



IberAtlas

Atlas Climático Urbano da Ibero-América

Com o apoio de:



MADRID



IberAtlas

Atlas Climático Urbano da Ibero-América

Com o apoio de:



MADRID

Créditos

Este documento foi elaborado com base em uma consultoria realizada pelo ICLEI, no âmbito do Projeto de Cooperação Técnica da UCCI: “IberAtlas: Atlas Climático Urbano da Ibero-América”; com financiamento da UCCI, da Prefeitura de Madri e do ICLEI América do Sul.

União das Cidades Capitais Ibero-Americanas (UCCI)

Almudena Maíllo de Valle, *Secretária Geral*

Luciana Binaghi Getar, *Diretora Geral*

Francisco Mugaburu, *Diretor Adjunto de Relações Internacionais e Cooperação*

María Pilar García Plorutti, *Área de Relações Internacionais e Cooperação*

Johanna Fernández, *Área de Relações Internacionais e Cooperação*

ICLEI - Governos Locais pela Sustentabilidade

Rodrigo Perpétuo, *Secretário Executivo do ICLEI América do Sul*

Rodrigo Corradi, *Secretário Executivo Adjunto e Diretor Executivo do ICLEI Brasil*

Bianca Cantoni, *Coordenadora de Relações Institucionais e Advocacy*

Vinícius Guimarães, *Assistente de Relações Institucionais e Advocacy*

Gil Scatena, *Gerente Técnico do ICLEI América do Sul*

Marília Israel, *Assessora de Projetos do ICLEI América do Sul*

Luísa Acauan Lorentz, *Analista de Biodiversidade do ICLEI América do Sul*

Letícia Borges, *Analista de Baixo Carbono do ICLEI América do Sul*

Rodrigo Nehara, *Assistente de Biodiversidade do ICLEI América do Sul*

Tiago Mello, *Assistente de Medição, Relatórios e Verificação do ICLEI América do Sul*

Cidades UCCI-ICLEI

Prefeitura de Barcelona

Prefeitura de Belém do Pará

Prefeitura de Bogotá

Governo da Cidade Autônoma
de Buenos Aires

Prefeitura de Lisboa

Prefeitura de Madri

Prefeitura de Montevidéu

Prefeitura de Quito

Prefeitura do Rio de Janeiro

Prefeitura de San Salvador Centro

Prefeitura de São Paulo

Ibero-América, 2025

Depósito Legal: M-3936-2025



Em um mundo em crise e transformação, a crescente urbanização é um fenômeno global que se manifesta de forma intensa nas cidades. Aproximadamente 70% das emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) provêm das áreas urbanas, que juntas representam mais de 80% do Produto Interno Bruto (PIB) mundial (ONU-Hábitat). Com isso, os efeitos das mudanças climáticas, como fenômenos meteorológicos extremos, ondas de calor, aumento do nível do mar e insegurança alimentar e hídrica, são enfrentados diretamente nos territórios, junto com as comunidades.

As cidades, portanto, são fundamentais para liderar o avanço em direção a um desenvolvimento sustentável, resiliente e inclusivo, empreendendo ações urgentes e transformadoras, multissetoriais e multiníveis, para enfrentar a mitigação e adaptação às mudanças climáticas.

No âmbito da Década de Ação e do quinquênio para a implementação dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (2025-2030), é urgente também reconhecer o papel dos governos locais ibero-americanos como sujeitos políticos e agentes de mudança, bem como o poder da cooperação fortalecida e das parcerias estratégicas para alcançar esses objetivos.

Sem dados contextualizados e confiáveis que tragam clareza e precisão sobre os desafios e oportunidades das cidades, será mais complexo definir as prioridades de ação e implementar políticas públicas eficazes que atendam a soluções integradas para alcançar as metas climáticas e o desenvolvimento sustentável.

Com esse propósito, a União das Cidades Capitais Ibero-americanas (UCCI) e o ICLEI – Governos Locais pela Sustentabilidade, juntamente com 11 cidades membros com dupla filiação, estão promovendo o Atlas Climático Urbano da Ibero-América: IberAtlas. Uma ferramenta de visibilização, posicionamento e incidência de nossa região sobre o impacto das ilhas de calor urbanas como uma problemática prioritária, servindo como um roteiro rumo à COP30, em Belém do Pará, em 2025.

Comprometidos em levar a voz dos governos locais ibero-americanos ao centro das decisões globais e destacando o peso das alianças, conforme refletido no Primeiro Encontro de Cidades Ibero-americanas (31 de outubro de 2024, Madri), a UCCI e o ICLEI apresentam este IberAtlas, um instrumento pioneiro de gestão do conhecimento e uma contribuição concreta para a aceleração dos compromissos climáticos.

Além disso, acompanhando essa iniciativa está um chamado à ação dos governos locais como protagonistas, elevando a visão de nossa região em relação à ação climática, ao financiamento sustentável e à conservação da biodiversidade, do patrimônio natural e cultural, para garantir uma melhor qualidade de vida para as pessoas que habitam nossas cidades e para as gerações futuras. Uma comunidade de mais de 76 milhões de pessoas unidas dos dois lados do Atlântico, que representam uma enorme força demográfica com influência decisiva na governança global para um desenvolvimento próspero, humano e sustentável.

Luciana Binaghi Getar,

Diretora Geral

ICLEI AMÉRICA DO SUL

A complexidade do mundo contemporâneo exige ações coordenadas entre os diferentes níveis de governo para buscar as melhores soluções para desafios globais como a crise climática. As redes de cidades desempenham um papel importante neste sentido, permitindo o impacto coletivo dos governos locais no sistema internacional, a troca horizontal de experiências e a identificação e sistematização de boas práticas ao longo do percurso de implementação.

O espaço ibero-americano tem um enorme potencial para este tipo de colaboração, por isso a aliança entre redes poderosas como a UCCI e o ICLEI é tão importante e estratégica. A assinatura de um Acordo de Cooperação Institucional para a criação do “IberAtlas: Atlas Climático Urbano da Ibero-América” para a COP 30 em Belém do Pará, Brasil (2025), cujo objetivo é fortalecer as políticas públicas de ação climática nas cidades ibero-americanas e seu posicionamento conjunto em espaços estratégicos de impacto é um exemplo das possibilidades de impacto que tal aliança costuma gerar.

As ondas de calor e a frequência de temperaturas extremas, tanto diurnas como noturnas, deverão aumentar como resultado da mudança climática, conforme indicado pelo Painel Intergovernamental sobre Mudança Climática (IPCC). Esses fenômenos são agravados pelo adensamento populacional e pelos padrões de urbanização, como a verticalização, a pavimentação e a supressão e distribuição inadequada de áreas verdes, que contribuem para o aumento do desconforto térmico, a deterioração da qualidade do ar e o aparecimento de doenças respiratórias. As ilhas de calor e as ondas de calor causam graves problemas de saúde e afetam o bem-estar da população, especialmente entre as pessoas de baixa renda, os idosos e as crianças.

Neste cenário, o Acordo de Cooperação Institucional é fundamental para investir em ações transformadoras, baseadas em uma cooperação técnica efetiva, para analisar o contexto local específico de cada cidade, bem como o nível regional, em relação aos riscos da mudança climática global, com ênfase nos impactos associados às ilhas de calor. Assim, o objetivo deste estudo é avaliar as mudanças nos regimes de temperatura e seus efeitos territoriais nas cidades.

O ICLEI se orgulha de ter participado de mais um importante projeto que envolve cidades relevantes no contexto climático global: Barcelona, Belém do Pará, Bogotá, Buenos Aires, Lisboa, Madri, Montevideu, Quito, Rio de Janeiro, San Salvador e São Paulo. Esperamos que este documento inspire a ação. Uma ferramenta de apoio que contribui para fortalecer as recomendações estratégicas para o contexto ibero-americano, a serem apresentadas aos organismos multilaterais de alto nível.

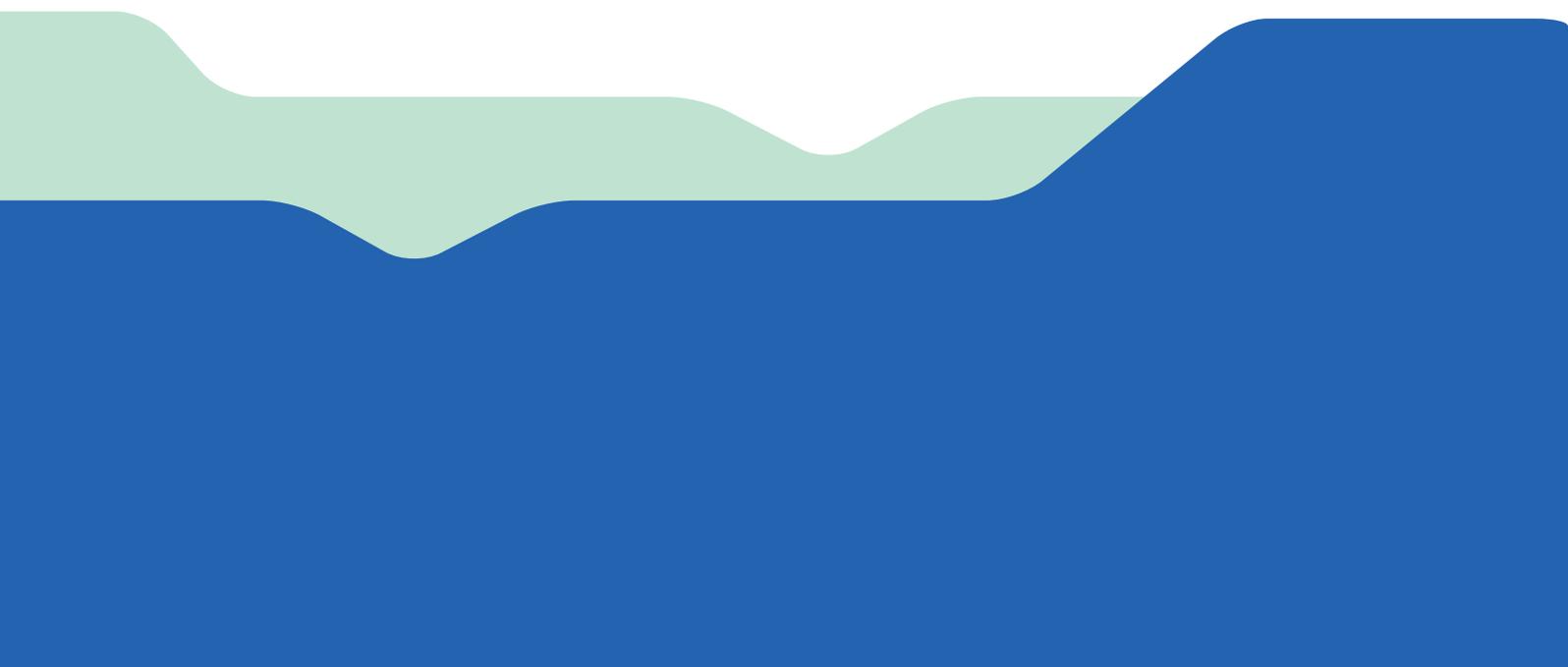
Boa leitura!

Rodrigo Perpétuo,
Secretário Executivo

Lista de figuras

Figura 1: Diagrama conceitual do efeito das ilhas de calor urbanas	14
Figura 2: Possíveis camadas de referência para coleta de informação e posterior avaliação de ilhas de calor	15
Figura 3: Zonas Climáticas Locais	18
Figura 4: Zonas Climáticas Locais de Barcelona	22
Figura 5: Distribuição das Zonas Climáticas Locais em Barcelona	23
Figura 6: Temperaturas de Superfície em Barcelona	24
Figura 7: Comportamento das Ilhas de Calor por Tipologia de Paisagem em Barcelona	25
Figura 8: Zonas Climáticas Locais de Belém do Pará	27
Figura 9: Distribuição das Zonas Climáticas Locais em Belém do Pará	28
Figura 10: Temperaturas de Superfície em Belém do Pará	29
Figura 11: Comportamento das Ilhas de Calor por Tipologia de Paisagem em Belém do Pará	30
Figura 12: Zonas Climáticas Locais de Bogotá	31
Figura 13: Distribuição das Zonas Climáticas Locais em Bogotá	32
Figura 14: Temperaturas de Superfície em Bogotá	33
Figura 15: Comportamento das Ilhas de Calor por Tipologia de Paisagem em Bogotá	34
Figura 16: Zonas Climáticas Locais de Buenos Aires	36
Figura 17: Distribuição das Zonas Climáticas Locais em Buenos Aires	37
Figura 18: Temperaturas de Superfície em Buenos Aires	38
Figura 19: Comportamento das Ilhas de Calor por Tipologia de Paisagem em Buenos Aires	39
Figura 20: Zonas Climáticas Locais de Lisboa	40
Figura 21: Distribuição das Zonas Climáticas Locais em Lisboa	41
Figura 22: Temperaturas de Superfície em Lisboa	42
Figura 23: Comportamento das Ilhas de Calor por Tipologia de Paisagem em Lisboa	43
Figura 24: Zonas Climáticas Locais de Madri	45
Figura 25: Distribuição das Zonas Climáticas Locais em Madri	46
Figura 26: Temperaturas de Superfície em Madri	47

Figura 27: Comportamento das Ilhas de Calor por Tipologia de Paisagem	49
Figura 28: Zonas Climáticas Locais de Montevidéu	50
Figura 29: Distribuição das Zonas Climáticas Locais em Montevidéu	51
Figura 30: Temperaturas de Superfície em Montevidéu	52
Figura 31: Comportamento das Ilhas de Calor por Tipologia de Paisagem em Montevidéu	54
Figura 32: Zonas Climáticas Locais de Quito	55
Figura 33: Distribuição das Zonas Climáticas Locais em Quito	57
Figura 34: Temperaturas de Superfície em Quito	58
Figura 35: Comportamento das Ilhas de Calor por Tipologia de Paisagem em Quito	59
Figura 36: Zonas Climáticas Locais do Rio de Janeiro	60
Figura 37: Distribuição das Zonas Climáticas Locais no Rio de Janeiro	61
Figura 38: Temperaturas de Superfície no Rio de Janeiro	62
Figura 39: Comportamento das Ilhas de Calor por Tipologia de Paisagem no Rio de Janeiro	63
Figura 40: Zonas Climáticas Locais de San Salvador	65
Figura 41: Distribuição das zonas climáticas locais em San Salvador	66
Figura 42: Temperaturas da Superfície em San Salvador	67
Figura 43: Comportamento das Ilhas de Calor por Tipologia de Paisagem em San Salvador	68
Figura 44: Zonas Climáticas Locais de São Paulo	70
Figura 45: Distribuição das Zonas Climáticas Locais em São Paulo	71
Figura 46: Temperaturas de Superfície em São Paulo	72
Figura 47: Comportamento das Ilhas de Calor por Tipologia de Paisagem em São Paulo	73



Índice

Apresentação	11
1. Introdução	12
1.1 Ondas de Calor	13
1.2 Ilhas de Calor	13
2. Metodologia	15
2.1 Identificação de Ilhas de Calor	15
2.2 Urbanização, Morfologia e Ilhas de Calor	16
3. Cidades UCCI-ICLEI	20
3.1 Barcelona, Espanha	21
3.1.1 Análise de Zonas Climáticas Locais	21
3.1.2 Distribuição das Zonas Climáticas Locais	22
3.1.3 Análise de Ilhas de Calor	23
3.1.4 Comportamento das Ilhas de Calor por Tipologia de Paisagem	24
3.2 Belém do Pará, Brasil	26
3.2.1 Análise de Zonas Climáticas Locais	26
3.2.2 Distribuição das Zonas Climáticas Locais	27
3.2.3 Análise de Ilhas de Calor	28
3.2.4 Comportamento das Ilhas de Calor por Tipologia de Paisagem	29
3.3 Bogotá, Colômbia	30
3.3.1 Análise de Zonas Climáticas Locais	31
3.3.2 Distribuição das Zonas Climáticas Locais	32
3.3.3 Análise de Ilhas de Calor	33
3.3.4 Comportamento das Ilhas de Calor por Tipologia de Paisagem	34
3.4 Buenos Aires, Argentina	35
3.4.1 Análise de Zonas Climáticas Locais	35
3.4.2 Distribuição das Zonas Climáticas Locais	36
3.4.3 Análise de Ilhas de Calor	37
3.4.4 Comportamento das Ilhas de Calor por Tipologia de Paisagem	38
3.5 Lisboa, Portugal	39
3.5.1 Análise de Zonas Climáticas Locais	40
3.5.2 Distribuição das Zonas Climáticas Locais	41
3.5.3 Análise de Ilhas de Calor	42
3.5.4 Comportamento das Ilhas de Calor por Tipologia de Paisagem	43

