – com uso do ENVI\_MET**

Para as análises microclimáticas e simulações foi utilizado o modelo Envi-Met, que é o pioneiro em análises desse tipo com uma abordagem holística. Ele é um modelo tridimensional que possibilita simular as interações superfície-vegetação-atmosfera para ambientes urbanos em uma perspectiva de microescala. As simulações consideram o fluxo de ar ao redor e entre edifícios; o processo de troca de calor e vapor de água na superfície do solo e fachadas; a turbulência local dos ventos e sua taxa de dissipação; os parâmetros de troca de calor com a vegetação; a dispersão de partículas poluentes e parâmetros biometeorológicos, como a Temperatura Equivalente Percebida (TEP), que representa um índice de conforto térmico (ALCANTARA *et al.*, 2020).

O modelo ENVI-met apresenta algumas limitações que devem ser consideradas:

1. Resolução espacial: o modelo opera com uma resolução espacial definida pelo usuário, que pode ser limitada pela capacidade computacional. Resoluções muito altas, por exemplo, com células de 1 metro por 1 metro, exigem uma capacidade e um tempo de processamento significativos, o que pode inviabilizar simulações para esses cenários.
2. Intervalos de tempo limitados: o modelo é mais adequado para simulações de curto prazo, de um a cinco dias, devido à complexidade dos cálculos. Isso pode ser uma limitação ao tentar simular eventos de média e longa duração.
3. Dificuldade em capturar variação dos ventos: o modelo utiliza equações de Navier-Stokes para descrever o comportamento do fluxo de ar, considerando fatores como viscosidade, densidade do ar e influência do terreno urbano. No entanto, o modelo não considera a variação da direção dos ventos acima de 100m.
4. Dados climáticos de entrada: deve-se considerar ajuste nos fluxos dos ventos, evitando variações bruscas nos dados horários para a velocidade e direção dos ventos.
5. Dados de temperatura interna: o modelo gera valores aproximados para a temperatura do ar no interior dos edifícios, o que significa que a temperatura interna é modelada de forma simplificada, sem considerar todos os fatores que a afetam, como as lajes e paredes internas, equipamentos, ocupação e ventilação natural no interior dos edifícios.

As simulações foram realizadas com base em dados climáticos da onda de calor ocorrida em novembro de 2023, que segundo o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) mereceu destaque pelo número de dias consecutivos e pelas altas temperaturas atingidas, quando a cidade de São Paulo registrou 37,7°C nos dias 13 e 14, recorde para o mês de novembro daquele ano.

Para proceder às simulações, foram selecionadas três áreas da cidade de São Paulo, duas das quais localizadas na Zona Eixo de Estruturação e Transformação Urbana (ZEU), que abrange os eixos de transporte coletivo de média e alta capacidade, sendo uma no distrito São Lucas, na região leste do município, e outra no distrito Vila Mariana, na região sul. A terceira área selecionada é representativa do padrão periférico de urbanização da cidade, uma Zona Especial de Interesse Social (ZEIS), no distrito de Perus, região norte do município.

As análises microclimáticas consideraram as variáveis: radiação solar, temperatura do ar, umidade relativa do ar, velocidade e direção do vento. As áreas analisadas têm 200 metros por 200 metros, e constituem o centro de uma área de estudo de 400 metros por 400 metros, totalizando 160.000 m<sup>2</sup> cada uma das três situações destacadas nos distritos elegidos.

Para os resultados dos cenários estudados foram destacados os valores das Temperaturas do Ar no período mais quente e mais frio e da Temperatura Equivalente Percebida (TEP) às 15h (período mais quente) e às 22h.

### **Análise microclimática 1 - Distrito São Lucas**

Com uma população de 138.038 habitantes, de acordo com o censo demográfico de 2022 (SÃO PAULO, 2022), o distrito São Lucas integra a subprefeitura Vila Prudente, em área de transição entre o centro expandido e as zonas periféricas da cidade. De acordo com a Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo (SÃO PAULO, 2015), parte significativa deste território é grafada como Zona Eixo de Estruturação e Transformação Urbana (ZEU), que é um tipo de zoneamento que tem o objetivo de promover o adensamento construtivo, populacional, as atividades econômicas e os serviços públicos.

A escolha da área para análise dentro do distrito São Lucas considerou os seguintes critérios: (i) **proximidade com a estação meteorológica do Centro de Gerenciamento de Emergências Climáticas (CGE)**, da Prefeitura de São Paulo; (ii) **local com verticalização recente no entorno**, sinalizando mudança da morfologia urbana, característica que possibilita a avaliação do impacto do adensamento construtivo no microclima local e; (iii) **taxas elevadas de mortalidade por doenças associadas ao calor na população com mais de 65 anos**.

<sup>10</sup> As LCZ local climate zones” (LCZ), ou zonas climáticas locais, são definidas como “regiões com cobertura uniforme do solo, estrutura, materiais e atividades humanas, que se estendem por centenas de metros ou quilômetros”, conforme classificação proposta por Stewart e Oke (2012 *apud* FERREIRA, 2019).

A Figura 39 mostra a área de estudo analisada tendo como características a presença de edificações altas em arranjo compacto (LCZ 1); área com presença de edificações baixas em arranjo compacto (LCZ 3)<sup>10</sup>.

As simulações consideraram diferentes cenários para realizar as análises microclimáticas. A comparação de três cenários estudados permitiu avaliar o impacto da aplicação dos parâmetros da legislação urbanística atual, de nova morfologia proposta, e da implementação de infraestrutura verde, com plantio de árvores de pequeno, médio e grande porte (figura 40).

**Figura 39.**  
Definição da área de estudo em São Lucas.  
Fonte: C-Adapt, 2024.



**Referência para localização da área de Estudo:**

Rua Ribeirópolis X Av. Prof. Luiz Ignácio Anhaia Mello  
Coordenadas: 23°34'56.4"S 46°33'15.7"W  
Link <https://maps.app.goo.gl/eWetXNYJe2yPveEd8>

- **Cenário 1**- com adensamento construtivo máximo permitido pela legislação urbanística atual;
- **Cenário 2**- adensamento construtivo com maior espaçamento entre os edifícios, implantação de vegetação de pequeno e de médio porte nas vias e interior das quadras;
- **Cenário 3**- adensamento construtivo com maior espaçamento entre os edifícios, implantação de vegetação de grande porte nas vias e interior das quadras.

O cenário com adensamento construtivo máximo, permitido pela legislação urbanística atual, apresenta uma quantidade significativa de áreas com temperaturas maiores que 39°C. Isso se deve ao fato de que, nesse cenário, o espaçamento entre os edifícios é menor, com a implantação de grandes embasamentos de três pavimentos que bloqueiam a ventilação no nível do pedestre. Nesse cenário, o incremento de vegetação é limitado à disponibilidade de espaço para arborização nas vias e nas áreas permeáveis no interior das quadras.

Decorre disso que a temperatura do ar a uma altura de 1,5m do piso, ou seja, na altura do pedestre, às 15h, é mais elevada, partindo de 39,5°C, nas áreas com pouco sombreamento das edificações e com escassez de vegetação arbórea. Nas áreas dos edifícios altos residenciais existentes e propostos, o sombreamento das torres é o principal fator para a redução da temperatura local, atingindo valores abaixo de 38,5°C. Verifica-se uma redução na temperatura do ar em até 4,1°C em comparação com as áreas mais quentes nas vias que não são atingidas pelo sombreamento dos edifícios e com escassez de vegetação arbórea.

No período noturno, às 22h, observa-se um efeito contrário em relação ao padrão visto durante o dia. Nas áreas das vias, as temperaturas do ar noturnas são as mais baixas, variando de 29°C a 29,5°C. Na região dos altos edifícios, ocorrem as temperaturas mais altas no modelo, com valores chegando a ficar acima de 29,9°C, devido a um Fator de Visão de Céu (FVC) menor, e com isso, uma maior dificuldade em perder o calor acumulado durante o dia. A 42 metros de altura também se observa o impacto da verticalização na temperatura do ar noturna com valores que chegam a ser 0,6°C mais quentes no agrupamento de edifícios altos.

O Fator de Visão do Céu (FVC) nas vias mais largas, varia de 0,50 a 0,80, indicando que ali é possível ver de 50% a 80% do céu. Entre os edifícios altos residenciais existentes, o FVC é reduzido a valores menores que 0,30, o que contribui para a dificuldade da perda do calor acumulado no período noturno. Entre os edifícios implantados de acordo com os parâmetros da legislação urbanística, esse valor vai de 0,25 a 0,70.

As simulações para os cenários 2 e 3, com um adensamento construtivo com maior espaçamento entre os edifícios, indicaram que este espaçamento permite um fluxo maior dos ventos, o que ajuda a amenizar as temperaturas.

Além disso, a presença das árvores contribuiu significativamente na melhoria da temperatura com valores variando em 37,9°C e 38,9°C, sendo que no Cenário 3, com árvores de grande porte, essa redução foi mais relevante.