3.6 Madri, Espanha	44
3.6.1 Análise de Zonas Climáticas Locais	44
3.6.2 Distribuição das Zonas Climáticas Locais	45
3.6.3 Análise de Ilhas de Calor	47
3.6.4 Comportamento das Ilhas de Calor por Tipologia de Paisagem	48
3.7 Montevideu, Uruguai	49
3.7.1 Análise de Zonas Climáticas Locais	50
3.7.2 Distribuição das Zonas Climáticas Locais	51
3.7.3 Análise de Ilhas de Calor	52
3.7.4 Comportamento das Ilhas de Calor por Tipologia de Paisagem	53
3.8 Quito, Equador	54
3.8.1 Análise de Zonas Climáticas Locais	55
3.8.2 Distribuição das Zonas Climáticas Locais	56
3.8.3 Análise de Ilhas de Calor	57
3.8.4 Comportamento das Ilhas de Calor por Tipologia de Paisagem	58
3.9 Rio de Janeiro, Brasil	59
3.9.1 Análise de Zonas Climáticas Locais	60
3.9.2 Distribuição das Zonas Climáticas Locais	61
3.9.3 Análise de Ilhas de Calor	62
3.9.4 Comportamento das Ilhas de Calor por Tipologia de Paisagem	62
3.10 San Salvador, El Salvador	64
3.10.1 Análise de Zonas Climáticas Locais	64
3.10.2 Distribuição das Zonas Climáticas Locais	65
3.10.3 Análise de Ilhas de Calor	66
3.10.4 Comportamento das Ilhas de Calor por Tipologia de Paisagem	67
3.11 São Paulo, Brasil	68
3.11.1 Análise de Zonas Climáticas Locais	69
3.11.2 Distribuição das Zonas Climáticas Locais	70
3.11.3 Análise de Ilhas de Calor	71
3.11.4 Comportamento das Ilhas de Calor por Tipologia de Paisagem	72
4. Principais Observações	74
5. Conclusões	76
5.1 Recomendações estratégicas	76
5.2 Iniciativas em curso nas cidades ibero-americanas	78
5.3 Diagnóstico de estratégias climáticas locais	79
5.4 O papel e a incidência dos governos locais e suas redes nas Conferências Globais de Clima	80
6. Referências	84

Apresentação

O projeto “IberAtlas: Atlas Climático Urbano da Ibero-América”, no âmbito da Convocatória de Projetos de Cooperação Técnica UCCI 2024, sob a liderança da União das Cidades Ibero-Americanas (UCCI) e do ICLEI-Governos Locais pela Sustentabilidade, está ancorada no desenvolvimento de um atlas ibero-americano de temperaturas em ambientes urbanos, com base técnico-científica e com alcance a 11 cidades parceiras com dupla membresia: Barcelona, Bogotá, Buenos Aires, Lisboa, Madri (membro UCCI), Montevideu, Quito, Rio de Janeiro, San Salvador, São Paulo e Belém do Pará (membro ICLEI).

O trabalho de pesquisa visa analisar o contexto local em particular de cada cidade, bem como a nível regional ibero-americano, sobre os riscos da mudança climática global. Centrando-se nos elementos de impacto das ilhas de calor, o objetivo é avaliar as alterações nos regimes de temperatura e os seus efeitos a nível territorial nas cidades. Bem como uma reflexão sobre como a chegada das ondas de calor pode fragilizar estes territórios.

Por outro lado, o componente de incidência do projeto consistiu na construção e apresentação de um Documento de Posicionamento/Call to Action, lançado no âmbito da COP 29 em Baku, Azerbaijão, na presença de representantes políticos, especialistas, autoridades municipais e redes de cidades. O documento foi ancorado na troca de experiências sobre políticas públicas sustentáveis em resposta aos impactos da mudança climática gerados pelas ilhas de calor do território urbano, e serviu como uma ferramenta estratégica para o posicionamento político dos governos locais ibero-americanos face aos desafios globais da agenda climática.

No âmbito das atividades do projeto, foram realizados dois workshops virtuais de sensibilização, concebidos como discussões virtuais para facilitar a troca de experiências e exemplos de ações adaptativas das cidades parceiras face ao aumento das temperaturas, servindo como um processo de coleta de informações para a ferramenta IberAtlas.

Ao longo desses encontros, foram abordadas a metodologia IberAtlas, seus resultados preliminares e organizados grupos de discussão com questões disparadoras para a escrita coletiva do Documento de Posicionamento/Call to Action, sobre recomendações estratégicas relativas à esfera ibero-americana, para levar a organismos multilaterais de alto nível.

Em seguida, apresenta-se uma introdução sobre o contexto urbano focado nas cidades, ilhas de calor e ondas de calor, a abordagem metodológica do IberAtlas e as fichas técnicas de cada cidade com dados confiáveis e atualizados.

1. Introdução

As cidades são espaços com uma gama ampla de serviços essenciais, como educação, saúde e lazer, bem como mais oportunidades culturais, sociais e de trabalho. Nesse sentido, se no ano de 1960 cerca de 34% da população mundial - naquela época 1,02 bilhão de pessoas - vivia em centros urbanos, atualmente vivem cerca de 57% - 4,52 bilhões. Espera-se que este número aumente para 68% até ao final de 2050 (UN-Habitat, 2022, Our World in Data, 2022).

Ao mesmo tempo, como resultado da forma como o espaço é produzido e reproduzido, a mudança climática, dinâmica antropogênica relacionada com as emissões de gases com efeito de estufa, afeta mais intensamente as áreas urbanizadas. Nesse sentido, espera-se que a qualidade de vida nas cidades piore nas próximas décadas devido ao aumento e maior intensidade de eventos extremos que podem representar riscos significativos em termos de saúde pública, perdas humanas e de biodiversidade (Jabbar *et al.*, 2023; Marinaccio Urbano *et al.*, 2019).

Entre as ameaças climáticas derivadas das formas de urbanização, examinaremos as ilhas de calor e como estes territórios podem ser mais frágeis aos efeitos das ondas de calor, que deverão ser mais recorrentes com a mudança climática.

1.1 Ondas de Calor

As ondas de calor são um efeito ambiente natural associado a variações nos padrões atmosféricos e flutuações climáticas. Esses fenômenos podem influenciar os padrões climáticos globais, levando a períodos de temperaturas mais elevadas em determinadas regiões. As ondas de calor ocorrem quando uma região passa por um período prolongado de temperaturas excepcionalmente altas, geralmente durante vários dias ou semanas. Embora não exista uma definição exata do período que caracteriza uma onda de calor, a Organização Mundial da Saúde (OMS) e a Organização Meteorológica Mundial (OMM) consideram que um evento climático extremo já pode ser considerado após 2 ou 3 dias consecutivos que a temperatura do ar é extremamente elevada, em comparação com os valores médios das temperaturas máximas diárias no período de referência (Organização Meteorológica Mundial, OMM).

No entanto, embora as ondas de calor sejam fenômenos naturais, sua frequência, intensidade e duração aumentaram nas últimas décadas devido à mudança climática causada pelas atividades humanas. O aquecimento global está aumentando as temperaturas médias globais, tornando as ondas de calor mais comuns e severas. Ou seja, embora os discursos sobre mudança climática muitas vezes se concentram nas temperaturas médias globais, o que as pessoas realmente sofrem com a mudança climática são as temperaturas extremas. Isto significa que as temperaturas mais altas, que antes eram raras, se tornarão cada vez mais comuns.

É importante destacar que, além da diferença com as “Ilhas de Calor”, uma vez que as “Ondas” são causadas exclusivamente por fenômenos climáticos, é fundamental destacar uma diferença territorial, uma vez que as “Ilhas” são fenômenos urbanos enquanto as “Ondas” também podem surgir em zonas rurais, onde existe a possibilidade de secas e incêndios.

Além disso, é importante considerar que o planeta não é uniforme e que as ondas de calor são amplificadas em determinadas partes do mundo e também são afetadas pela forma como ocupamos o espaço e organizamos as nossas sociedades. Nesse sentido, a urbanização está entre os fatores que aumentam os impactos das ondas de calor, particularmente pela sobreposição com os efeitos do fenômeno das ilhas de calor urbanas.

1.2 Ilhas de Calor

Ao contrário das ondas de calor, que são eventos climáticos extremos relacionados à temperatura do ar e processos em grande escala, as ilhas de calor são necessariamente dinâmicas urbanas. Denomina-se ilha de calor como uma área urbanizada que, em comparação com uma área não urbana

ou rural, parece mais quente com base nas suas características morfológicas, ambientais e funcionais (Oke *et al.*, 2017).

Nesse sentido, bairros, distritos ou regiões com menos vegetação, mais áreas impermeáveis, com edifícios mais compactos e densos, e com materiais de construção mais impactantes em termos de condutividade térmica (por exemplo: vidros, metais, asfalto) apresentam ilhas de calor mais intensas do que as áreas com características opostas. Em geral, à medida que se afasta dos núcleos urbanos, as temperaturas diminuem (Figura 1).

Figura 1: Diagrama conceitual do efeito das ilhas de calor urbanas



Fonte: Organização Meteorológica Mundial (OMM) e Urban Land Institute.

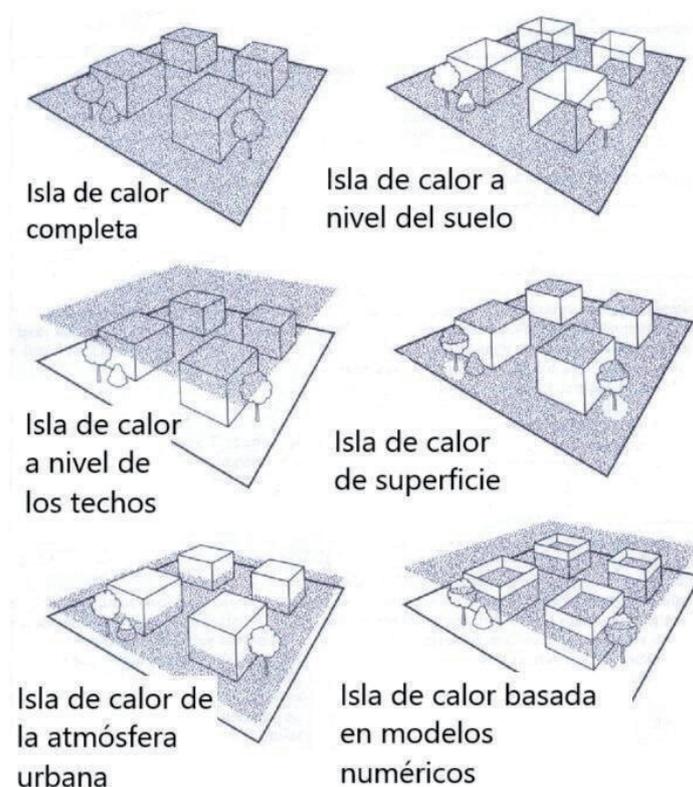
Este estudo se centra nas ilhas de calor urbanas, uma vez que as cidades são o foco deste Atlas e são estas as áreas com maior concentração de população humana. A seção a seguir detalha como o conceito foi implementado na metodologia utilizada.

2. Metodologia

O quadro metodológico do IberAtlas se baseia na abordagem e análise intitulado Avaliação de Ilhas de Calor Urbanas em Zonas Climáticas Locais¹ (Rech e outros., 2024), que toma como ponto de partida a utilização de imagens de satélite associadas a uma classificação de tipologias de paisagens para avaliação estatística de ilhas de calor. O estudo considera a influência de parâmetros como vegetação, morfologia urbana, permeabilidade do solo e materiais de construção na existência e intensidade do referido fenômeno urbano. Os resultados explicados nas Fichas Técnicas das cidades priorizadas da UCCI/ICLEI são detalhados a seguir, com informações específicas para cada uma delas.

2.1 Identificação de Ilhas de Calor

Figura 2: Possíveis camadas de referência para coleta de informação e posterior avaliação de ilhas de calor



Fonte: Fialho, 2012. Tradução por Rodrigo Nehara, Assistente de Biodiversidade, ICLEI América do Sul.

¹ Tradução livre.

As ilhas de calor podem ser avaliadas utilizando diferentes métodos e diferentes camadas de referência (Figura 2). A camada sensível ao homem é conhecida como camada de dossel urbano, que nada mais é do que a temperatura do ar entre as superfícies do terreno e os telhados dos edifícios nestes espaços.

Para uma avaliação completa da presença e intensidade de ilhas de calor, são necessárias medições de temperatura em vários pontos de um local urbano. Medições diretas *in situ* usando estações meteorológicas, por exemplo, podem capturar periodicamente as temperaturas do ar próximo à superfície. Contudo, esses equipamentos são geralmente muito isolados, possivelmente caros e em muitas regiões, incluindo América Latina e Caribe, não muito disponíveis.

Portanto, dados térmicos de sensoriamento remoto são amplamente utilizados para investigar a dinâmica da temperatura em espaços urbanos, especialmente devido à sua ampla cobertura espacial e disponibilidade acessível. Neste caso, devido ao uso da temperatura da superfície da Terra (em inglês, Land Surface Temperature - LST) derivada de imagens de satélite em vez da temperatura do ar propriamente dita, o fenômeno é chamado de ilhas de calor de superfície² (Em inglês, Surface Urban Heat Islands - SUHI) (Gallo *et al.*, 1995; Rao, 1972; Zhou *et al.*, 2019). As coleções de imagens Landsat são a principal fonte de dados para análises SUHI de alta resolução espacial (Abdullah *et al.*, 2020; Reiners *et al.*, 2023) e, portanto, foram a fonte de dados escolhida para esta pesquisa. Foi utilizada uma imagem de satélite de referência, trabalhada de acordo com a amplitude térmica, de modo a capturar variações de temperatura dentro da área de estudo, representando as características de calor urbano naquele momento específico.

2.2 Urbanização, Morfologia e Ilhas de Calor

A urbanização pode variar mundialmente em termos de forma, tipologia e proporção territorial, sendo portanto um fenômeno não homogêneo. Os fenômenos urbanos, conseqüentemente, não se limitam às barreiras político-administrativas das cidades. Contudo, as políticas de planejamento urbano tendem a se limitar a tais barreiras administrativas, que podem não levar em conta toda a extensão de fenômenos como as ilhas de calor, uma vez que também podem afetar áreas além desses limites (Marandola Jr., 2013).