Às 15h, as temperaturas se intensificam, partindo de 39,5°C, nas áreas com pouco sombreamento das edificações e com escassez de vegetação arbórea. Nas áreas dos edifícios altos residenciais existentes e propostos e na área arborizada, o sombreamento das torres continua sendo o principal fator para a redução da temperatura local, atingindo valores abaixo de 38°C e uma redução na temperatura do ar em até 4,1°C em comparação com as áreas mais quentes.

A presença das árvores propiciou uma redução de 1°C na temperatura do ar abaixo das copas das árvores às 10h, às 12h uma redução de 2°C e às 15h essa redução na temperatura do ar chega a 2,7°C.

Às 22h, observa-se temperaturas mais altas nas proximidades dos edifícios, chegando acima de 29,9°C, pois quanto menor o FVC, maior a temperatura do ar no entorno. No restante da área, as temperaturas do ar variam entre 29°C a 29,3°C, devido à presença da vegetação.

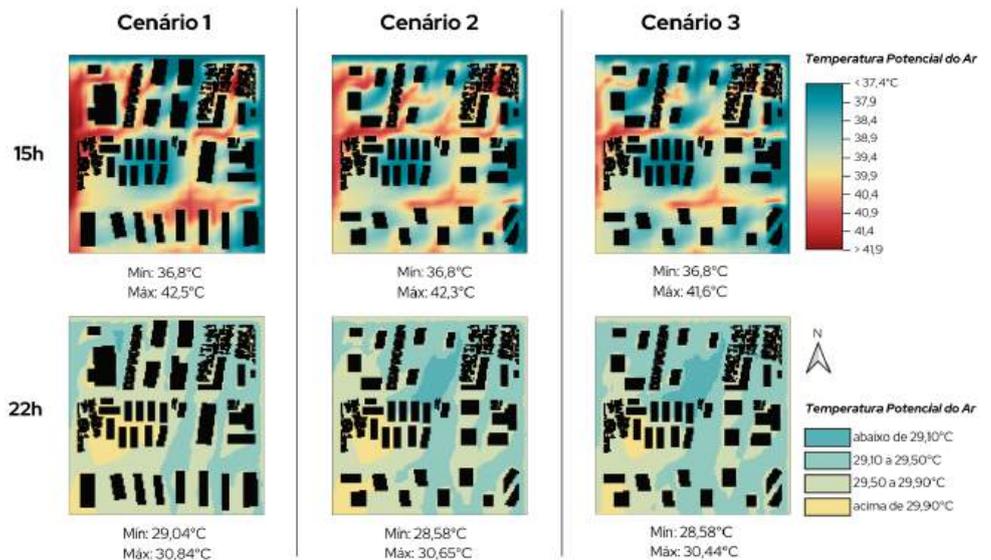
Enquanto no cenário 1, com adensamento construtivo máximo, os valores do FVC são baixos, chegando a 0,20, o que dificulta a dissipação do calor acumulado no período noturno, nos cenários 2 e 3, com edifícios com maior distanciamento e com arranjo intercalado das torres, esse fator é aumentado, chegando a valores entre 0,30 e 0,50.

Os resultados das simulações relativos ao índice de conforto TEP-Temperatura Equivalente Percebida<sup>11</sup> (figura 41) são semelhantes àqueles dos cenários analisados. Às 15h, indicam que a maior parte da área analisada apresenta sensação térmica de muito calor, sendo que apenas as áreas sombreadas pelos edifícios e pela vegetação têm valores reduzidos, com sensação de pouco calor e TEP variado entre 27°C a 35°C.

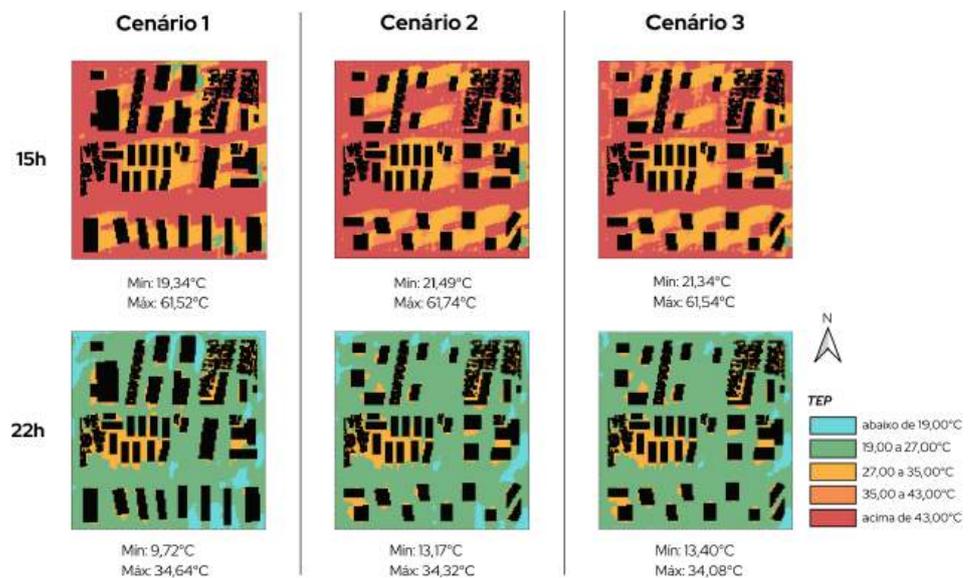
No período noturno, a maior parte da área estudada está em conforto térmico (19°C a 27°C), sendo que as áreas entre os edifícios altos em arranjo compacto apresentam os maiores valores do TEP variando de 27°C a 35°C, com sensação de pouco calor. Em alguns pontos, há a sensação de pouco frio por conta do efeito da ventilação.

<sup>11</sup> Temperatura Equivalente Percebida (TEP): trata-se de uma escala de sensação térmica baseada em levantamentos laboratoriais, que apresenta valores numericamente iguais aos da temperatura do ar de um ambiente de referência (Monteiro e Alucci, 2012; Monteiro, 2018).

**Figura 40.**  
 Comparação da temperatura do ar entre os cenários para às 15h e 22h.  
 Fonte: C-Adapt, 2024.



**Figura 41.**  
 Comparação do TEP entre os cenários para às 15h e 22h.  
 Fonte: C-Adapt, 2024.



## Análise microclimática 2 - Distrito Perus

Com uma população de 87.723 habitantes, de acordo com o censo demográfico de 2022 (SÃO PAULO, 2022), o distrito Perus integra a subprefeitura de mesmo nome, localizada no extremo noroeste do Município de São Paulo. Perus registra porções do território com grande vulnerabilidade social, ocupação urbana irregular do ponto de vista da legislação urbanística, e habitações precárias, demarcadas como Zona Especial de Interesse Social (ZEIS), pela Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo, que necessitam de projetos de reurbanização e regularização fundiária.

Embora a região concentre importantes remanescentes de cobertura vegetal com uma média de 228,37 m<sup>2</sup>/hab, muito acima da média municipal (62,88 m<sup>2</sup>/hab), sua distribuição não é homogênea no território<sup>12</sup>.

A área analisada tem predominância de vias muito estreitas, construções baixas e, em geral, sem recuos, além de um trecho em vale, com córrego a céu aberto, onde existe uma praça com algumas árvores. De modo geral faltam elementos para a amenização do microclima (Figura 42).

**Figura 42.**  
Área de modelagem em Perus.  
Fonte: C-Adapt, 2024.



**Referência para localização da área de Estudo:**

Rua da Mina x Rua Violeta Silvestre

Coordenadas: 23°24'47.6"S 46°44'52.0"W

Link <https://maps.app.goo.gl/rZhybZdG1u3ibuCw8>

As simulações foram realizadas considerando:

**Cenário 1** - situação atual;

**Cenário 2** - com implantação de vegetação arbórea nas áreas públicas e áreas de risco ao longo do curso d'água;

**Cenário 3** - é o Cenário 2 acrescido da instalação de estruturas tensionadas.

A comparação entre os cenários evidencia a diferença da temperatura do ar no período diurno (15h), quando se tem o efeito do sombreamento por uma quantidade maior de vegetação arbórea (FIGURA 43). No cenário existente, não se observam áreas com coloração azulada (temperaturas abaixo de 38,3°C), já nos cenários 2 e 3 é possível observar temperaturas abaixo de 38,3°C no eixo do curso d'água, onde foi proposto um adensamento arbóreo com espécies de grande porte na área liberada pela realocação das moradias existentes nas áreas de risco<sup>13</sup>. A diferença na temperatura do ar entre a área ao longo do curso d'água no cenário existente, e com a implantação de vegetação arbórea na área desocupada, nos cenários com intervenção pode chegar a 1,2°C.

Na via principal pode-se observar que o vermelho ficou mais claro com a intervenção 2, principalmente onde foram propostas árvores de grande porte. A diferença para um mesmo ponto no cenário existente para a intervenção 2 pode chegar a 0,5°C abaixo da copa de árvores altas, já abaixo das estruturas tensesis (cenário 2), essa diferença pode chegar a 0,3°C, no período das 15h.

No período das 22h, o que chama a atenção é a redução na temperatura do ar nos locais onde foi proposta a vegetação. A comparação entre o cenário 1 - existente e os Cenários 2 e 3, com intervenção, pode chegar a uma diferença de redução de 0,5°C na área pública onde foi proposto a remoção das moradias em área de risco e o plantio arbóreo.

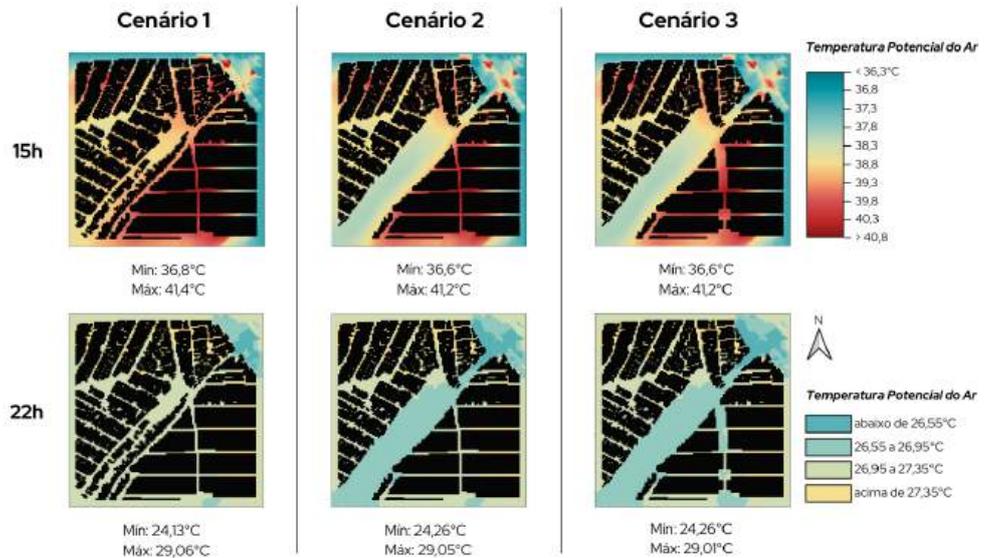
Já na via principal, essa diferença chega a 0,2°C. Isso evidencia a importância de áreas arborizadas para a temperatura do ar durante a noite. Já no ponto com as estruturas tensesis não houve diferença entre o existente e o cenário proposto para temperatura do ar.

A comparação dos resultados para a Temperatura Equivalente Percebida (TEP) às 15h e 22h, considerando o cenário existente e os cenários com as intervenções propostas evidencia o efeito da vegetação arbórea também na percepção do conforto térmico (figura 44). Quando se compara o cenário existente e os cenários 2 e 3 na área do vale às 15h, observa-se sensação de conforto térmico. A maior parte da área é alterada da condição de muito calor para calor e em alguns pontos mais sombreados essa sensação chega à condição de pouco calor.

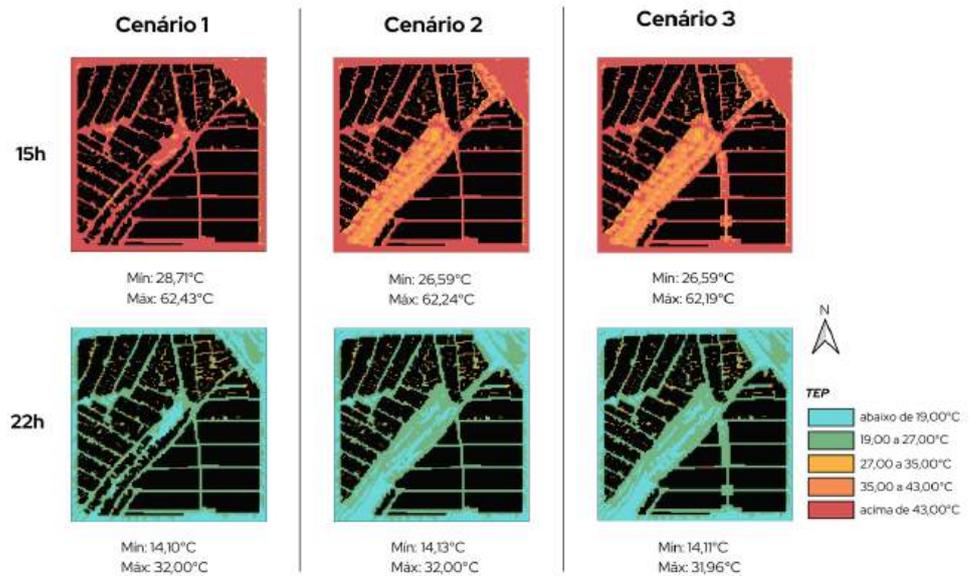
Já na via principal, abaixo da cobertura arbórea a sensação térmica passa de muito calor no cenário existente para calor nos cenários com intervenção. Abaixo das estruturas tensesis também se observa o mesmo comportamento. A sensação térmica passa de muito calor no cenário existente para calor no cenário 2.

Os resultados do TEP para as 22h mostram um aumento das áreas com sensação de pouco frio onde foi proposta a vegetação, tanto na área desocupada e com adensamento arbóreo quanto na via principal. Por outro lado, houve um aumento na sensação de calor abaixo das estruturas tensesis, na comparação com a mesma área no cenário existente. Isso se deve ao fato de a estrutura tênsil formar uma barreira para a dispersão de calor no período noturno, tornando o espaço abaixo mais quente, ao contrário do que ocorre durante o dia.

**Figura 43.**  
 Comparação da temperatura do ar entre os cenários para às 15h e 22h.  
 Fonte: C-Adapt, 2024.



**Figura 44.**  
 Comparação do TEP entre os cenários para às 15h e 22h.  
 Fonte: C-Adapt, 2024.



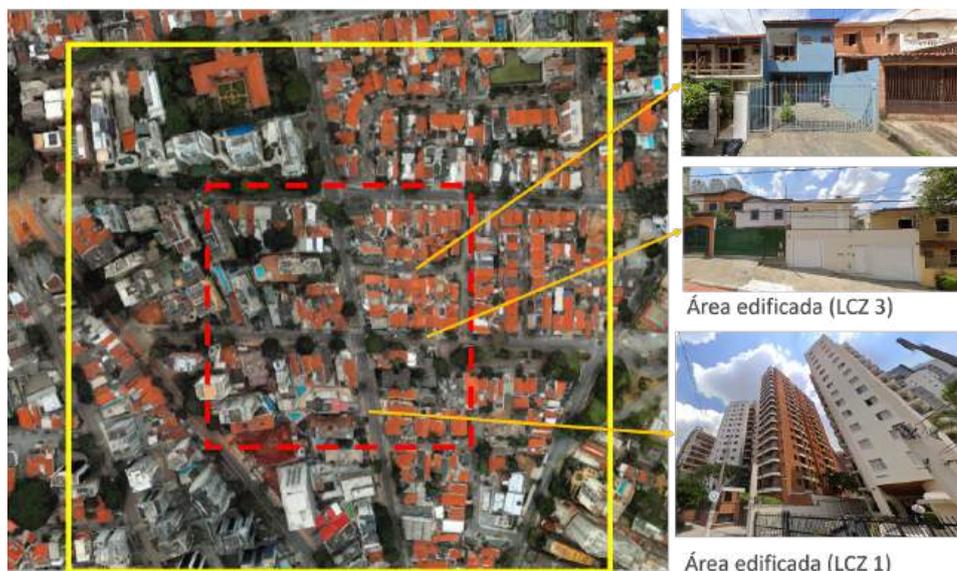
### Análise microclimática 3 - Distrito Vila Mariana

Com uma população de 127.286 habitantes, de acordo com o censo demográfico de 2022, o distrito Vila Mariana integra a subprefeitura de mesmo nome, e localiza-se na região sul da cidade. De acordo com a Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo, parte significativa deste território é grafado como Zona Eixo de Estruturação e Transformação Urbana (ZEU), áreas em que se objetiva a promoção do adensamento construtivo, populacional, atividades econômicas e serviços públicos, devido à presença de transporte público de média e alta capacidade no local.

A escolha da área para análise no distrito Vila Mariana considerou os seguintes critérios: (i) **proximidade com a estação meteorológica do Centro de Gerenciamento de Emergências Climáticas-CGE**, da Prefeitura de São Paulo; (ii) **local com grande incidência de verticalização recente no entorno**, e a expansão do perímetro da ZEU, que permite maior adensamento construtivo na área.

A Figura 45 mostra a área de estudo em amarelo e área de análise, no centro do modelo, em vermelho, tendo como características a presença de edificações altas em arranjo compacto recente (LCZ 1); área com presença de edificações baixas em arranjo compacto (LCZ 3).