Essa seleção de limites que não cobrem completamente os fenômenos investigados pode dificultar a implementação prática de estratégias assertivas. Também pode dar origem a conceitos errados que são comumente observados no planejamento urbano de grandes cidades suburbanas. Assim, o uso de um perímetro de expansão urbana como referência para estudos de ilhas de

² A temperatura do ar e a temperatura da superfície terrestre não podem ser relacionadas de forma intercambiável, uma vez que não são variáveis que por si só se influenciam - isto é, os ventos, a condutividade e emissividade das superfícies, etc. as temperaturas do ar e da superfície também impactam.

calor proporciona uma compreensão mais completa do seu comportamento. Esta área adicional, conhecida como perímetro periurbano, permite que as interações térmicas sejam consideradas para além dos limites estritos da cidade. Este perímetro em torno da cidade é essencial para captar toda a extensão do efeito ilha de calor, uma vez que as variações de temperatura podem se propagar para além das áreas urbanas densas e afetar áreas adjacentes. Para definir esse perímetro periurbano, utilizamos os seguintes cálculos (equações 1, 2 e 3) (Sobrino *et al.*, 2020):

Equação 1: Cálculo do perímetro de adjacência urbana

$$WUa = 0,25AUM^{1/2}$$

Equação 2: Cálculo do perímetro da futura adjacência urbana

$$WUa = 0,25AWU^{1/2}$$

Equação 3: Cálculo do perímetro periurbano final (limite expandido)

$$WPUa = 1,5UM^{1/2} - WFUa - WUa$$

Em que:

A: área total da cidade

WUa: perímetro de adjacência urbana

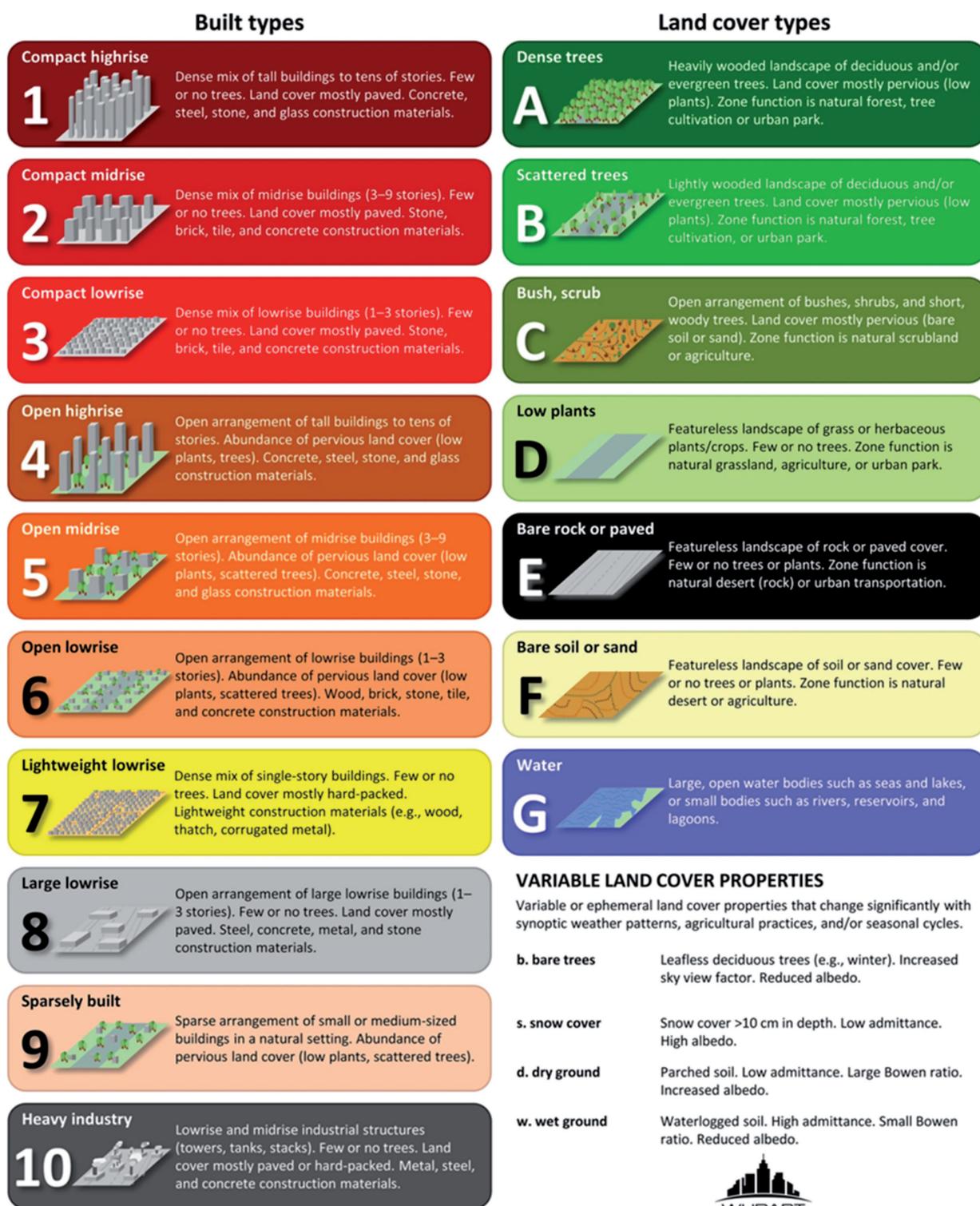
WFUa: perímetro da futura adjacência urbana

WPUa: perímetro periurbano final (limite expandido)

Além disso, para cobrir a heterogeneidade urbana e avaliar com maior precisão este fenómeno, pode ser aplicado o quadro metodológico das Zonas Climáticas Locais (em inglês, Local Climate Zones - LCZ; Figura 3). Esta metodologia de classificação de paisagens foi desenvolvida por Stewart e Oke (2012) como um sistema padronizado para a classificação de tipologias com base na estrutura da superfície, função, cobertura do solo, metabolismo urbano e outras características associadas.

A classificação LCZ proporciona um entendimento mais profundo da composição urbana e permite a compreensão do seu impacto na dinâmica climática local (Borges *et al.*, 2022; Kaloustian e Bechtel, 2016; Xia *et al.*, 2022). Atualmente, um mapa de classificação global de LCZ está disponível gratuitamente (Demuzere *et al.*, 2022), permitindo que as SUHI sejam estudadas em escala global. Essa classificação foi utilizada como base em todos os estudos de caso do IberAtlas.

Figura 3: Zonas Climáticas Locais



Fonte: Picone, 2019 (apenas disponível em inglês).

Seguindo as orientações metodológicas acima mencionadas, para cada cidade associada ao projeto foram produzidos: (i) um mapa de Zonas Climáticas Locais (LCZ), para compreender a estrutura da paisagem local³; (ii) gráficos relativos à sua distribuição no território da cidade, para levar em conta o percentual e a predominância de cada LCZ; (iii) um mapa de Temperaturas Superficiais, que permite a identificação da amplitude térmica – áreas mais frias e mais quentes; e (iv) Gráficos estatísticos com densidade e intensidade de Ilhas de Calor Superficiais (SUHI) com utilização de uma proposta de adaptação⁴ do Índice de Variação do Campo Térmico Urbano (em inglês, *Urban Thermal Field Variance Index - UTFVI*) por LCZ urbana - para estimar o efeito de cada tipologia no clima local. Além disso, para o panorama das cidades avaliadas neste documento, foram enviados formulários para coletar informações sobre os temas de governança, gestão de riscos e planejamento urbano-ambiental.

Para este trabalho foram considerados os governos locais das cidades:

- Barcelona, Espanha;
- Belém do Pará, Brasil;
- Bogotá, Colômbia;
- Buenos Aires, Argentina;
- Lisboa, Portugal;
- Madri, Espanha;
- Montevideú, Uruguai;
- Quito, Equador;
- Rio de Janeiro, Brasil;
- San Salvador, El Salvador;
- São Paulo, Brasil.

³ É necessário destacar que os mapas LCZ são baseados em um banco de dados com resolução espacial de 100m e cada pixel representa o que há em maior quantidade neste espaço. No entanto, estudos de clima urbano como o deste Atlas não se limitam ao microclima ou ao clima intrabairro, e têm algum grau de abstração para compreender a dinâmica ao nível da cidade. Assim, investigações mais detalhadas podem ser feitas posteriormente com base em princípios semelhantes, mas com dados de maior resolução.

⁴ O UTFVI se baseia na estimativa da diferença de temperaturas em uma imagem térmica a partir de uma visão média dos dados. Neste trabalho a proposta é um olhar sobre as temperaturas médias das árvores presentes nas cidades UCCI-ICLEI (LCZUM e LCZB), uma vez que conceitualmente estas são as áreas com potencial capacidade de refrigeração urbana.

3. Cidades UCCI-ICLEI

Esta seção apresenta as fichas técnicas de cada cidade associada ao projeto, incluindo: mapa de Zonas Climáticas Locais, mapa de ilhas de calor - Índice de Variância de Campo Térmico Urbano (UTFVI) e gráficos estatísticos, incorporando uma análise dos dados obtidos para fornecer contexto localizado sobre cada cidade.

Para reforçar a disponibilidade de dados completos, também foram obtidas contribuições das cidades através de pesquisas aprofundadas para coletar informações sobre os temas de governança, gestão de riscos e planejamento urbano-ambiental. Além disso, as áreas especializadas dos governos, com competências temáticas, apresentaram outros documentos estratégicos relacionados à ação climática, bem como dados climatológicos locais – temperatura do ar, umidade relativa do ar, precipitação – e gráficos de consumo mensal de eletricidade.

É importante destacar que as cidades UCCI-ICLEI aqui analisadas apresentam áreas e proporções de vegetação urbana muito diferentes - ver Tabela 1. É necessário que tal heterogeneidade seja levada em consideração na realização da análise.

Tabela 1: Proporção de áreas nas cidades do IberAtlas.

Cidade	Área Total ~ km ²	Área de Paisagem Urbana (LCZ 1-10)		Área de Cobertura Vegetal (LCZ A-B)	
		%	~ km ²	%	~ km ²
Barcelona	102 km ²	84,88	86	14,16	14
Belém do Pará	1.059 km ²	39,36	417	56,05	594
Bogotá	1.636 km ²	24,44	400	57,23	936
Buenos Aires	200 km ²	93,39	187	3,85	8
Lisboa	100 km ²	87,25	87	9,26	9
Madri	604 km ²	45,56	281	17,59	106
Montevideú	530 km ²	59,55	315	31,67	168
Quito	420 km ²	62,61	263	30,3	127
Rio de Janeiro	1.200 km ²	55,12	662	38,12	457
San Salvador	1.412 km ²	72,1	1018	27,88	394
São Paulo	1.521 km ²	62,16	945	33,97	515

Fonte: Dados enviados pelos governos locais e mapa de LCZ (WUDAPT, 2020).



Foto de Barcelona: Freepik

3.1 Barcelona, Espanha

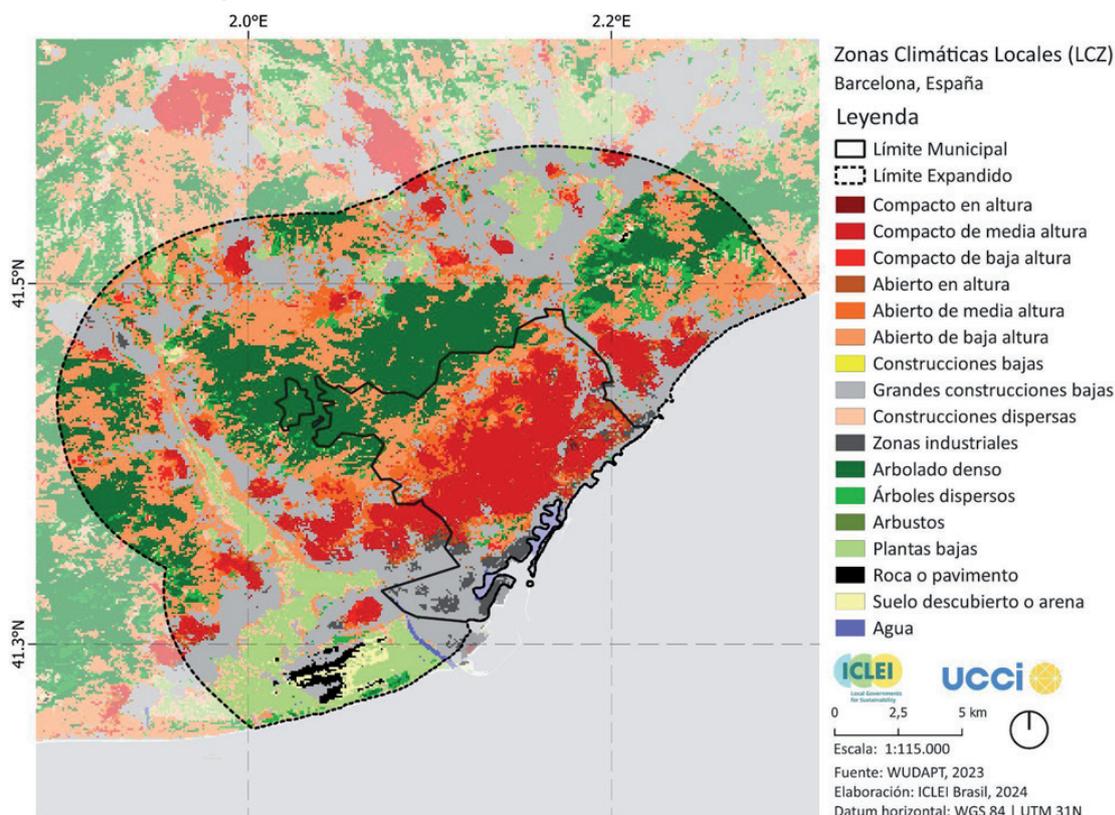
Barcelona, uma das principais cidades da Espanha, tem uma população de 1.702.814 habitantes e uma área de 101,7 km². A cidade tem um forte compromisso com a luta contra a mudança climática, com órgãos governamentais e conselhos que incluem representantes da sociedade civil para abordar a agenda climática. Além disso, Barcelona dispõe de um Plano de Ação Climática e de uma Análise de Risco para ilhas e ondas de calor, com recursos financeiros atribuídos a estas ações. A cidade também possui áreas protegidas sob sua responsabilidade, como o Parc de la Collserola, e múltiplas estações de monitoramento meteorológico estrategicamente distribuídas.

3.1.1 Análise de Zonas Climáticas Locais

Barcelona, uma das principais cidades da Europa e uma das maiores de Espanha, apresenta uma notável diversidade de tipologias de paisagem urbana no seu perímetro municipal, o que impacta diretamente na formação e intensidade de ilhas de calor. Áreas paisagísticas compactas de arranha-céus e de altitude média dominam grande parte da cidade, o que pode contribuir para a retenção de calor e para a criação de ilhas de calor intensas, especialmente em áreas mais densamente urbanizadas.

Na zona sul da cidade, perto do limite municipal e do litoral, existe uma extensa zona cinzenta caracterizada por grandes edifícios baixos e zonas industriais. Esta área corresponde à Zona Franca, que inclui o porto de Barcelona e é dominada por infraestruturas logísticas e armazéns, o que cria um ambiente propício à acumulação de calor. Por outro lado, as áreas de árvores densas e dispersas se concentram principalmente no extremo norte da cidade, no Parc de la Collserola. Este parque natural protegido, que faz parte da rede Natura 2000, desempenha um papel crucial como mitigador térmico, reduzindo as temperaturas na área envolvente e neutralizando os efeitos das áreas urbanas mais quentes (Figura 4).