**Figura 45.**  
Definição da área de estudo da Vila Mariana.  
Fonte: C-Adapt, 2024.



Área edificada (LCZ 3)

Área edificada (LCZ 1)

#### Referência para localização da área de Estudo:

Rua D. Avelina x Rua Bartolomeu de Gusmão

Coordenadas: 23°34'56.4"S 46°33'15.7"W

Link <https://maps.app.goo.gl/6saWMFe3BNhBKG68>

As simulações consideraram diferentes cenários para realizar as análises microclimáticas. A comparação de dois cenários estudados permitiu avaliar o impacto da aplicação dos parâmetros da legislação urbanística atual, de nova morfologia proposta e da implementação de infraestrutura verde.

**Cenário 1**- com adensamento construtivo máximo permitido pela legislação urbanística atual e ampliação de arborização viária de pequeno porte;

**Cenário 2**- adensamento construtivo com maior espaçamento entre os edifícios, implantação de vegetação de pequeno e de médio porte nas vias e interior das quadras.

As análises dos cenários foram realizadas observando duas variáveis microclimáticas: a temperatura do ar e a Temperatura Equivalente Percebida (TEP) para dois horários: às 15h, que é o horário mais quente, e às 22h, no período noturno.

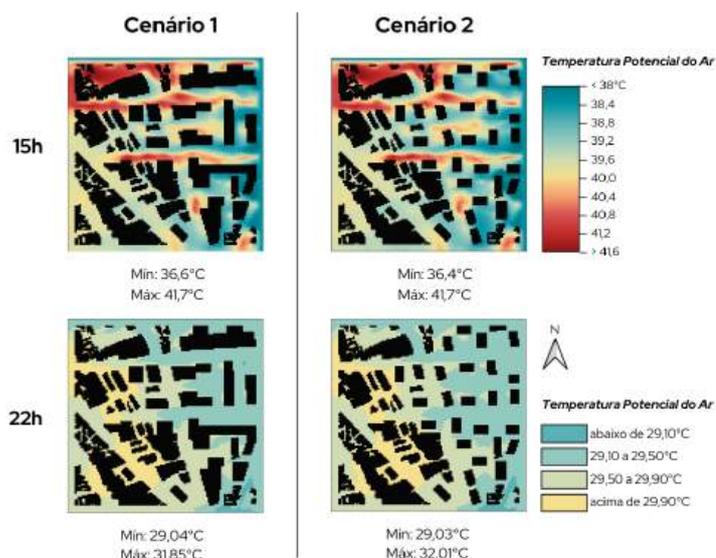
De forma geral, a temperatura do ar no período diurno é diretamente afetada pelo efeito do sombreamento dos edifícios e da presença de vegetação (Figura 46), haja vista a predominância da coloração azul na área de estudo. Ou seja, as temperaturas são menores que 39°C, sendo que o cenário 2, com o acréscimo de árvores no interior das quadras, evidencia-se o efeito da vegetação na redução da temperatura do ar.

O cenário 1 apresenta áreas com temperaturas menores do que 39°C, mas ainda existem áreas com temperaturas maiores que 39°C. Isso ocorre por conta das áreas pavimentadas das vias e pelo pouco espaçamento entre os edifícios, que apresentam grandes embasamentos de 3 pavimentos que bloqueiam a ventilação no nível do pedestre e a quantidade menor de vegetação arbórea nas vias em comparação com o cenário 2, no qual há o incremento da arborização no interior das quadras.

Para o horário das 15h, observa-se que, conforme se amplia o sombreamento dos edifícios altos em conjunto com incremento de vegetação arbórea, os valores de temperatura do ar nas áreas com as temperaturas mais baixas do cenário 1, tendem a diminuir no cenário 2.

No período das 22h, observa-se para o cenário 1, com edifícios altos, baixo valor para FVC, setores com valores acima de 29,9°C. Já no cenário 2, com a nova morfologia proposta e acréscimo de vegetação intraquadra, a temperatura do ar varia entre 29,1°C e 29,5°C. O que evidencia a importância de áreas arborizadas não apenas nas vias, mas no interior das quadras.

**Figura 46.**  
 Comparação da temperatura do ar entre os cenários para às 15h e 22h - z: 1,5m.  
 Fonte: C-Adapt, 2024.

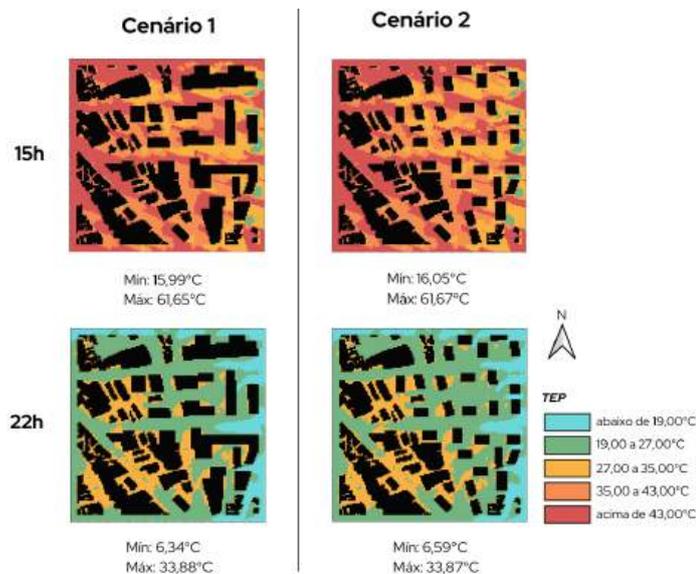


Para os resultados da TEP, a Figura 47 mostra a comparação desse índice de conforto para às 15h e 22h, considerando os dois cenários propostos.

Por meio do sombreamento dos edifícios e das árvores, é possível chegar a valores da TEP entre 27°C e 35°C, representando uma sensação de pouco calor, às 15:00 h. Os resultados da TEP às 22h para ambos o cenário também é similar, indicando que os espaços entre os edifícios altos residenciais e o interior das quadras com baixa densidade construtiva apresentam uma condição de pouco calor, enquanto as demais áreas estão em conforto térmico (19°C a 27°C).

O cenário 1 tem resultados de pouco calor para a TEP nas áreas com o sombreamento dos edifícios e da vegetação arbórea, enquanto as áreas sem cobertura vegetal têm sensação térmica de muito calor (acima de 43°C). No período noturno, o cenário 2, com os edifícios propostos em arranjo com vegetação intraquadra e um maior espaçamento entre os edifícios, resultou em uma condição de conforto com valores da TEP entre 19°C a 27°C.

**Figura 47.**  
 Comparação do TEP entre os cenários para às 15h e 22h - z: 1,5m.  
 Fonte: C-Adapt, 2024.



### 3.4.3 Difusão, comunicação e engajamento face à emergência climática

Por meio de uma cooperação técnica, a SVMA e o IAG/USP colaboram entre si para a realização de encontros, oficinas técnicas e seminários e para elaboração e publicação de um Atlas de Temperaturas da Cidade de São Paulo, que deverá ter ampla divulgação para o público em geral.

A cooperação técnica que se firmou entre a Universidade e o poder público municipal está pautada em um processo interativo, fundamentado no diálogo e na comunicação entre partes envolvidas, articulando a produção de conhecimento, a compreensão de problemas e de determinadas questões técnicas e o desenvolvimento da capacidade de tomar decisões de forma colaborativa e negociada, compartilhando a responsabilidade pelos resultados obtidos.

**Figura 48.**  
 Imagens de encontro entre SVMA e IAG/USP.  
 Fonte: SVMA.



O enfrentamento dos riscos e impactos decorrentes da mudança do clima exige novas capacidades e competências das instituições e agentes públicos. Exige, ademais, uma estratégia de governança baseada em participação social mais qualificada, condição essencial para a boa formulação de políticas públicas diante de problemas complexos e suas incertezas. A qualidade da participação pública no processo de tomada de decisão é uma medida da qualidade da vida democrática e uma oportunidade de promover sociedades mais resilientes, com capacidade de aprender e se adaptar de forma coletiva.

Para que ocorra um diálogo público efetivo, a comunicação sobre os riscos climáticos deve estar baseada em informação de qualidade. O entendimento de um problema é pressuposto para que as partes interessadas comecem a dividir sua compreensão sobre ele, explorando as possibilidades de perspectivas para a intervenção e enfrentamento. O debate público pautado pela lógica da aprendizagem social e pela cooperação é imprescindível para a proposição e implementação de ações estratégicas ao enfrentamento dos impactos da mudança do clima. O Atlas de Temperaturas da Cidade de São Paulo deve ser uma ferramenta de comunicação com a sociedade, possibilitando uma forma de melhor compreender e enfrentar os riscos climáticos, subsidiando a formulação de políticas públicas e a tomada de decisões.

O mapeamento das criticidades das temperaturas deve ser uma base para o monitoramento do clima na cidade, sendo necessário sistematizar e divulgar os dados e informações em uma plataforma de monitoramento. Assim, o projeto prevê a criação e alimentação de uma plataforma, SampaClima, que apresentará produtos e serviços para a população conhecer não apenas o clima da cidade, mas as várias formas em que ele interfere na vida urbana. Essa plataforma ainda poderá ser um canal de comunicação direto com a população, para o mapeamento de questões relacionadas às altas temperaturas, como, por exemplo, a investigação de ilhas de frescor no meio da cidade.



São Paulo. Foto: Acervo SVMA.

# 4

## CONSIDERAÇÕES FINAIS, RECOMENDAÇÕES E PRÓXIMOS PASSOS

# 4

## CONSIDERAÇÕES FINAIS, RECOMENDAÇÕES E PRÓXIMOS PASSOS

As mudanças climáticas representam um desafio global que exige respostas locais, e a cooperação entre cidades ibero-americanas tem se mostrado uma estratégia crucial para enfrentar esses desafios, especialmente diante do aumento das temperaturas e dos impactos das ilhas de calor urbanas. A troca de experiências e o aprendizado mútuo entre cidades com contextos e realidades distintas, mas unidas pelos mesmos desafios ambientais, contribuem para o fortalecimento das políticas públicas e para o desenvolvimento de soluções adaptadas às necessidades locais. A colaboração internacional permite que as cidades compartilhem recursos, dados e boas práticas, promovendo ações mais eficazes e fomentando a solidariedade entre os territórios da Iberoamérica.

Nesse contexto, o intercâmbio de conhecimentos tem sido fundamental para cidades como Bogotá, Buenos Aires, Lisboa e São Paulo, que, apesar de suas diferenças geográficas e socioeconômicas, enfrentam desafios climáticos semelhantes, como o aumento das temperaturas e a intensificação de eventos climáticos extremos. A cooperação entre as cidades ibero-americanas facilita a integração de soluções inovadoras e sustentáveis no planejamento urbano, com uma abordagem holística que leva em consideração não apenas a adaptação e a mitigação das mudanças climáticas, mas também a inclusão social. A participação cidadã tem sido um pilar essencial, garantindo que as políticas públicas reflitam as necessidades e os anseios da população e fortalecendo o impacto das ações climáticas.

O aprendizado coletivo entre cidades ibero-americanas é fundamental para o desenvolvimento de uma governança urbana mais eficaz e resiliente. A cooperação internacional, especialmente por meio da UCCI, fortalece o comprometimento das cidades com a agenda global de enfrentamento das mudanças climáticas, particularmente no que diz respeito à adaptação ao aumento das temperaturas e à mitigação das ilhas de calor urbanas. A troca de experiências entre diferentes territórios amplia a capacidade de resposta local e contribui para a construção de soluções inclusivas, adaptadas às realidades de cada cidade, que promovam um futuro mais sustentável para todos. As reflexões das cidades a seguir, Bogotá, Buenos Aires, Lisboa e São Paulo, ilustram o impacto da cooperação na formulação de políticas públicas sustentáveis e resilientes, ajudando as cidades a enfrentar os desafios climáticos globais de maneira colaborativa e eficiente.

## 4.1. Reflexões das cidades

### Bogotá

O planejamento de Bogotá nos últimos anos tem questionado a ausência do eixo ambiental como um determinante principal para o planejamento do território. Nesse sentido, abordar a questão sob uma perspectiva ambiental e a demanda por uma agenda de mitigação e adaptação climática estão se tornando um foco para a tomada de decisões, que, por sua vez, devem ser informadas e fundamentadas na ciência para mitigar o risco para milhares de pessoas.

O apoio da cooperação internacional e o intercâmbio de experiências entre diferentes territórios nos permitem perceber que esses problemas não afetam um único território. Os problemas ambientais não conhecem fronteiras, e esses espaços nos ajudam a refletir que são questões que devem ser abordadas com enfoques de inclusão e participação cidadã, como têm feito as cidades de Buenos Aires, São Paulo e Lisboa.

### Buenos Aires

A cooperação multilateral e a diplomacia entre cidades são eixos centrais da estratégia de relacionamento internacional da Cidade de Buenos Aires.

Por meio de diferentes ferramentas e iniciativas, é possível aproveitar oportunidades, recursos disponíveis e consolidar vínculos e relações com organismos internacionais e agências de desenvolvimento.

Da mesma forma, fortalecem-se os laços com atores relevantes do financiamento multilateral, como os bancos de desenvolvimento, além de impulsionar projetos e iniciativas de cooperação técnica que acompanhem os eixos prioritários da gestão, participando de diferentes chamadas de organismos, agências e redes de cidades, em muitas das quais a Cidade desempenha um forte papel de liderança e protagonismo.

Nesse sentido, a participação em projetos de cooperação técnica liderados pela rede UCCI contribui para consolidar Buenos Aires como um ator relevante no cenário da cooperação internacional, estabelecendo alianças estratégicas com outras cidades e participando ativamente em fóruns e espaços multilaterais.

Além disso, é essencial destacar o papel da Cidade como referência regional e global em cooperação, compartilhando sua experiência e conhecimentos técnicos, promovendo o intercâmbio de experiências e boas práticas, bem como mobilizando e fortalecendo recursos.

Tudo isso, sem dúvidas, contribui para fortalecer a colaboração internacional e continuar destacando a inovação na gestão local e o posicionamento de Buenos Aires nas agendas globais.

## **Lisboa**

A realização de encontros entre cidades para a partilha de experiências de iniciativas e políticas públicas sustentáveis revela-se extremamente valiosa, fortalecendo a cooperação e permitindo que cada cidade aprenda com as melhores práticas e desafios enfrentados pelos outros centros urbanos.

Embora cada cidade tenha as suas particularidades e desafios, pelas diferentes características geográficas e urbanísticas, estes encontros evidenciaram a importância de considerar o contexto de cada local e uma abordagem holística para a definição e desenvolvimento das políticas públicas. As cidades precisam de integrar soluções de adaptação e mitigação que considerem inovadoras e eficazes, não apenas no planeamento urbano, na infraestrutura verde, mas também na redução das emissões de carbono e que contribuam para a melhoria da qualidade de vida e bem-estar da população. A resiliência urbana não é apenas uma questão de infraestrutura, mas também de inclusão social e envolvimento comunitário.

Estes encontros e aprendizagens reforçam a ideia da importância do envolvimento da população, garantindo maior consistência e apoio nas soluções implementadas e que as políticas públicas reflitam as necessidades e desejos da sociedade. A promoção da informação e sensibilização da população sobre os impactos das alterações climáticas e a importância de ações sustentáveis são fundamentais para mobilizar todos.

A colaboração entre Bogotá, Buenos Aires, Lisboa e São Paulo é um passo importante em direção a um futuro mais sustentável e resiliente. A troca de conhecimentos e experiências não apenas enriquece o desenvolvimento de políticas públicas, mas também fortalece a solidariedade entre cidades diante do desafio global que são as alterações climáticas e os seus impactos.

## **São Paulo**

A cooperação internacional tem sido uma ferramenta fundamental para São Paulo, proporcionando valiosos aprendizados no enfrentamento dos desafios climáticos, como o aumento das temperaturas e as ilhas de calor urbanas. A troca de experiências com cidades como Bogotá, Buenos Aires e Lisboa tem permitido que São Paulo adote soluções adaptativas mais eficazes, adaptadas ao contexto local. Essas parcerias facilitam a implementação de estratégias como o aumento da vegetação urbana e a criação de

espaços públicos verdes, que têm mostrado resultados positivos na redução das temperaturas e na promoção de uma cidade mais sustentável.

Além disso, os intercâmbios com outras cidades possibilitam a São Paulo uma melhor compreensão das diversas abordagens de planejamento urbano, considerando tanto a mitigação das mudanças climáticas quanto a promoção da qualidade de vida. A colaboração com cidades que, apesar de condições geográficas e climáticas particulares, enfrentam desafios semelhantes tem sido uma fonte de inspiração, permitindo a adaptação das melhores práticas para o contexto específico da cidade. Ao compartilhar dados, experiências e soluções, as cidades se tornam mais resilientes e preparadas para lidar com os efeitos das mudanças climáticas.

Esses aprendizados e a colaboração entre cidades fortalecem a capacidade de São Paulo de desenvolver políticas públicas mais inclusivas e eficazes. A participação em redes internacionais, como o C40 Cities e o ICLEI, além da UCCI, também oferece à cidade o apoio necessário para enfrentar a complexidade dos problemas climáticos, estimulando o engajamento da comunidade e garantindo que as soluções implementadas atendam às necessidades locais. A cooperação, portanto, é essencial para promover um futuro mais sustentável, com políticas urbanas que não apenas enfrentem os desafios climáticos, mas também melhorem a qualidade de vida para todos.

## **4.2. Recomendações**

A troca de experiências entre as cidades e os resultados das análises dos dados e informações consolidados neste trabalho sinalizam alguns caminhos para adaptação da Cidade de São Paulo ao agravamento da crise climática. Alcançar o modelo de cidade compacta preconizado pela atual legislação urbanística pressupõe o adensamento construtivo junto aos locais com boa oferta de transporte público e boa condição para a mobilidade ativa, que precisa estar em direta consonância com o aumento da densidade populacional. O desafio que se impõe nesta oportunidade de transformação urbana é que ela seja pautada por soluções capazes de aumentar a resiliência da cidade, reduzindo as emissões de gases de efeito estufa, e os riscos climáticos, especialmente para a população vulnerabilizada.