Figura 4: Zonas Climáticas Locais de Barcelona



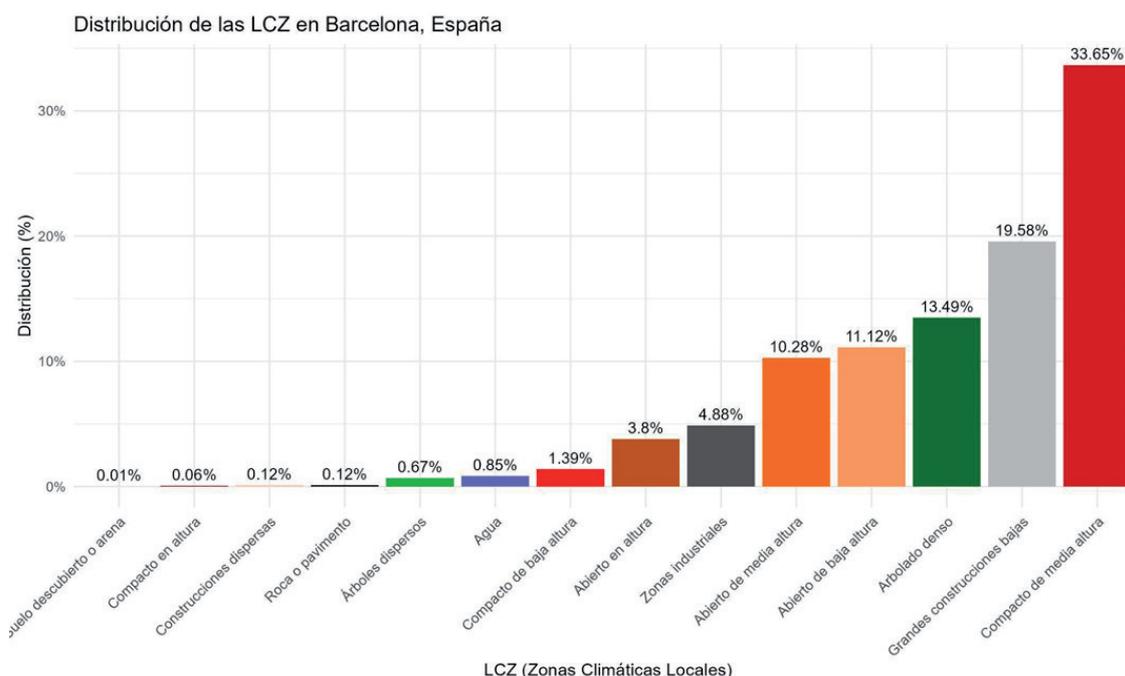
3.1.2 Distribuição das Zonas Climáticas Locais

Cerca de 85% da área da cidade corresponde a tipologias de paisagem urbana – aproximadamente 86km² enquanto a cobertura arbórea densa representa menos de 15% do território municipal – aproximadamente 14km². É importante destacar que as massas arbóreas não são tão representativas no meio da urbanização. Essas áreas estão concentradas principalmente no norte. De acordo com o gráfico de distribuição da LCZ de Barcelona na Figura 5, observam-se as seguintes características:

- **Compacta de média elevação (33,65%):** Esta é a LCZ predominante em Barcelona. Representa quadras densamente urbanizadas, com edificações muitas vezes sem recuos laterais e frontais, típicos do desenho da cidade. Mesmo que inicialmente tenham vegetação associada nas calçadas, o volume construído dos blocos pode intensificar o efeito de ilhas de calor devido ao predomínio de materiais de construção com alta capacidade de retenção de calor, como concreto e asfalto;
- **Grandes construções de baixa elevação (19,58%):** Aproximadamente 20% da área de Barcelona é constituída por áreas com esta tipologia de paisagem urbana. Tal como a paisagem com predominância de edifícios compactos de altura média, este tipo de LCZ pode intensificar o efeito das ilhas de calor;

- **Vegetação arbórea densa (13,49%):** Estas zonas atuam como importantes reguladores térmicos, ajudando a reduzir as temperaturas superficiais e atenuando os efeitos das ilhas de calor nas áreas circundantes. Porém, as maiores massas de vegetação densa se encontram fora da área de urbanização mais intensa;
- **Água (0.85%):** Esta é a segunda LCZ natural mais representativa de Barcelona. As superfícies com massas de água estão localizadas ao sul da cidade, próximo ao porto da cidade.

Figura 5: Distribuição das Zonas Climáticas Locais em Barcelona



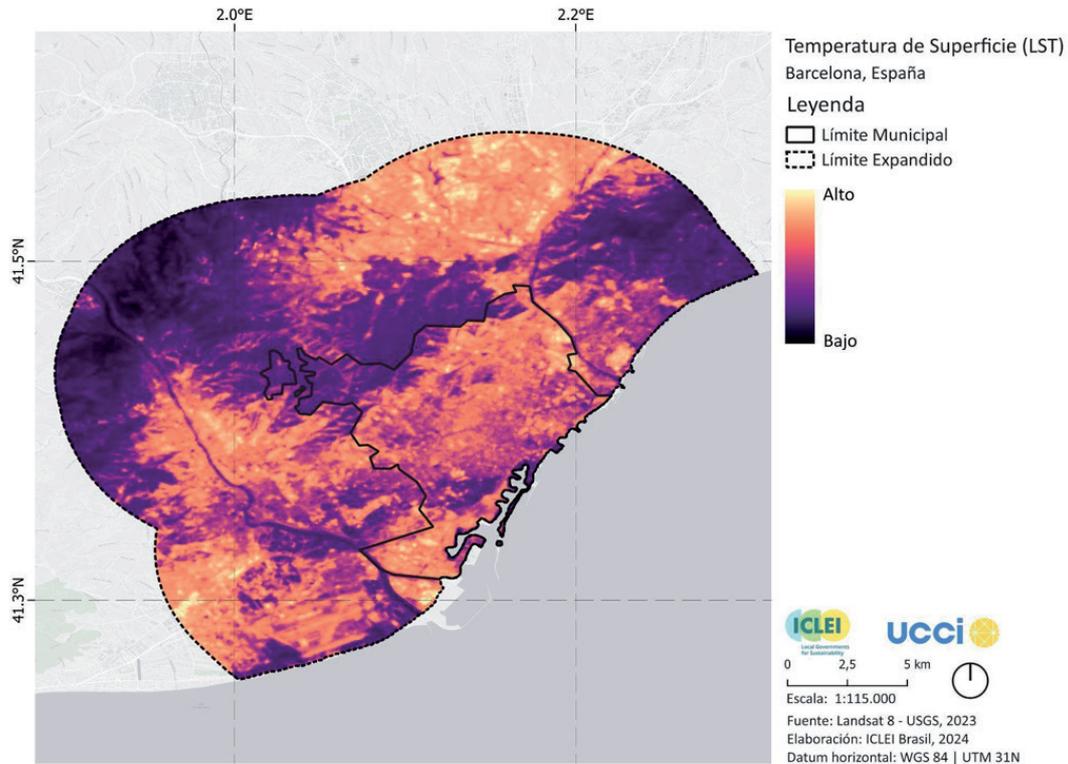
3.1.3 Análise de Ilhas de Calor

O mapa LST de Barcelona apresenta a amplitude térmica da cidade. As zonas mais quentes, representadas a amarelo, localizam-se a sul dos limites municipais, coincidindo com as zonas industriais e o porto da cidade; e a norte, nas zonas industriais de **Eix Besòs**, onde predominam grandes edifícios baixos, concentrando a atividade industrial e econômica. As áreas em laranja rosado, também retentoras de calor, correspondem maioritariamente a áreas urbanas densamente construídas, com construções compactas e de grande altura, conforme refletido no mapa LCZ.

Por outro lado, as zonas identificadas como mais frias, assinaladas a azul escuro e violeta, localizam-se majoritariamente fora dos limites municipais - em zonas de vegetação densa - e em uma zona compacta de meia altura. Barcelona beneficia de uma urbanização bastante uniforme em toda a cidade, com edifícios de altura média e quarteirões com árvores no seu interior, além de

uma notável quantidade de vegetação nas ruas. Esta vegetação desempenha um papel crucial na mitigação térmica, o que pode reduzir significativamente os efeitos das ilhas de calor. Como resultado, grande parte da urbanização está localizada em áreas fora dos extremos.

Figura 6: Temperaturas de Superfície em Barcelona



3.1.4 Comportamento das Ilhas de Calor por Tipologia de Paisagem

- **Indústria:** As indústrias de Barcelona apresentam alguns dos valores mais elevados, com uma notável concentração na categoria muito forte e até algumas zonas classificadas como extremas. Estas áreas industriais, embora não sejam extensas em área, geram uma contribuição significativa para ilhas de calor devido à densidade de infraestruturas, à falta de vegetação e ao grande número de superfícies artificiais que retêm calor.
- **Compactas de baixa e média elevação:** Estas tipologias apresentam também uma forte contribuição para ilhas de calor, estando grande parte da sua densidade concentrada na classificação moderada e forte. Áreas compactas e altas, como arranha-céus ou edifícios altos, não possuem ventilação adequada ou espaços verdes suficientes, tendem a intensificar o fenômeno de ilhas de calor, o que fica evidente nos valores mais elevados deste gráfico.

- **Abertas de baixa, média e alta elevação:** Estas tipologias apresentam comportamento relativamente semelhante, com valores concentrados principalmente nas categorias leve a moderada. Embora estas áreas tenham melhor ventilação devido à separação entre os edifícios, o que ajuda a atenuar parcialmente o calor, ainda são observados picos de retenção de calor em algumas áreas. A falta de vegetação significativa em determinados pontos contribui para que estas áreas mantenham uma temperatura elevada, embora em geral o seu impacto térmico seja menor em comparação com áreas mais compactas.
- **Construção dispersa:** Esta classe apresenta um padrão mais distribuído e seus valores concentram-se majoritariamente nas categorias leve a moderada. Este tipo de tipologia, com menor densidade de edifícios e maior presença de vegetação, funciona como um amortecedor contra o fenômeno das ilhas de calor, embora ainda se observem alguns pontos com contribuição moderada.

Figura 7: Comportamento das Ilhas de Calor por Tipologia de Paisagem em Barcelona

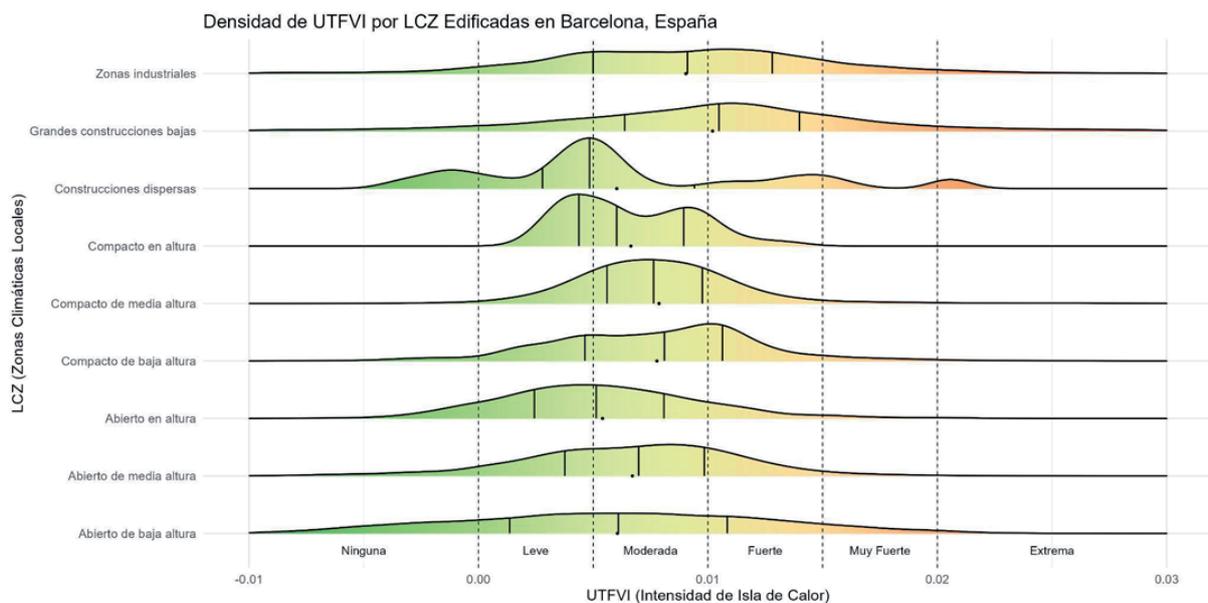




Foto de Belém do Pará: Bruna Brandão - MTUR

3.2 Belém do Pará, Brasil

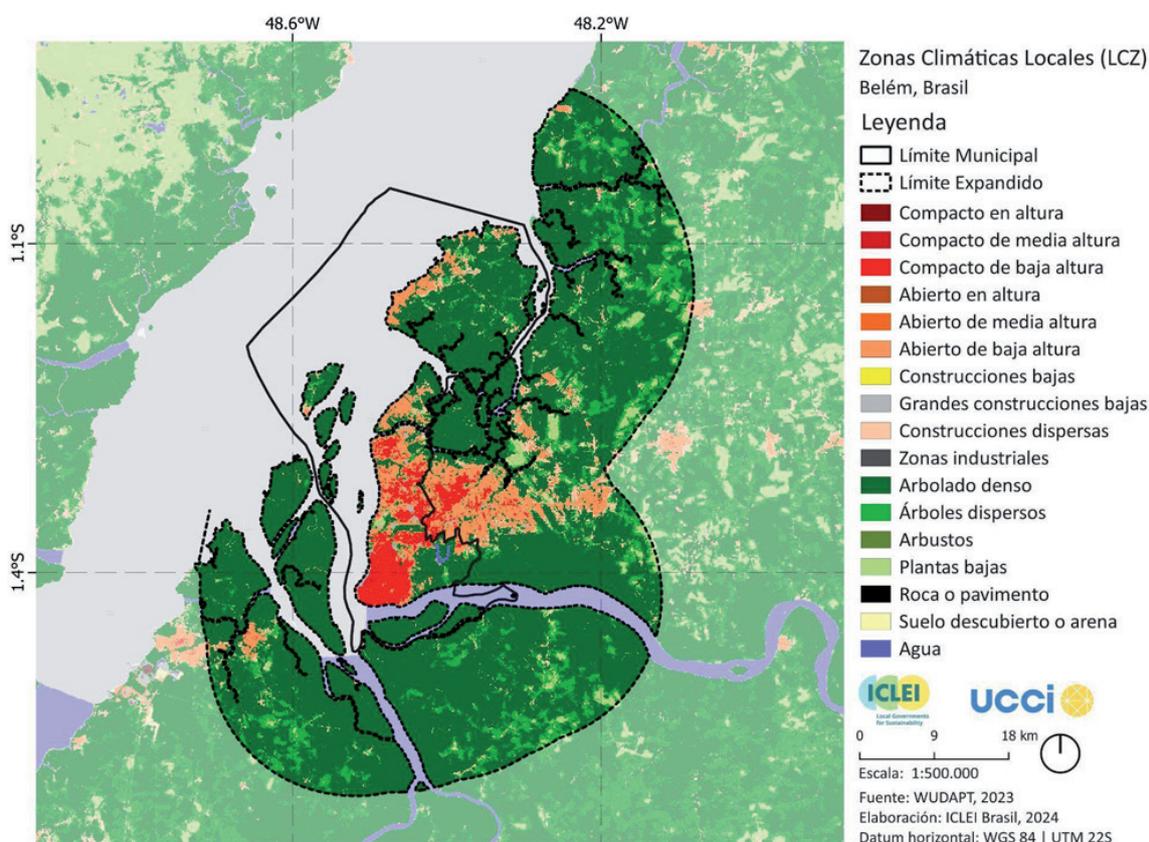
Belém do Pará, localizada na região amazônica do Brasil, abrange uma área de 1.059.458 km² e possui uma população de 1.303.403 habitantes (IBGE, 2022). O município possui uma estrutura governamental que trata da agenda climática e está comprometida em coordenar ações para prevenção e gestão de desastres. Embora Belém do Pará não possua uma análise de risco específica para ondas de calor, possui algumas medidas de conservação ambiental, como áreas verdes públicas e um plano de arborização urbana. Contudo, a falta de recursos específicos destinados à agenda climática continua a ser um dos maiores desafios para o desenvolvimento de planos e ações relacionadas com a questão.

3.2.1 Análise de Zonas Climáticas Locais

Belém, uma das cidades mais importantes da região amazônica do Brasil, distingue-se pela sua localização peculiar, que abrange tanto uma área continental como um conjunto de 42 ilhas dentro do seu limite municipal. Na zona continental, o mapa de Zonas Climáticas Locais apresenta principalmente áreas de altura compacta e altura média compacta, representadas em tons vermelhos e laranja, que se concentram na parte mais urbanizada da cidade. Estas áreas densamente urbanizadas são as que mais contribuem para a formação de ilhas de calor.

Em contrapartida, as áreas arbóreas densas, representadas em verde, predominam nas ilhas, embora exista também alguma urbanização dispersa, especialmente no norte do mapa, que inclui a Ilha de Caratateua e a Ilha do Mosqueiro. Ao sul da zona continental, existe uma extensa área verde que corresponde ao Parque Estadual do Utinga Camillo Vianna, importante zona de proteção ambiental, que funciona como barreira natural contra o aumento das temperaturas naquela região (Figura 8).