Passados dez anos desde a aprovação do Plano Diretor, que adotou os Eixos de Estruturação da Transformação Urbana como estratégico no reordenamento territorial, é fundamental o aprofundamento de estudos do efeito da implantação desse modelo urbano em

diversos aspectos, particularmente destacamos a necessidade da continuidade de estudos climatológicos, considerando os diferentes padrões morfológicos e climáticos da cidade. Os resultados e impactos da verticalização nos eixos de estruturação da transformação urbana e seu entorno precisam ser analisados do ponto de vista climatológico, considerando os possíveis efeitos do aumento das emissões, das temperaturas do ar e de superfície, das ilhas de calor etc., com a finalidade de avaliação da produção urbana resultante da legislação urbanística e para o aprimoramento das normas que regulam a ocupação do solo.

As modelagens digitais paramétricas possibilitam a realização de simulações de cenários considerando alterações nas situações existentes, de modo a avaliar as condições microclimáticas resultantes da transformação do espaço urbano. É importante avançar em análises que demonstrem os efeitos na alteração dos arranjos de implantação dos edifícios, de modo a verificar os efeitos de sombreamento e circulação de ventos na temperatura; estudar novos elementos de amenização climática, tendo como exemplo a implantação de diferentes soluções de cobertura vegetal nos passeios públicos, como medidas complementares e, a mensuração do conforto térmico de diferentes medidas adaptativas.

Considerando que os efeitos das mudanças climáticas incidem de forma heterogênea no território é prioritário orientar as ações de adaptação aos riscos climáticos, especialmente em locais com presença de população em alta vulnerabilidade, considerando o grau de exposição aos riscos e impactos na saúde das pessoas.

Conhecer os territórios e as populações mais vulnerabilizadas, assim como estabelecer diretrizes adaptativas adequadas, exige ações coordenadas e que requer a articulação interinstitucional e a participação social em diferentes etapas. O fortalecimento de canais de comunicação sobre os dados e informações climatológicas pode apoiar esse processo, sobretudo se realizado com base em governança e gestão da produção e difusão dos dados de modo participativo, destacando-se os canais de participação, como o Conselho Municipal do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (CADES), o Comitê Municipal de Mudança do Clima e Ecoeconomia (CMMCE), a Conselho Municipal de Política Urbana (CMPU), os órgãos públicos municipais, estaduais e federais que fazem a produção e gestão dos dados.

### 4.3. Próximos passos

A materialização dos resultados e recomendações do Projeto **Instrumento de Gestão Urbana e Ambiental: Atlas das Temperaturas da cidade de São Paulo**, que compreende produtos parciais da cooperação técnica entre a Secretaria do Verde e Meio Ambiente do Município de São Paulo (SVMA) e o Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo (IAG/USP), reforça a necessidade de definir os próximos passos para consolidar uma base técnica e científica robusta para promover medidas de adaptação da Cidade de São Paulo ao agravamento das mudanças climáticas, e para aprimorar a governança e gestão dos dados e informações climatológicas, incluindo a melhoria na comunicação e engajamento das pessoas nas questões urbanísticas e climáticas.

Os principais resultados do Projeto foram retratados por meio do intercâmbio de informações e experiências entre as cidades, da realização de diagnósticos e prognósticos sobre as dinâmicas termais e a correlação com o uso e ocupação do solo, com a aplicação de metodologias consagradas e replicáveis para os diversos contextos urbanos das cidades ibero-americanas, destacando-se os mapeamentos das temperaturas da superfície, do índice de cobertura vegetal, da morfologia urbana e as análises microclimáticas realizadas. Além da divulgação dos resultados por intermédio desta publicação, o Projeto fomentou o desenvolvimento de uma plataforma digital da SVMA, que receberá o conjunto de dados e informações pertinentes ao clima urbano, incluindo aquelas produzidas no âmbito deste Projeto.

Ressalta-se três frentes de ações a serem realizadas para subsidiar a formulação de políticas públicas que reflitam o enfrentamento da criticidade térmica, a seguir descritas.

A primeira se refere à produção de **dados e informações climatológicas**, em continuidade ao desenvolvimento das ações previstas no âmbito da cooperação técnica entre a SVMA e o IAG/USP, que terá como marco final o Atlas das Temperaturas da Cidade de São Paulo. Os produtos intermediários a serem disponibilizados no próximo ano são:

1. Mapeamento das temperaturas médias da superfície para quatro décadas 1984-1995, 1995-2005, 2005-2015 e 2015-2024, e para os 40 anos 1984-2024, por meio de sensoriamento remoto, utilizando imagens dos satélites Landsat 5, 8 e 9.
2. Mapeamento da vegetação aplicando-se o método constituído pelo Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI),

também utilizando o processamento digital das imagens dos satélites Landsat 5, 8 e 9.

3. Avaliação das tendências de aumento e diminuição das temperaturas e identificação das áreas críticas quanto à variação das temperaturas na cidade de São Paulo, considerando as diferentes tipologias de uso e ocupação do solo.

A segunda frente de ação diz respeito à **difusão, comunicação e engajamento**, por meio do lançamento, ainda este ano, da primeira versão de uma plataforma digital, que se constitui em instrumento de interação entre a administração pública e a sociedade para o compartilhamento de dados e informações sobre as temperaturas, a vegetação, a morfologia urbana, as boas práticas e as estratégias de adaptação à mudança do clima.

A versão subsequente da plataforma, no próximo ano, pressupõe o pleno uso de sua multifuncionalidade, com a disponibilização de mapas interativos para a visualização espacial dos dados e a sobreposição de diferentes camadas de informações de climatologia, vegetação, morfologia urbana, vulnerabilidade ao calor, risco climático, demografia, densidade construtiva, entre outras. Além de painel (dashboard) com a organização temporal (anos, meses, dias) e espacial dos dados (Município de São Paulo (MSP), regiões do MSP, subprefeitura, distrito, setor censitário) e respectivos infográficos.

Também deverá ser disponibilizada uma ferramenta colaborativa de participação pública, para que os cidadãos possam indicar no mapa digital, quais são os melhores locais na Cidade de São Paulo para se refrescar do calor.

Outra ação relevante, voltada à comunicação e engajamento das pessoas para colaborar na formulação de políticas públicas e adaptação da cidade às mudanças do clima, é a imediata divulgação e discussão dos resultados e recomendações deste trabalho, junto ao CADES e aos Conselhos Regionais de Meio Ambiente, Desenvolvimento Sustentável e Cultura de Paz (CADES Regionais).

Por fim, a terceira frente de ação diz respeito ao **planejamento de ações**, por meio da proposição de uma rede de refúgios climáticos, tendo como uma das bases, as contribuições que poderão ser recebidas por meio da ferramenta colaborativa da plataforma digital.



São Paulo. Foto: Acervo SVMA.

# 5

## REFERÊNCIAS

# 5

## REFERÊNCIAS

ALCANTARA, L. *et al.* **Definição de faixa de conforto térmico do índice PET para espaços abertos em clima Cfa.** In: Anais do Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído-ANTAC, 18, Porto Alegre, 2020. Disponível em: <https://eventos.antac.org.br/index.php/entac/article/view/892> Acesso em: 04dez 2024.

ARGENTINA. **Informe Especial n° 9 Por Ola De Calor / Altas Temperaturas Temporada 2022-2023.** Servicio Meteorológico Nacional. 2023.

ARGENTINA. SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL (SMN). Disponível em: <https://www.smn.gob.ar/>. Acesso em: 17 out. 2024.

ASHRAE. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers. **ASHRAE History.** Sem data. Disponível em <https://www.ashrae.org/about/mission-and-vision/ashrae-industry-history>. Acesso em: 25 nov. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Mudanças Climáticas para Profissionais da Saúde – Guia De Bolso.** Ministério da Saúde. Brasília, 2024. Disponível em <https://www.gov.br/saude/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/guias-e-manuais/2024/guia-mudancas-climaticas-para-profissionais-da-saude.pdf>. Acesso em: 10 out. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. **O que são arboviroses.** Disponível em <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/a/arboviroses>. Acesso em: 06 nov. 2024.

BRASIL. Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento. **Diagnósticos SNIS.** Disponível em: HYPERLINK “<https://www.gov.br/cidades/pt-%20br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/snis/produtos-do-%20snis/diagnosticos-snis>” <https://www.gov.br/cidades/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/snis/produtos-do-snis/diagnosticos-snis>. Acesso em: 22 nov. 2024.

BRUSE, M., FLEER, H. **Simulating surface-plant-air interactions inside urban environments with a three-dimensional numerical model.** Environmental Modelling and Software, v.13, n. 3, p. 373-384. 1998.

BUENOS AIRES (Ciudad). **Censo 2016: Barrio 20.** Instituto de la Vivienda del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires. 2016.

BUENOS AIRES (Ciudad). **Plan de Acción Climática 2050.** Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires. 2021.