Figura 8: Zonas Climáticas Locais de Belém do Pará



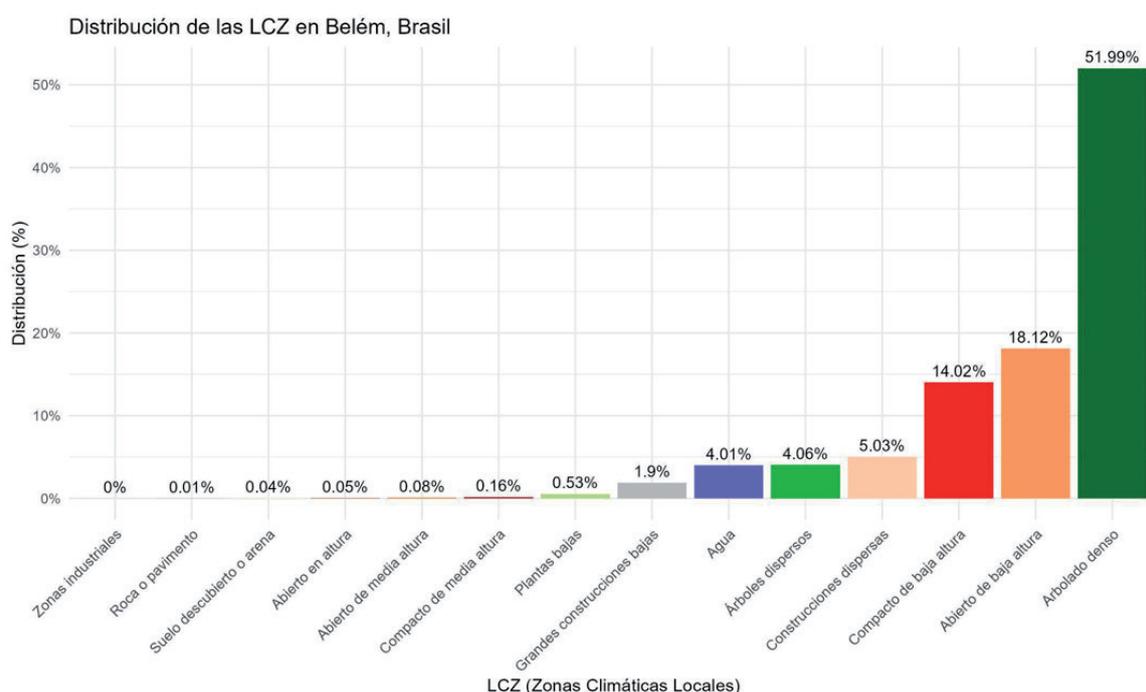
3.2.2. Distribuição das Zonas Climáticas Locais

Cerca de 40% da área da cidade corresponde a tipologias de paisagem urbana – aproximadamente 417km²; enquanto mais de 50% de todo o território municipal apresenta densa cobertura vegetal – aproximadamente 550km². É importante destacar que as massas arbóreas não são tão representativas no meio da urbanização. Essas áreas concentram-se especialmente nas bordas. De acordo com o gráfico de distribuição da LCZ de Belém do Pará na Figura 9, observam-se as seguintes características:

- **Vegetação arbórea densa (51,99%):** É a tipologia predominante em Belém do Pará. Representam zonas de vegetação do bioma Amazônico, naturalmente muito densas e robustas. Elas desempenham um papel importante em termos de resfriamento. No entanto, há que ter em conta que as temperaturas médias do ar, bem como a umidade relativa nesta região, são demasiado elevadas, o que significa que estas são também zonas geralmente quentes - embora mais frias que as zonas urbanas;
- **Aberta de baixa elevação (18,12%):** É a principal paisagem urbana da cidade. O seu carácter menos compacto permite a existência de massas de árvores, o que pode favorecer o resfriamento urbano;

- **Compactas de baixa e média elevação (14,02%):** Áreas compactas e baixas são tipologias muito comuns nas cidades brasileiras. Caracterizam-se por edifícios de alta densidade e poucos espaços abertos. A ausência de vegetação nestas áreas pode intensificar a retenção de calor;
- **Vegetação arbórea esparsa (4,06%):** A presença de vegetação nessas áreas pode ajudar a manter temperaturas mais amenas. Contudo, localizam-se, em geral, fora das áreas de urbanização de Belém do Pará.

Figura 9: Distribuição das Zonas Climáticas Locais em Belém do Pará

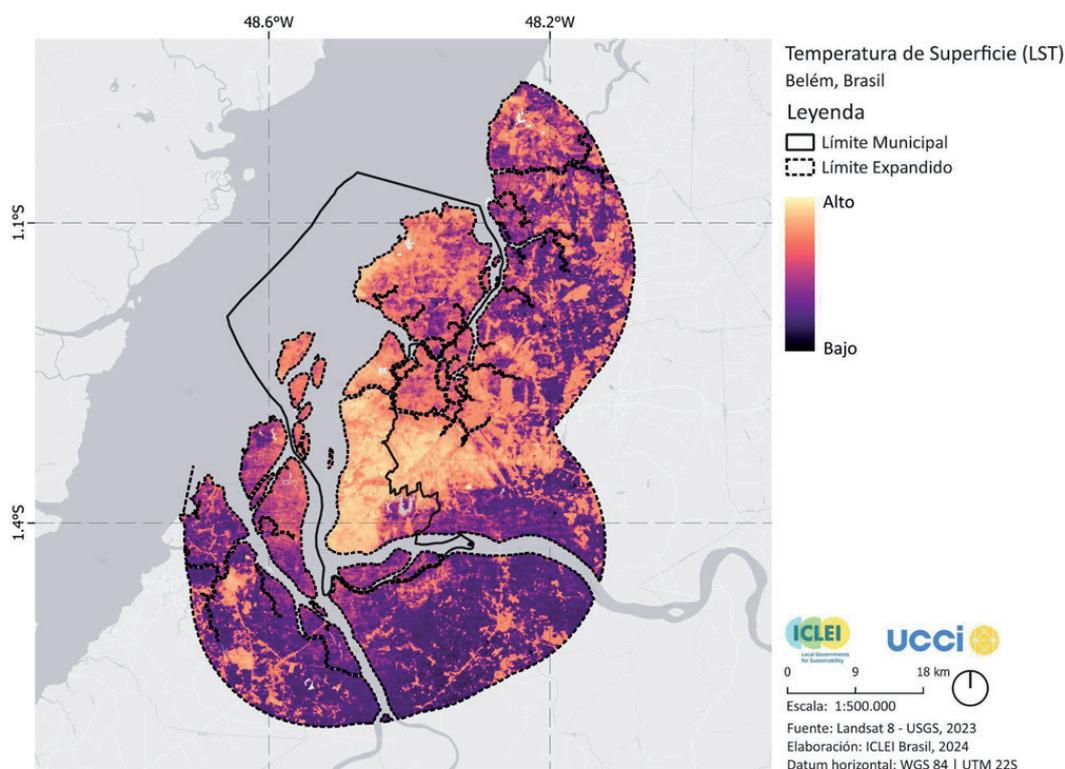


3.2.3 Análise de Ilhas de Calor

O mapa de LST em Belém destaca a amplitude térmica da cidade. As áreas mais quentes, representadas em amarelo, coincidem em grande parte com áreas urbanas densamente urbanizadas, como os edifícios compactos de arranha-céus e de edifícios médios no centro da cidade, identificados no mapa LCZ.

Por outro lado, as áreas identificadas como mais frias, marcadas em azul escuro e roxo, correspondem principalmente a áreas de árvores densas e dispersas, localizadas em regiões fora da cidade. Nessas áreas, a presença de vegetação atua como fator de mitigação térmica.

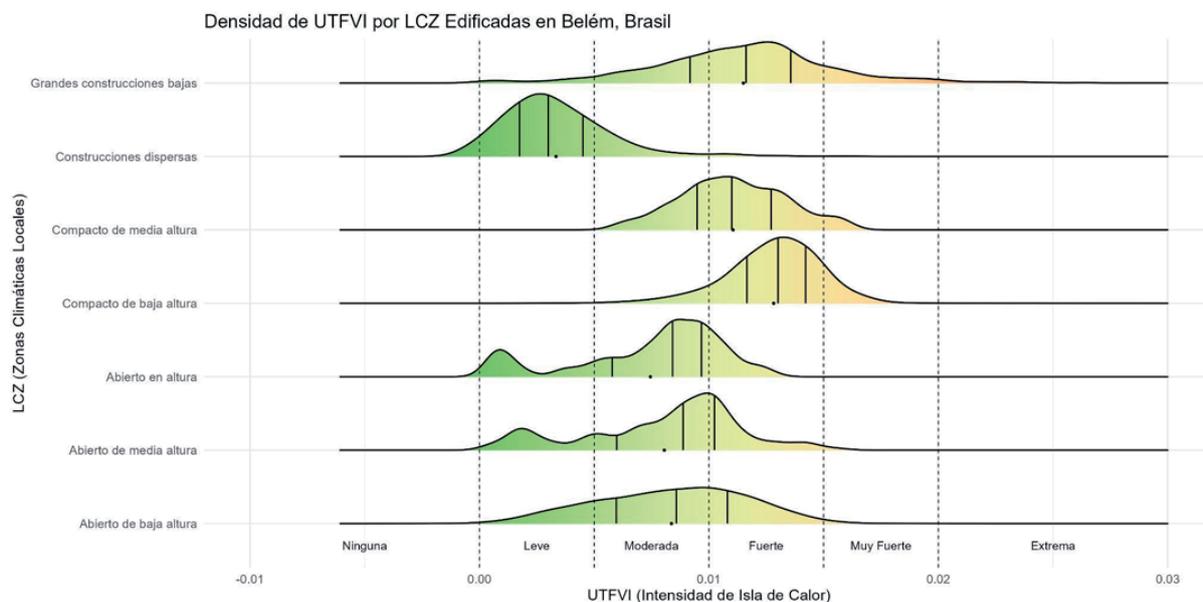
Figura 10: Temperaturas de Superfície em Belém do Pará



3.2.4 Comportamento das Ilhas de Calor por Tipologia de Paisagem

- **Grandes construções de baixa elevação e compactas de baixa e média elevação:** Estas tipologias apresentam uma notável concentração de valores em alta, o que sugere que zonas com construções baixas e médias contribuem significativamente para a formação de ilhas de calor. A retenção de calor nestas áreas é elevada devido à grande quantidade de superfícies impermeáveis e à vegetação limitada.
- **Abertas de baixa, média e alta elevação:** As tipologias apresentam valores concentrados nas categorias desde leve até forte, o que indica que estas áreas, pela sua menor densidade construtiva e maior ventilação, têm menor impacto na formação de ilhas de calor. A circulação de ar nessas áreas ajuda a mitigar o aumento da temperatura.
- **Construção dispersa:** Nesta tipologia, os valores se situam majoritariamente na categoria suave, o que indica que estas zonas, embora urbanizadas, apresentam menor densidade de edifícios e maior ventilação, o que ajuda a reduzir o impacto térmico.

Figura 11: Comportamento das Ilhas de Calor por Tipologia de Paisagem em Belém do Pará



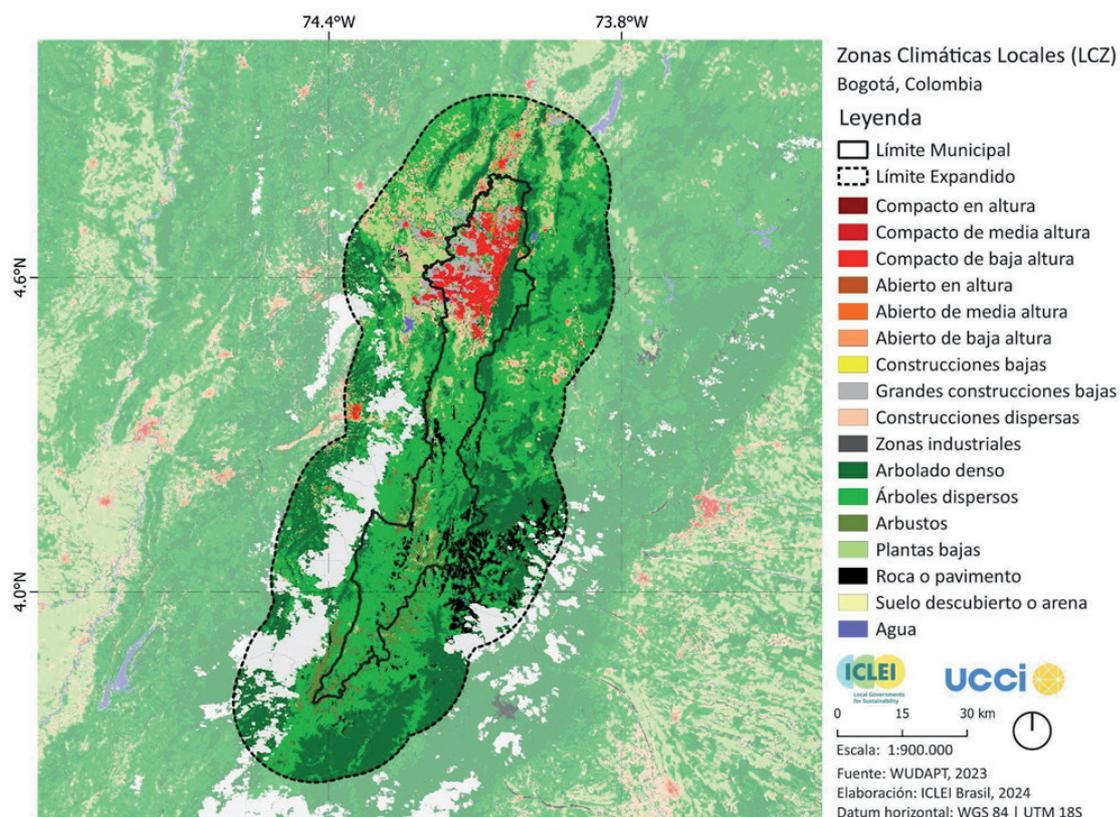
3.3 Bogotá, Colômbia

Bogotá, com 1.636,36 km² e 7.929.539 habitantes (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2021; DANE, 2024), possui um instituto para tratar da agenda climática, além de conselhos distritais e locais.. A cidade conta com uma Política de Ação Climática, Plano de Ordenamento Territorial, Análise de Risco Climático e bosques urbanos e Áreas Protegidas, além de 19 estações de monitoramento de qualidade do ar e hidrometeorológico. Embora tenha recursos para a agenda climática e medidas para a gestão de desastres, não foram registradas ondas de calor ou mortes relacionadas nos últimos cinco anos.

3.3.1 Análise de Zonas Climáticas Locais

Bogotá, capital e maior cidade da Colômbia, apresenta em sua área urbanizada, ao norte do limite municipal, uma concentração de áreas compactas de edifícios baixos e médios, bem como áreas com grandes edifícios baixos. Perto dos limites da urbanização, existem zonas com edifícios dispersos e térreos. A leste da densa área urbana, estende-se uma área de árvores densas e dispersas que corresponde às Colinas Orientais⁵. Estas funcionam não apenas como barreira vegetal, mas também física, pois formam um conjunto de montanhas que constituem uma barreira natural para a cidade. Ao sul predominam áreas com árvores dispersas, pequenas manchas de árvores densas, superfícies rochosas ou pavimentadas e edifícios baixos. Esta área, ao sul de Bogotá e abrangendo parte do páramo de Sumapaz, corresponde à maior parte da zona rural da cidade, que representa 75% do seu território total.

Figura 12: Zonas Climáticas Locais de Bogotá



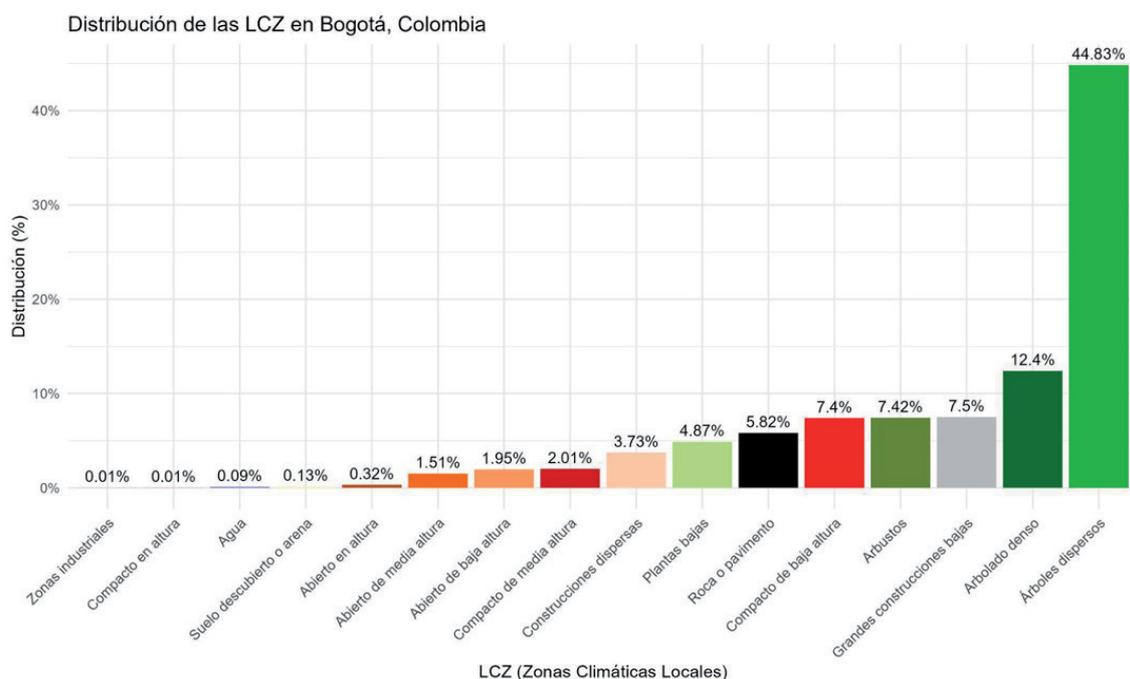
⁵ A Reserva Florestal Protetora Bosque Oriental de Bogotá (RFPBOB) tem uma extensão aproximada de 13.140 hectares e é uma área protegida nacional.

3.3.2 Distribuição das Zonas Climáticas Locais

Cerca de 25% da área da cidade corresponde a tipologias de paisagem urbana – aproximadamente 400km²; enquanto quase 60% de todo o território municipal possui cobertura vegetal – das quais mais de 12% são árvores densas – aproximadamente 203km². Além disso, algumas áreas não puderam ser mapeadas com precisão devido à presença excessiva de nuvens nas imagens de satélite, o que impediu a caracterização adequada dessas regiões. É importante destacar que as massas arbóreas não são tão representativas no meio da urbanização. De acordo com o gráfico de distribuição da LCZ em Bogotá na Figura 13, observam-se as seguintes características:

- **Vegetação arbórea esparsa (44,83%):** Esta é a tipologia predominante em Bogotá. O município é o maior em área entre as cidades analisadas neste Atlas. A vegetação, tanto esparsa como densa, é geralmente encontrada fora das áreas urbanas;
- **Vegetação arbórea densa (12,4%):** Existe um grande maciço denso a leste da área urbana, que tem potencial para diminuir as temperaturas próximas;
- **Grandes construções de baixa elevação (7,5%):** É a tipologia de paisagem urbana mais significativa da cidade, e corresponde a quase 123km². Podem favorecer a intensificação do efeito ilha de calor, devido à sua natureza densa;
- **Compactas de baixa e média elevação (7,4%):** Possuem área semelhante à tipologia de grandes edifícios baixos e efeito semelhante em termos de retenção térmica, uma vez que não são comumente associados a vegetação expressiva.

Figura 13: Distribuição das Zonas Climáticas Locais em Bogotá

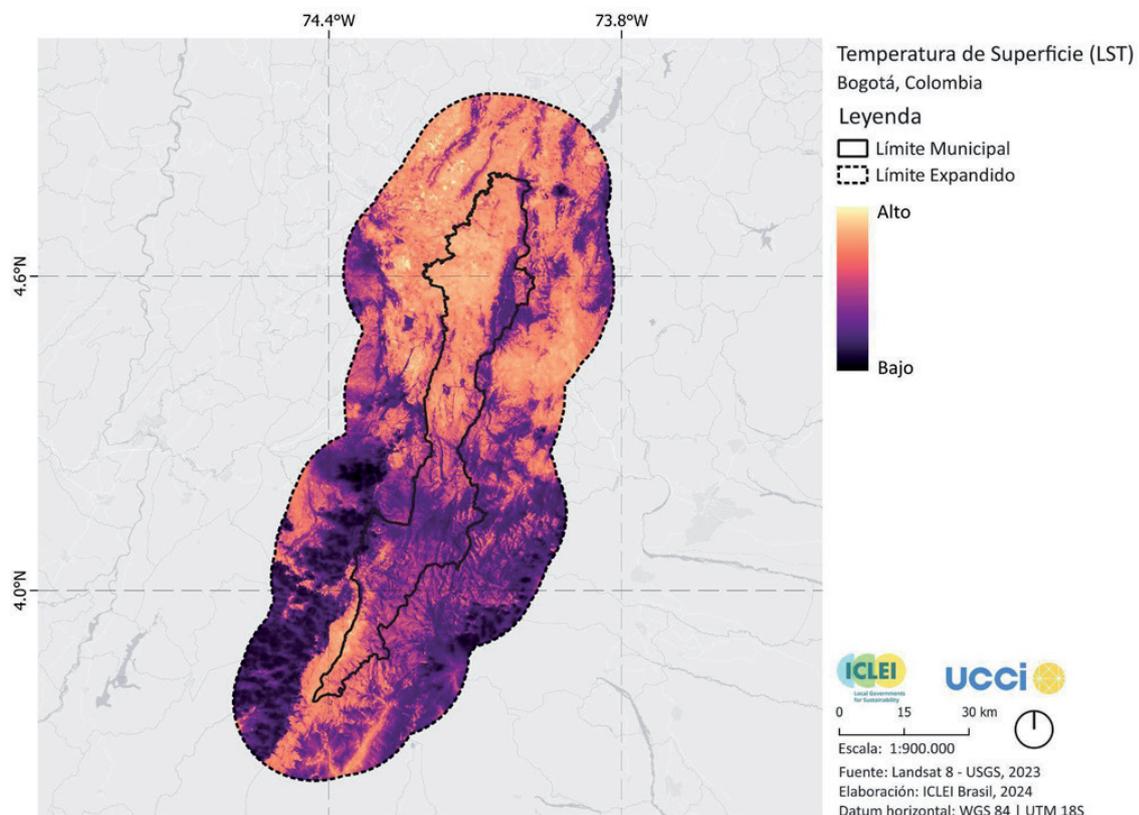


3.3.3 Análise de Ilhas de Calor

No mapeamento LST de Bogotá, observa-se um predomínio de temperaturas mais elevadas nas áreas de urbanização mais densas da cidade. Esta intensidade térmica não afeta apenas as zonas verticais, mas também se estende para sul, avançando sobre as zonas rurais mais próximas da urbanização.

No extremo sul do município se nota as áreas mais quentes. Embora esta área não seja urbanizada, a presença de rochas expostas parece ser um fator determinante, uma vez que estas superfícies acumulam e retêm grande quantidade de calor, contribuindo significativamente para os elevados níveis de temperatura na região. Isto destaca como não só a urbanização, mas também as características geográficas podem influenciar a formação de ilhas de calor. Outro ponto de atenção é a característica geomorfológica nos limites municipais e na área ampliada analisada neste Atlas, uma vez que existem áreas vegetais de montanha que influenciam em termos de temperatura - áreas mais frias - que podem interferir na estimativa do efeito das ilhas de calor devido ao sensoriamento remoto.

Figura 14: Temperaturas da Superfície em Bogotá



3.3.4 Comportamento das Ilhas de Calor por Tipologia de Paisagem

- **Grandes construções de baixa elevação:** Segundo a análise, esta é a tipologia paisagística que mais gera e intensifica o efeito das ilhas de calor em Bogotá. Como referido anteriormente, trata-se de uma morfologia urbana muito densa que corresponde a mais de 120km² – uma área muito considerável;
- **Compacta de baixa elevação:** Assim como a tipologia anterior, esta LCZ é muito recorrente em Bogotá, com aproximadamente 120km² de extensão. A sua insuficiência em termos de espaços verdes tem como consequência a intensificação do fenômeno das ilhas de calor. É uma paisagem urbana comum na América Latina;
- **Compacta de média elevação:** Apresenta maior distribuição em termos de concentração de calor, embora grande parte da sua área corresponda aos maiores índices de intensidade do efeito ilha. Sua característica em termos de altimetria pode gerar blocos e corredores para correntes de vento.

Figura 15: Comportamento das Ilhas de Calor por Tipologia de Paisagem em Bogotá

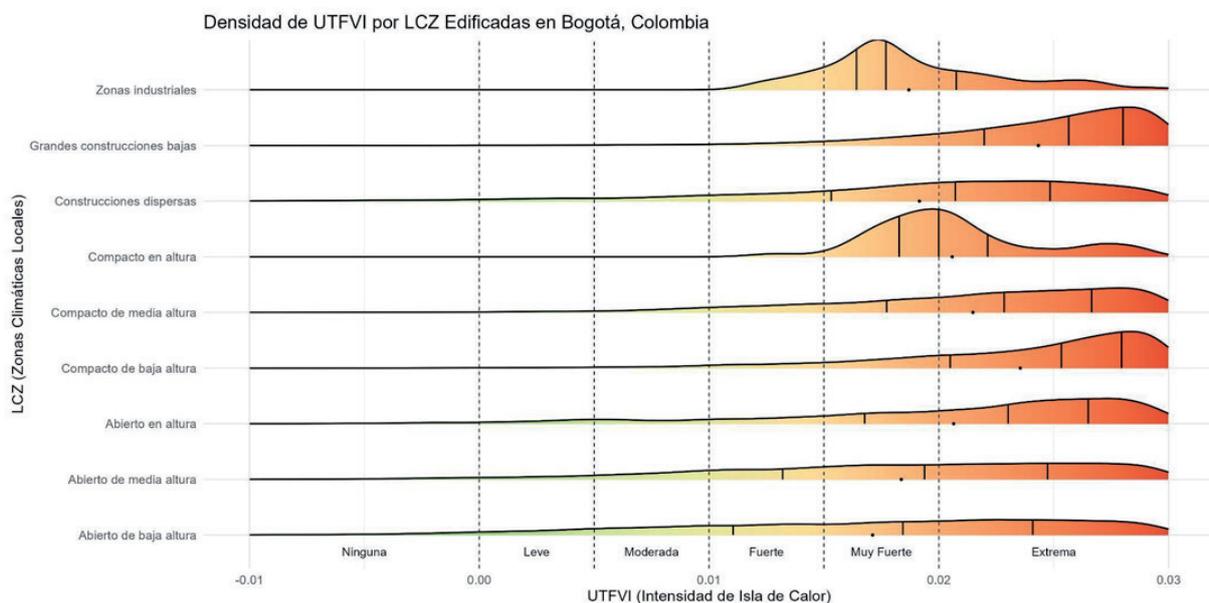




Foto de Buenos Aires: buenosaires.gob.ar

3.4 Buenos Aires, Argentina

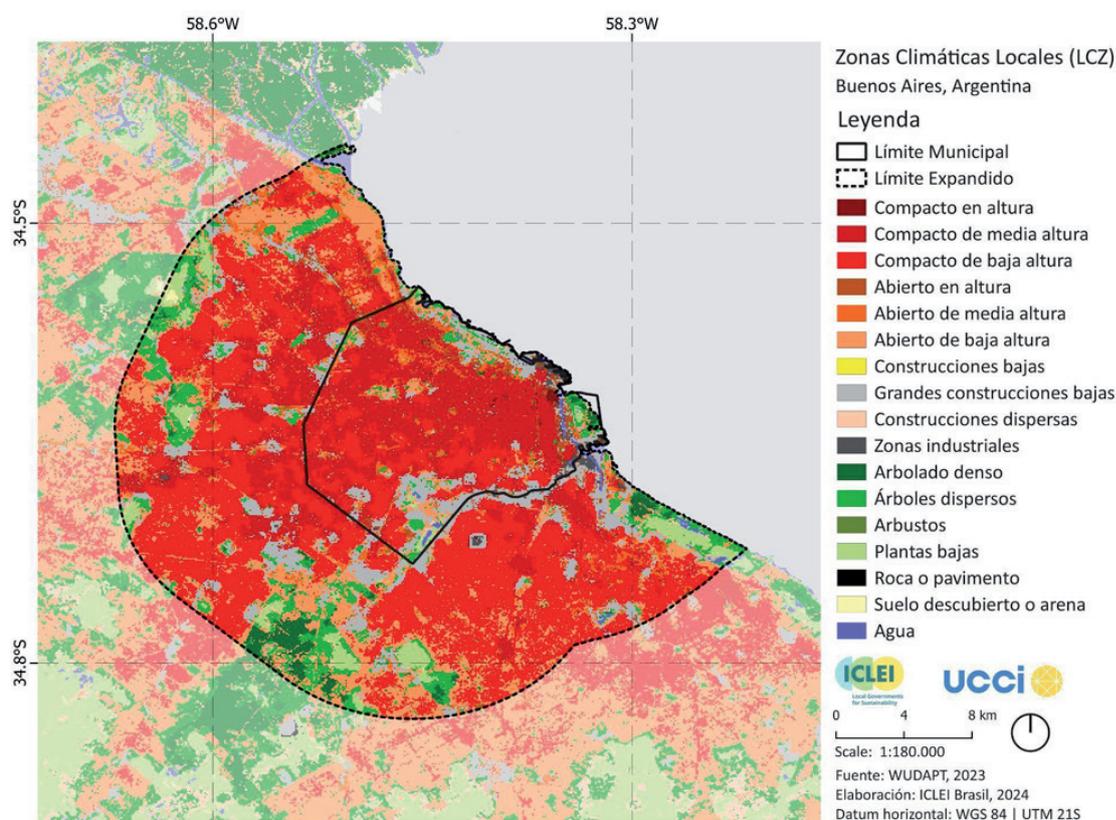
A Cidade Autônoma de Buenos Aires, com área de 200 km² e população de 3.121.707 habitantes (Censo 2022), possui uma sólida estrutura institucional para enfrentar a agenda climática. A Cidade conta com órgãos governamentais, conselhos com representação da sociedade civil e comitês que integram diferentes secretarias na abordagem da mudança climática. A Cidade Autônoma de Buenos Aires implementou seu terceiro Plano de Ação Climática que incluiu ondas de calor em sua análise de risco, bem como a gestão de áreas protegidas. Além disso, possui espaços abertos e fechados que funcionam como refúgios climáticos e um Plano de Arborização. Para a supervisão ambiental, estão disponíveis equipamentos de medição da qualidade do ar e da água, garantindo assim uma abordagem abrangente e responsável aos desafios climáticos.

3.4.1 Análise de Zonas Climáticas Locais

A Cidade Autônoma de Buenos Aires é uma cidade autônoma e capital federal da Argentina e está localizada na margem sul do Rio da Prata. O mapa das Zonas Climáticas Locais (ZLC) de Buenos Aires apresenta forte predominância de áreas urbanizadas no limite jurisdicional e também na zona periurbana, especialmente de média e baixa altitude, destacadas em tons vermelhos.

A sudeste da cidade, existe uma área dominada por edifícios grandes, baixos e dispersos, com algumas zonas de árvores dispersas. Na área mais próxima às margens do Rio da Prata predomina uma paisagem semelhante, onde grandes edifícios baixos e dispersos se combinam com uma maior presença de árvores e plantas baixas. Esta região inclui estruturas importantes como o aeroporto, a Cidade Universitária, o porto, bem como inúmeras praças e parques.