BUENOS AIRES (Ciudad). GOVERNO DA CIDADE DE BUENOS AIRES. **Barrio 20.** Disponível em: <https://vivienda.buenosaires.gob.ar/integracion/barrio-20#top>. Acesso em: 29 nov. 2024.

C3S. ECMWF. Copernicus Climate Change Service. European Centre for Medium-Range Weather Forecasts. **The year 2024 set to end up as the warmest on record.** 07/11/2024. Disponível em <https://climate.copernicus.eu/year-2024-set-end-warmest-record>. Acesso em: 10 jul. 2024.

CLIMATEMPO. **Quando a chuva no RS vai parar? Quando o calorço vai embora?** 2024. Disponível em: <https://www.climatepo.com.br/noticia/2024/05/08/quando-a-chuva-no-rs-vai-parar-quando-o-calorao-vai-emboraa-4978>. Acesso em: 29 nov. 2024.

CONPES. **Documento CONPES 31: Política de Acción Climática 2023-2050.** 2023. Disponível em: [https://www.sdp.gov.co/sites/default/files/decretos-conpes/doc\\_conpes\\_31\\_pp\\_aclimatica.pdf](https://www.sdp.gov.co/sites/default/files/decretos-conpes/doc_conpes_31_pp_aclimatica.pdf). Acesso em: 22 nov. 2024.

DATOS ABIERTOS BOGOTÁ. **Datos Abiertos Bogotá.** 2024. Disponível em: <https://datosabiertos.bogota.gov.co/>. Acesso em: 22 nov. 2024.

DOMINGUES, L. M. e ROCHA, H. R. **Serial droughts and loss of hydrologic resilience in a subtropical basin: the case of water inflow into the Cantareira reservoir system in Brazil during 2013-2021.** Journal of Hydrology: Regional Studies, vol. 44, 101235.

DW. Deutsche Welle. **Summer 2024 was Northern Hemisphere's hottest on record.** 06/09/2024. Disponível em <https://www.dw.com/en/summer-2024-was-northern-hemispheres-hottest-on-record/a-70149033>. Acesso em: 21 nov. 2024.

ERMIDA, SL; Soares, P; MANTAS, V.; GÖTTSCHE, F.-M.; TRIGO, IF **Código de código aberto do Google Earth Engine para estimativa de temperatura da superfície terrestre da série Landsat.** Remote Sens. 2020, 12, 1471. <https://doi.org/10.3390/rs12091471>.

- FERREIRA, L. S. **Vegetação, temperatura de superfície e morfologia urbana: um retrato da região metropolitana de São Paulo**. 2019. 195p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019. Disponível em [https://teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16132/tde-02102019-173844/publico/TELUCIANASCHWANDNERFERREIRA\\_rev.pdf](https://teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16132/tde-02102019-173844/publico/TELUCIANASCHWANDNERFERREIRA_rev.pdf). Acesso em: 05 nov. 2024.
- FERREIRA, L. S.; DUARTE, D. **Exploring the relationship between urban form, land surface temperature and vegetation indices in a subtropical megacity**. 2019. <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2018.11.002>
- FERREIRA, L. S.; DUARTE, D. **How hot is your city design? Surface temperature portrait of São Paulo Metropolitan Region**. 2022 <https://www.researchgate.net/publication/365780463>
- FERREIRA, L. S. et al. **Mapping local zones for São Paulo metropolitan region: a comparison between the local climate zone map and two other local maps**. 2017, Anais. Edinburgh: Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, 2017. Disponível em: <https://plea2017.net/#programmes-container>. Acesso em: 28 nov 2024.
- FERREIRA, M. J.; ROCHA, H. R. **Green roof infrastructure outperforms grey technology in flood mitigation in São Paulo urbanized region**. *Frontiers In Built Environment*, v. 9, p. 1-19, 2023.
- GOBO, J. et al. **Empirical Model of Human Thermal Comfort in Subtropical Climates: A First Approach to the Brazilian Subtropical Index (BSI)**. *Atmosphere*, v. 9, p. 391, 2018.
- GUSSON, C. S. **O impacto da verticalização no microclima urbano e no conforto térmico na escala do pedestre: o papel da geometria e da envoltória dos edifícios**. São Paulo: FAUUSP, 2020. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo.
- IAG/USP. **Boletim climatológico anual da estação meteorológica do IAG/USP - 2023**. Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo (IAG/USP). Disponível em: <http://www.estacao.iag.usp.br/boletim.php>. Acesso em: 21 nov. 2024.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **São Paulo – Panorama**. Disponível em <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/sao-paulo/panorama>. Acesso em: 23 nov. 2024.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades e Estados – São Paulo – SP**. 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/sp/sao-paulo.html>. Acesso em: 29 nov. 2024.
- IDECA. Infraestructura de Datos Espaciales de Bogotá. **La Infraestructura de Datos Espaciales de Bogotá**. 2024. Disponível em: <https://www.ideca.gov.co/>. Acesso em: 22 nov. 2024.
- INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES DE BOGOTÁ. **Infraestructura de Datos Espaciales de Bogotá**. 2024. Disponível em: <https://www.ideca.gov.co/>. Acesso em: 22 nov. 2024.
- INMET. Instituto Nacional de Meteorologia do Brasil. **Ano de 2023 é o mais quente da série histórica no Brasil**. 09/01/2024. Disponível em <https://portal.inmet.gov.br/noticias/ano-de-2023-%C3%A9-o-mais-quente-da-hist%C3%B3ria-do-brasil>. Acesso em: 21 nov. 2024.
- INMET. Instituto Nacional de Meteorologia do Brasil. **Glossário**. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/glossario/glossario#O>. Acesso em: 30 out. 2024.
- IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. **Summary for policymakers**. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. 2014. Disponível em [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ar5\\_wgII\\_spm\\_en.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ar5_wgII_spm_en.pdf). Acesso em: 10 out. 2024.
- IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. **Guidance note – The concept of risk in the IPCC Sixth Assessment Report: a summary of cross Working Group discussions**. 2021a. Disponível em <https://www.ipcc.ch/event/guidance-note-concept-of-risk-in-the-6ar-cross-wg-discussions/>. Acesso em: 06 nov. 2024.
- IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. **Annex VII: Glossary**. In *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. 2021. doi:10.1017/9781009157896.022. 2021b. Disponível em [https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC\\_AR6\\_WGI\\_AnnexVII.pdf](https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_AnnexVII.pdf). Acesso em: 10 out. 2024.
- IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. **Cities, Settlements and Key Infrastructure**. In: *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, pp. 907-1040, doi:10.1017/9781009325844.008. 2022a. Disponível em [https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/downloads/report/IPCC\\_AR6\\_WGII\\_Chapter06.pdf](https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/downloads/report/IPCC_AR6_WGII_Chapter06.pdf). Acesso em: 13 set. 2024.
- IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. **Cross-Chapter Paper 1: Biodiversity Hotspots**. In: *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. 2022b. Disponível em [https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/downloads/report/IPCC\\_AR6\\_WGII\\_CCPI1.pdf](https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/downloads/report/IPCC_AR6_WGII_CCPI1.pdf). Acesso em: 10 out 2024.

- IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. **AR6 Synthesis Report: Climate Change 2023**. 2023. Disponível em <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-cycle/>. Acesso em: 06 nov. 2024.
- IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. 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**. IPCC, Geneva. 2023. Disponível em [https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC\\_AR6\\_SYR\\_SPM.pdf](https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC_AR6_SYR_SPM.pdf). Acesso em: 10 out. 2024.
- IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/>. Acesso em: 29 nov. 2024.
- IPMA. Instituto Português do Mar e Atmosfera. Lisboa. **Normal Climatológica 1981-2010**. Disponível em <https://www.ipma.pt/pt/oclima/normais.clima/1981-2010/#535>. Acesso em: 03 nov. 2024.
- KATO, M.; LAUDER, B. **The Modelling of Turbulent Flow around Stationary and Vibrating Square Cylinder**. Journal. Proceedings of 9th Symposium of Turbulent Shear Flows, 1993.
- LABEEE. Laboratório de Eficiência Energética em Edificações da Universidade Federal de Santa Catarina. **Revisão da NBR 16.401-2: Conforto Térmico**. Sem data. Disponível em <https://labeee.ufsc.br/node/808>. Acesso em: 25 nov. 2024.
- LISBOA E-NOVA. Agência de Energia e Ambiente de Lisboa. **Observatórios de Lisboa**. Disponível em: [https://observatorios-lisboa.pt/info\\_emissoes.html](https://observatorios-lisboa.pt/info_emissoes.html). Acesso em: 19 nov. 2024.
- LISBOA, Câmara Municipal de. **Contrato Climático Cidade de Lisboa 2030 | Lisbon Climate City Contract 2030 - Version n.3 - March 2024**. Lisboa, 2024. Disponível em <https://netzerocities.app/resource-4423>. Acesso em: 23 nov. 2024.
- LISBOA, Câmara Municipal de. **Estratégia Municipal de Adaptação às Alterações Climáticas de Lisboa - EMAAC 2017**. Lisboa, 2017. Disponível em <https://www.am-lisboa.pt/documentos/1500047537N7kAH7uz5Of28CP9.pdf>. Acesso em: 23 nov. 2024.
- LISBOA, Câmara Municipal de. **Lisboa Aberta**. Disponível em <https://lisboaaberta.cm-lisboa.pt/index.php/pt/>. Acesso em: 20 nov. 2024.
- LISBOA, Câmara Municipal de. **Projeto "Ondas de Calor"**. Disponível em <https://www.lisboa.pt/temas/ambiente/qualidade-ambiental/alteracoes-climaticas/ondas-de-calor>. Acesso em: 15 out 2024.
- LISBOA, Câmara Municipal de. **Plano de Ação Climática Lisboa 2030**. Lisboa, 2021. Disponível em [https://amensagem.pt/wp-content/uploads/2021/08/PAC\\_LISBOA\\_2030\\_Relatorio.pdf](https://amensagem.pt/wp-content/uploads/2021/08/PAC_LISBOA_2030_Relatorio.pdf). Acesso em: 18 nov. 2024.
- LOPES, M.C.; LOPES, H.J.N.; PLANAS, G. **On the inviscid limit for two-dimensional incompressible flow with Navier friction condition**. SIAM. Journal on Mathematical Analysis. v.36, n.4, p. 1130-1141, 2005.
- LUSA. **Estudo avalia impacto da crise climática no Mosteiro dos Jerónimos e Torre de Belém**. Público, 03/11/2023. Disponível em <https://www.publico.pt/2023/11/03/azul/noticia/estudo-avalia-impacto-crise-climatica-mosteiro-jeronimos-torre-belem-2068903>. Acesso em: 17 nov. 2024.
- LUSTOSA, R.; RIBEIRO da Rocha, H. (2024). **Mean Land Surface Temperature in the Municipality of São Paulo between 2017 and 2023** (v0.1.0) [Data set]. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.13696768>.
- MELLOR, G. L.; YAMADA, T. **Development of a turbulence closure model for geophysical fluid problems**. Rev. Geophys. Space Phys., v.20, p. 851-875, 1982.
- MONSALVE S. María Mónica. **El calor mata: América Latina registró un 140% de muertes más por esta causa en 20 años. El País**. 23/04/2024. Disponível em HYPERLINK "<https://elpais.com/america-futura/2024-04-23/el-calor-mata-america-latina-registro-un-%20140-de-muertes-mas-por-esta-causa-en-20-anos.html>" <https://elpais.com/america-futura/2024-04-23/el-calor-mata-america-latina-registro-un-140-de-muertes-mas-por-esta-causa-en-20-anos.html>. Acesso em 15/10/2024.
- MONTEIRO DOS SANTOS, D. et al. Twenty-first-century demographic and social inequalities of heat-related deaths in Brazilian urban areas. Plos One, [S.L.], v. 19, n. 1, 24 jan. 2024. Public Library of Science (PLoS). <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0295766>.
- MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. **Modelo adaptativo de conforto para avaliação in loco de espaços urbanos abertos**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 12, n. 1, p. 61-79, 2012.
- MONTEJO, E. **Más de 200 monos aulladores han muerto en México, aunque podría haber más cuerpos ocultos en la selva**. National Geographic en español, edição de 05/06/2024. Disponível em <https://www.ngenespanol.com/animales/mas-de-200-monos-aulladores-han-muerto-en-tabasco/>. Acesso em: 05 nov. 2024.



SÃO PAULO (Município). **Plano Municipal de Áreas Protegidas, Áreas Verdes e Espaços Livres /** Coordenação: PEREIRA, Hélia S. B., SANCHEZ, Solange S. S. e IKEDA, Rosélia M. Aprovado pela Resolução CADES 228/2022. São Paulo: SVMA, 2022. Disponível em: [https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/meio\\_ambiente/arquivos/Planpavel/PLANPAVEL-VERSAO-COMPLETA.pdf](https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/meio_ambiente/arquivos/Planpavel/PLANPAVEL-VERSAO-COMPLETA.pdf), acesso em 21 out 2024.

SÃO PAULO (Município). **Plano Municipal de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica /** Coordenação geral: MARTINS, Anita Correia de Souza. Aprovado pela Resolução CADES 186/2017. São Paulo: SVMA, 2017. Disponível em: [https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/PMMA\\_final\\_8\\_jan%20ok.pdf](https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/PMMA_final_8_jan%20ok.pdf), acesso em 21 out 2024.

SÃO PAULO (Município). **Plano Municipal de Conservação e Recuperação de Áreas Prestadoras de Serviços Ambientais /** Coordenação Técnica: SANTOS, Rodrigo Martins. Aprovado pela Resolução CADES 202/2019. São Paulo: SVMA, 2019. Disponível em: [https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/meio\\_ambiente/PMSA\\_.pdf](https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/meio_ambiente/PMSA_.pdf), acesso em 21 out 2024.

SÃO PAULO (Município). Lei Municipal nº 16.402. **Disciplina o parcelamento, o uso e a ocupação no Município de São Paulo.** Alterada pelas Leis Municipais 18.081/2024 e 18.177/2024. Disponível em <https://legislacao.prefeitura.sp.gov.br/leis/lei-16402-de-22-de-marco-de-2016>, acesso em 21 out 2024.

SÃO PAULO (Município). Secretaria do Verde e do Meio Ambiente. **O Impacto das Mudanças Climáticas nas Temperaturas Urbanas: experiências de São Paulo, Lisboa, Buenos Aires e Bogotá.** Seminário virtual realizado em 16 de setembro de 2024. São Paulo, 2024. Disponível em [https://www.youtube.com/watch?v=xR\\_6\\_hbUtS](https://www.youtube.com/watch?v=xR_6_hbUtS). Acesso em: 25 nov. 2024.

SEGIB. Secretariado Geral Ibero-Americano. **Carta Ambiental Ibero-americana.** 2021. 18 p. Disponível em: [https://www.segib.org/wp-content/uploads/Carta\\_Ambiental\\_Segib\\_Digital\\_PT.pdf](https://www.segib.org/wp-content/uploads/Carta_Ambiental_Segib_Digital_PT.pdf). Acesso em: 29 nov. 2024.

SHINZATO, P. **Impacto da vegetação nos microclimas urbanos em função das interações solo-vegetação-atmosfera.** São Paulo: FAUUSP, 2014. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo.

SHINZATO, P.; SIMON, H.; DUARTE, D. H. S.; BRUSE, M. **Calibration process and parametrization of tropical plants using ENVI-met V4: São Paulo case study.** Architectural Science Review, v. 62, n. 2, p. 112-125, 2019.

STEFANON, Marc; D'ANDREA, Fabio; DROBINSKI, Philippe. Heatwave classification over Europe and the Mediterranean region. **Environmental Research Letters**, [S.L.], v. 7, n. 1, p. 014023, 22 fev. 2012. IOP Publishing. <http://dx.doi.org/10.1088/1748-9326/7/1/014023>.

STEWART, D.; OKE, T. R. Local Climate Zones for Urban Temperature Studies. Bulletin American Meteorological Society, v. 93, n. 12, p. 1879-1900, 2012.

TELHADO, M. J.; BALTAZAR, S. **Lisboa – O compromisso para a adaptação climática 2030.** 2024. Disponível em [https://www.youtube.com/watch?v=xR\\_6\\_hbUtSQ](https://www.youtube.com/watch?v=xR_6_hbUtSQ). Acesso em: 25 nov. 2024.

UN-HABITAT. United Nations Human Settlements Programme. **World Cities Report 2022 - Envisaging the Future of Cities.** 2022. Disponível em <https://unhabitat.org/wcr/2022/>. Acesso em: 10 jul. 2024.

UNESCO. Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura. **World Heritage List.** Disponível em <https://whc.unesco.org/en/list/>. Acesso em: 31 out. 2024.

UAESP. Unidade Administrativa Especial de Servicios Públicos. **Geovisor PGIRS.** 2024. Disponível em: <https://www.uaesp.gov.co/content/geovisor-pgirs>. Acesso em: 22 nov. 2024.

VALDÉS, I. **Monos aulladores caen muertos de los árboles por temperaturas extremas en México, según organizaciones ambientalistas y autoridades.** CNN en español, edição de 20/05/2024. Disponível em <https://cnnespanol.cnn.com/2024/05/20/monos-aulladores-caen-muertos-arboles-temperaturas-extremas-mexico-orix>. Acesso em: 10 nov. 2024.

WMO. World Meteorological Organization. **Climate change indicators reached record levels in 2023: WMO.** 19/02/2024. Disponível em <https://wmo.int/news/media-centre/climate-change-indicators-reached-record-levels-2023-wmo>. Acesso em: 10 jul. 2024.

WMO. World Meteorological Organization. **2019 concludes decade of exceptional global heat and high-impact weather.** 2020. Organização Mundial Meteorológica. Disponível em: <https://wmo.int/news/media-centre/2019-concludes-decade-of-exceptional-global-heat-and-high-impact-weather>. Acesso em: 29 nov. 2024.