Figura 16: Zonas Climáticas Locais de Buenos Aires



3.4.2 Distribuição das Zonas Climáticas Locais

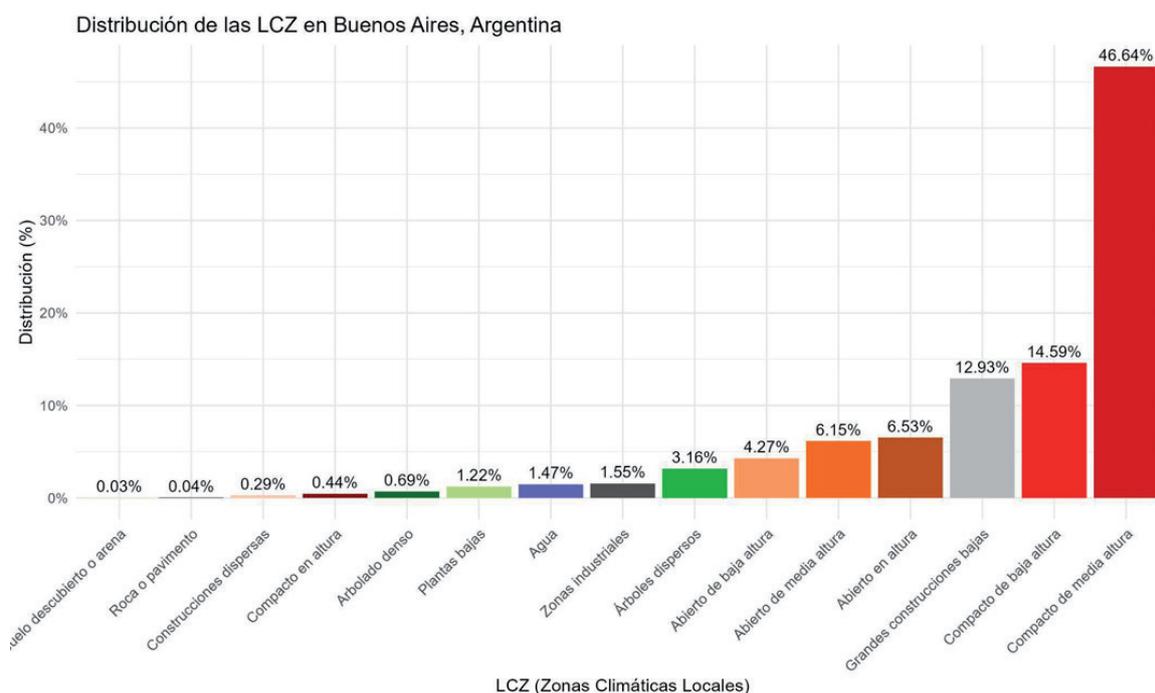
Mais de 93% da área da cidade corresponde a tipologias de paisagem urbana – aproximadamente 187km²; enquanto menos de 5% de todo o território é caracterizado como tipologia de cobertura vegetal – aproximadamente 8km². É importante destacar que as massas arbóreas não são tão representativas no meio da urbanização. No entanto, a Cidade de Buenos Aires tem muitos parques e árvores nas ruas. De acordo com o gráfico de distribuição da LCZ de Buenos Aires na Figura 17, observam-se as seguintes características:

- **Compacta de média elevação (46,64%):** A Cidade de Buenos Aires é muito densa em termos de ambiente construído. Grande parte de sua superfície é caracterizada pela presença intensa de edifícios de até 12 andares, geralmente sem distanciamento frontal ou lateral;
- **Compacta de baixa e média elevação (14,59%):** Em geral, são áreas residenciais com edifícios unifamiliares na cidade, onde há baixa presença de grandes torres. Contudo, são também áreas muito densas e com baixa permeabilidade do solo;
- **Vegetação arbórea esparsa (3,16%):** O esquema LCZ indica baixa presença de vegetação na cidade, sendo as árvores dispersas a tipologia de paisagem natural com área mais significativa. Porém, como mencionado

acima, cada pixel do mapa LCZ tem resolução de 100m – equivalente a um quarteirão, que possui mais construção do que vegetação – e, portanto, é sensível às árvores das ruas.

- **Água (1.47%):** É a segunda tipologia natural mais recorrente na cidade. Correspondem, em geral, aos lagos ao sul e ao Rio Dársena Sul, que corta a região de Puerto Madero.

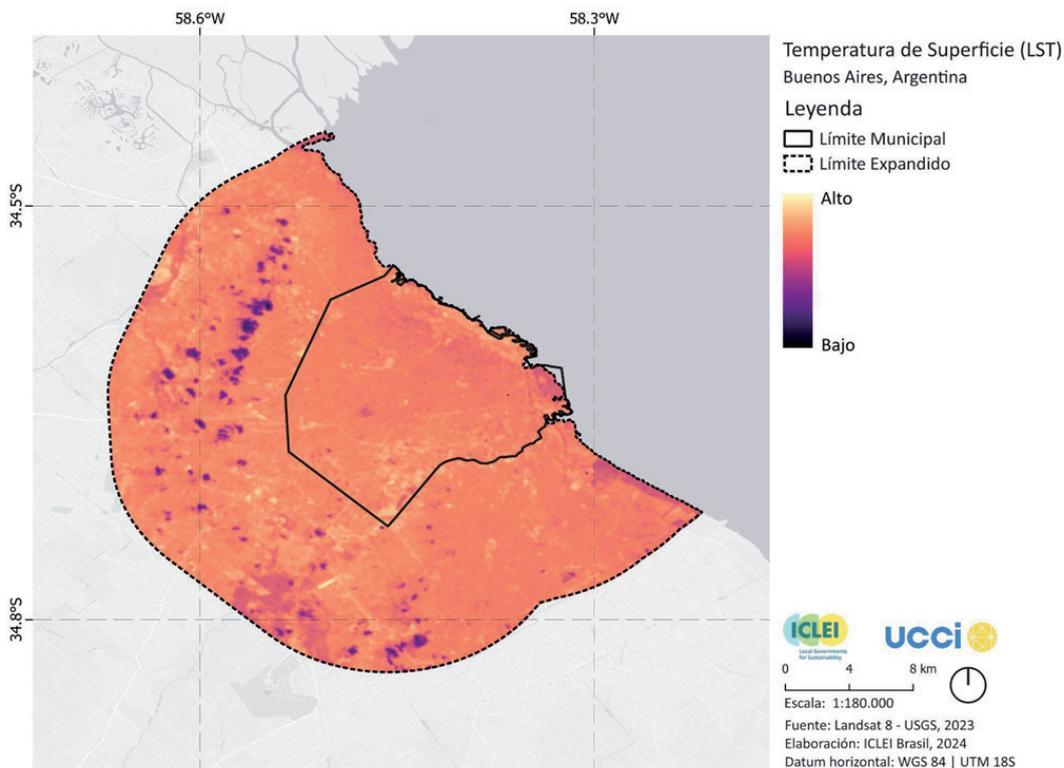
Figura 17: Distribuição das Zonas Climáticas Locais em Buenos Aires



3.4.3 Análise de Ilhas de Calor

O mapa LST de Buenos Aires apresenta a amplitude térmica da cidade. É importante notar que, diferentemente das demais cidades deste Atlas, a Capital Federal da Argentina e seus limites ampliados - segundo os critérios adotados - se encontram quase totalmente urbanizadas. Assim, a expressividade dos tons violeta escuro, que indicam baixas temperaturas, não é perceptível. Estas áreas eram muito específicas e estão, em geral, associadas à vegetação ou ao sombreamento das construções. As áreas mais quentes, representadas em amarelo, estão localizadas ao longo de grandes eixos rodoviários, como as avenidas 9 de Julio e 25 de Mayo. Pelo contrário, as áreas menos quentes são observadas em bairros mais arborizados, como Palermo, ou próximos ao Rio da Plata, como Puerto Madero.

Figura 18: Temperaturas de Superfície em Buenos Aires

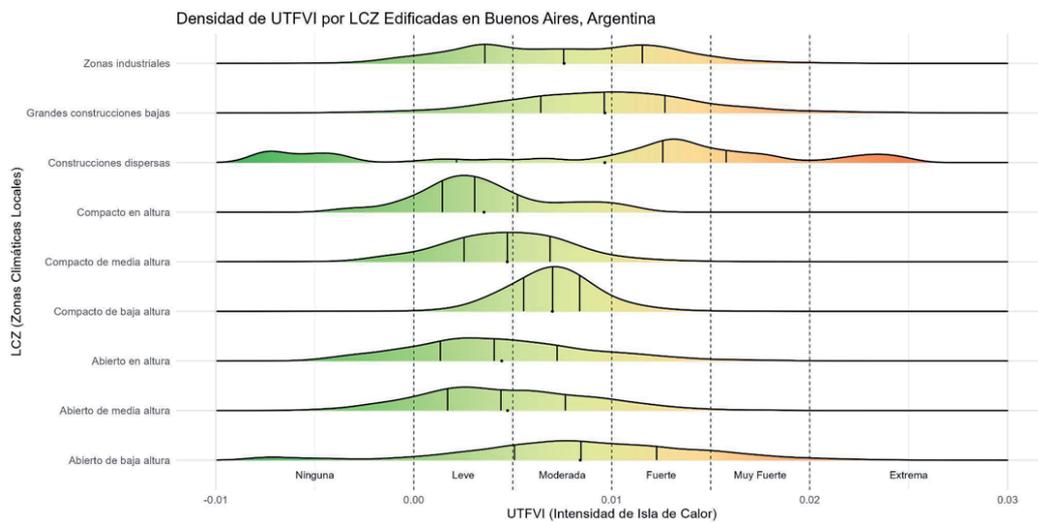


3.4.4 Comportamento das Ilhas de Calor por Tipologia de Paisagem

- **Indústria:** Esta tipologia apresenta maior concentração de valores nas categorias moderada a forte, sugerindo uma contribuição significativa para ilhas de calor. A falta de vegetação e a predominância de superfícies impermeáveis intensificam a retenção de calor nestas áreas.
- **Compacta e Aberta (em baixa, média e alta elevação):** Estas tipologias apresentam um comportamento majoritariamente concentrado nas categorias suave a forte, o que indica uma retenção de calor significativa mas não tão extrema como nas zonas industriais. A ventilação é limitada em áreas compactas, mas os edifícios mais altos proporcionam alguma sombra, o que ajuda a reduzir um pouco as temperaturas, embora não o suficiente para mitigar o fenômeno da ilha de calor.
- **Grandes construções de baixa elevação:** Os valores estão distribuídos principalmente nas categorias suave a forte, com menor retenção de calor em comparação às áreas industriais. No entanto, a falta de vegetação e a presença de edifícios baixos continuam a contribuir para o fenômeno das ilhas de calor.
- **Construção dispersa:** Em Buenos Aires, esta tipologia apresenta uma oscilação interessante em seus valores, com notável concentração

nas categorias leves e alguns picos em leves e muito fortes. Este comportamento reflete uma menor retenção de calor comparativamente a outras tipologias mais densas, graças à maior separação entre edifícios e à presença de áreas mais abertas. A oscilação nos valores indica que, embora estas áreas sejam geralmente mais frias, existem pontos específicos onde a falta de vegetação ou superfícies pavimentadas podem contribuir para uma retenção de calor maior do que o esperado.

Figura 19: Comportamento das Ilhas de Calor por Tipologia de Paisagem em Buenos Aires



3.5 Lisboa, Portugal

Lisboa, capital de Portugal, tem uma população de aproximadamente 547.773 habitantes e uma área de cerca de 100 km² (INE, 2022). Embora a cidade tenha demonstrado um forte compromisso com as questões urbanas e ambientais em várias plataformas internacionais, não foi recebida nenhuma resposta das

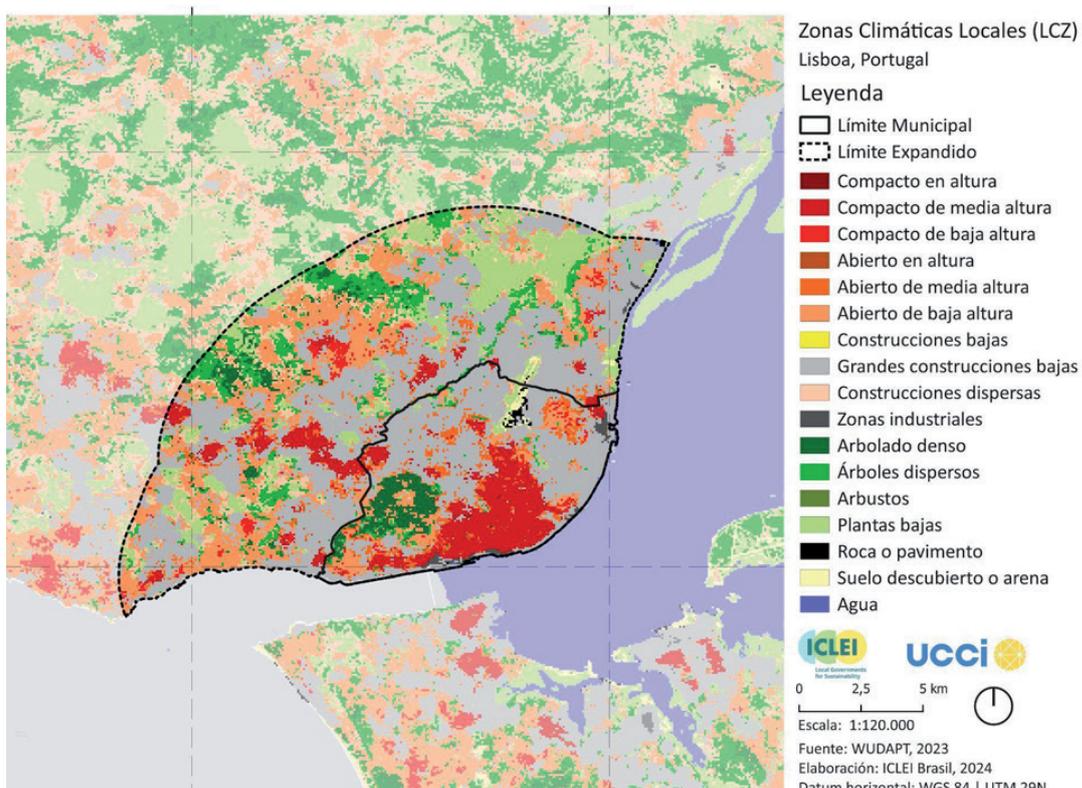
autoridades locais ao inquérito enviado sobre governança climática, gestão de riscos e planeamento urbano-ambiental no âmbito deste estudo.

3.5.1 Análise de Zonas Climáticas Locais

Lisboa, a maior cidade e capital de Portugal, está localizada na margem norte do Rio Tejo. Toda a área dentro do seu limite municipal é urbanizada. No mapa da LCZ se destaca um grande ponto central vermelho, representando uma zona compacta de meia altura, correspondente à zona mais central da cidade, que inclui o centro e o centro histórico. Esta área é caracterizada por densos edifícios de importância histórica.

Na zona oeste da cidade, onde se situam os bairros da Ajuda, Belém e Alcântara, existe uma extensa mancha verde que corresponde ao Parque Florestal de Monsanto, uma das mais significativas áreas de arborização densa. Mais perto do rio, as áreas classificadas como abertas de altura média, juntamente com grandes edifícios baixos e dispersos, representam grandes infraestruturas urbanas como a Universidade de Lisboa, o Estádio, o Mosteiro dos Jerónimos, vários palácios, museus e outros importantes espaços culturais. Ao norte da cidade predomina uma urbanização mais dispersa com grandes edifícios baixos e espaços abertos, caracterizados por edifícios longos e menos compactos.

Figura 20: Zonas Climáticas Locais de Lisboa

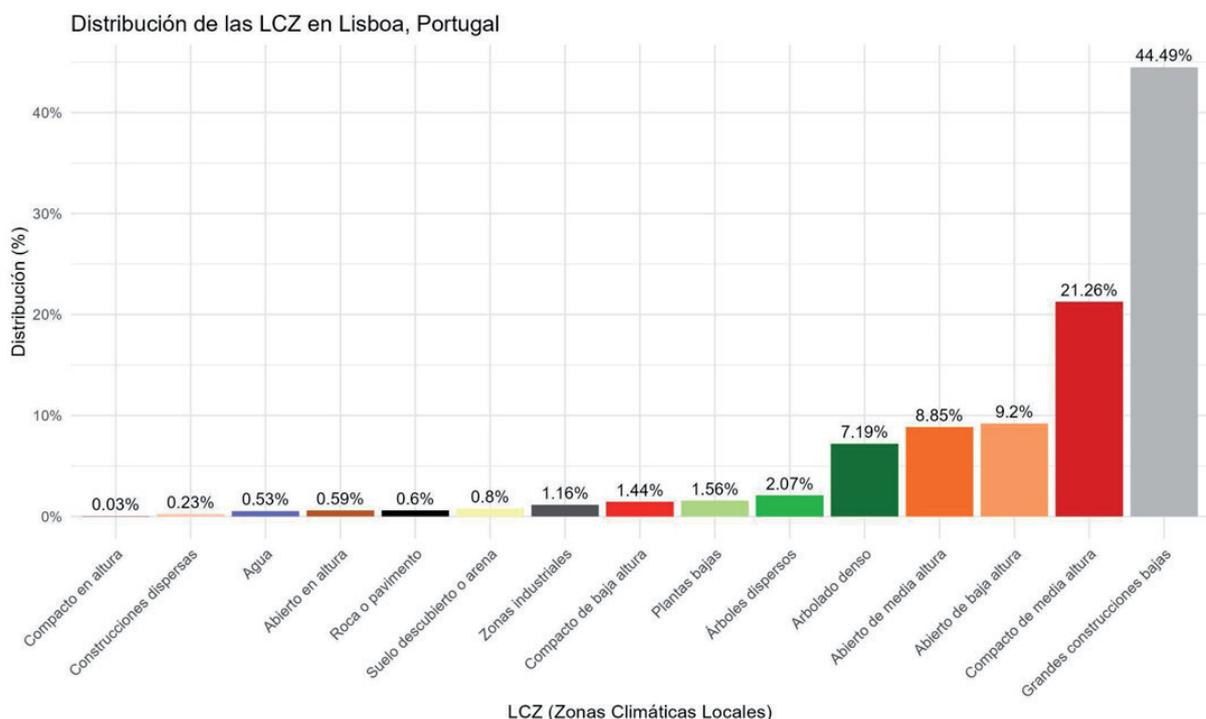


3.5.2 Distribuição das Zonas Climáticas Locais

Mais de 87% da área da cidade corresponde a tipologias de paisagem urbana – aproximadamente 87km²; enquanto menos de 10% de todo o território municipal possui cobertura vegetal – aproximadamente 9km². É importante destacar que as massas arbóreas não são tão representativas no meio da urbanização. A maior área arborizada de um parque urbano. De acordo com o gráfico de distribuição das LCZ de Lisboa na Figura 21, observam-se as seguintes características:

- **Grandes construções de baixa elevação (44,49%):** É a tipologia predominante e representa áreas densamente urbanizadas, com massas edificadas que percorrem as quadras. Este tipo de morfologia potencializa o efeito das ilhas de calor;
- **Compacta de média elevação (21,26%):** Tal como os grandes edifícios baixos, é uma tipologia urbana recorrente em Portugal. Caracteriza-se pela densidade de áreas construídas com baixa presença de vegetação;
- **Vegetação arbórea densa (7,19%):** Grande parte do denso maciço vegetal corresponde ao Parque Florestal de Monsanto, que apresenta um grande potencial de resfriamento;
- **Vegetação arbórea esparsa (2,07%):** É a segunda tipologia de paisagem natural mais observada em Lisboa. É perceptível próximo ao Parque Florestal e no entorno da área de urbanização.

Figura 21: Distribuição das Zonas Climáticas Locais em Lisboa

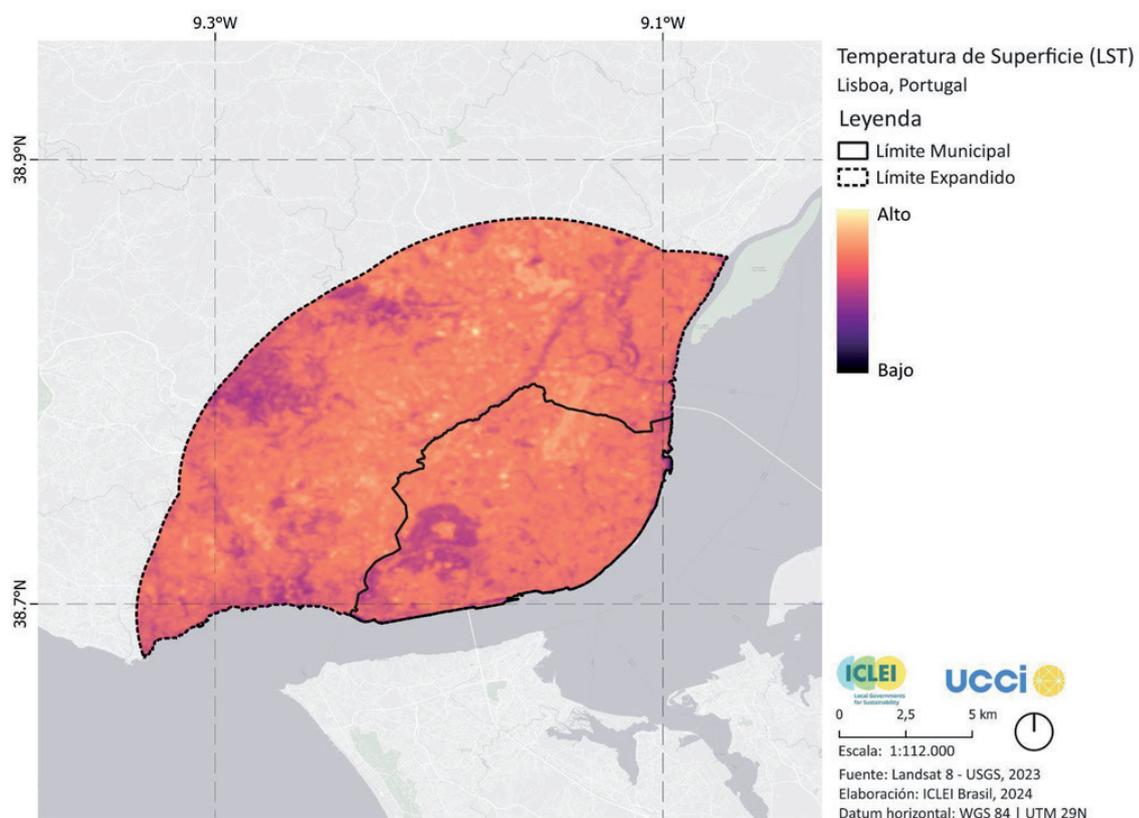


3.5.3 Análise de Ilhas de Calor

O mapa LST apresenta a amplitude térmica na cidade. As áreas mais quentes, representadas em amarelo, estão localizadas em regiões com rochas expostas, campos e plantas baixas. As áreas laranja-rosadas, também retentoras de calor, estão distribuídas por toda a urbanização, que pela sua morfologia mais uniforme, apresenta comportamento semelhante. As diferenças observadas podem estar relacionadas à arborização urbana e à presença de praças ou outros espaços abertos.

Por outro lado, as áreas identificadas como mais frias, marcadas em azul escuro e violeta, localizam-se principalmente em zonas urbanas LCZ de construções baixas dispersas ou abertas - especialmente em direção ao norte - e, nos limites da cidade, em regiões como o Parque Florestal de Monsanto ou corredores verdes - o que reforça a sua importância como zona de regulação de temperatura.

Figura 22: Temperaturas de Superfície em Lisboa



3.5.4 Comportamento das Ilhas de Calor por Tipologia de Paisagem

- **Indústria:** Esta tipologia apresenta elevada concentração de valores nas categorias moderada a forte, indicando que as áreas industriais são grandes contribuintes para ilhas de calor. A falta de vegetação e a grande quantidade de superfícies impermeáveis intensificam a retenção de calor nestas áreas.
- **Compacta de alta elevação:** Esta tipologia apresenta uma notável concentração de valores em moderado, indicando uma acumulação de calor menos considerável do que as outras tipologias abertas, embora a presença de edifícios altos possa gerar sombras e diminuir a retenção de calor nestas áreas.
- **Compacta de baixa e média elevação:** Estas tipologias apresentam valores de fortes a muito fortes, mas a sua retenção de calor permanece considerável devido à densidade dos edifícios compactos e à falta de sombra adequada. A falta de vegetação significativa e de superfícies que absorvem calor contribuem para que estas áreas se tornem mais quentes, uma vez que os edifícios não proporcionam sombra suficiente para mitigar o efeito de ilha de calor.
- **Grandes construções de baixa elevação:** Os valores nestas zonas se distribuem majoritariamente entre fortes e muito fortes, sugerindo que estas zonas são também importantes fontes de calor devido à ausência de vegetação e à prevalência de superfícies pavimentadas.
- **Construção dispersa:** Esta tipologia apresenta uma oscilação interessante, com a maior parte dos valores concentrados em fortes e alguns picos em muito fortes. Embora estas áreas tenham maior ventilação graças ao espaçamento entre os edifícios, ainda existem pontos onde a retenção de calor é considerável, possivelmente devido à falta de vegetação em determinadas partes.

Figura 23: Comportamento das Ilhas de Calor por Tipologia de Paisagem em Lisboa

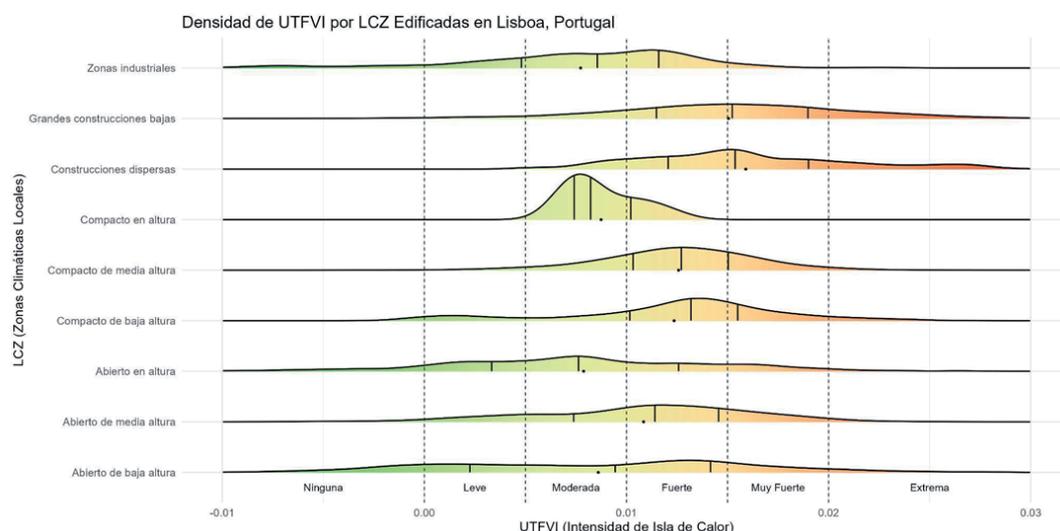




Foto de Madri: Pixabay

3.6 Madri, Espanha

Madri, com uma área de 604,3 km² e uma população de 3.460.491 habitantes (2024), estabeleceu uma infraestrutura robusta para enfrentar os desafios climáticos. O município conta com órgãos governamentais e comitês interdepartamentais dedicados à Agenda Climática, embora não possua um conselho específico da sociedade civil para tratar deste tema. Madri implementou um Plano de Ação Climática e dispõe de análises de risco relacionadas com ondas de calor. Além disso, possui 24 estações de monitoramento que medem diversas variáveis climáticas, garantindo o monitoramento contínuo da qualidade do ar e demais condições ambientais. A cidade também desenvolveu um Plano Florestal Urbano e possui áreas verdes concebidas como refúgios climáticos, embora não tenham sido registradas mortes por ondas de calor nos últimos cinco anos, sugerindo uma gestão contínua dos riscos.

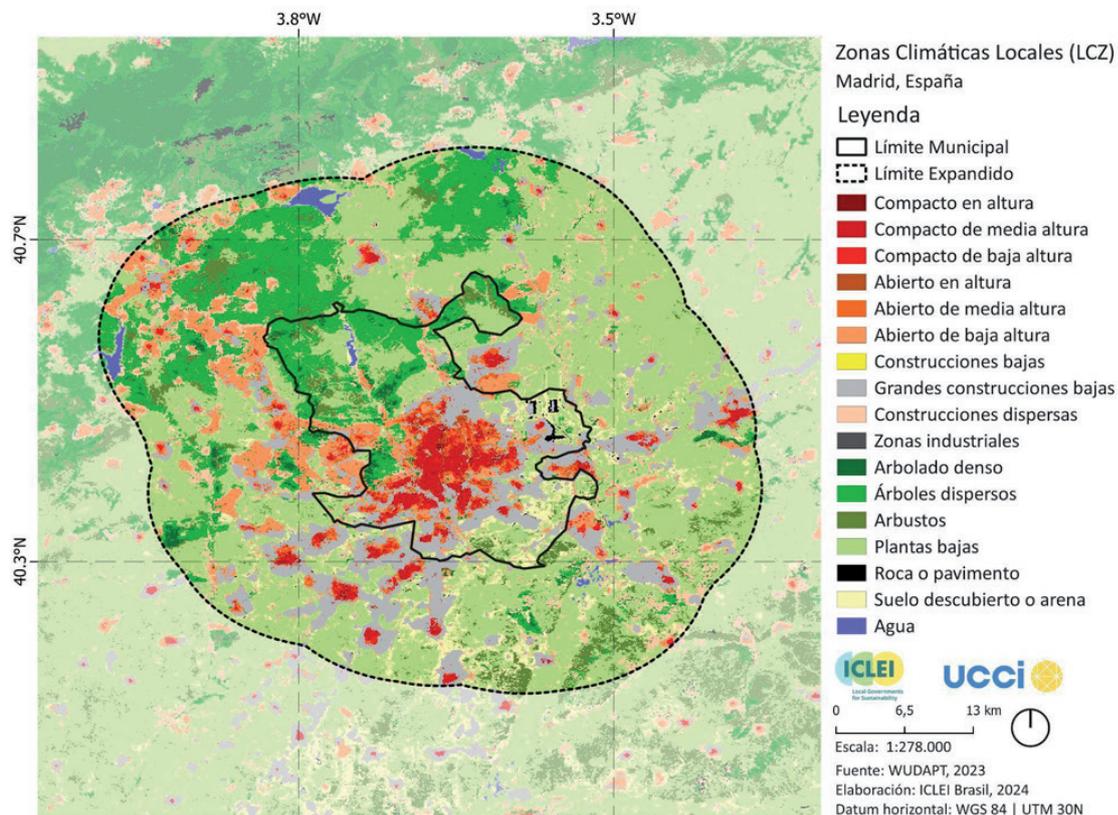
3.6.1 Análise de Zonas Climáticas Locais

Madri, a capital e maior cidade de Espanha, está localizada no centro da Península Ibérica, num planalto predominantemente plano. O mapa das Zonas Climáticas Locais (LCZ) da cidade revela um centro denso com áreas compactas de média e baixa altitude, especialmente em bairros como o Centro Histórico e Chamberí. Áreas de altura compacta, como a de Tetuán, perto do Paseo de la Castellana, contribuem significativamente para a retenção de calor e a formação de intensas ilhas de calor naquela região. Nas zonas mais periféricas, como Vallecas e Carabanchel, predominam os edifícios baixos, enquanto os edifícios mais dispersos aparecem nos limites da cidade.

Na zona oeste da cidade, a ocupação tende a ser residencial e dispersa, principalmente no parque Casa de Campo, que funciona como importante área verde. No norte se destacam áreas de densa arborização, especialmente no bairro de Fuencarral-El Pardo, onde está localizado o Monte de El Pardo, que representa 26,4% da superfície da cidade. As áreas rurais se concentram

principalmente ao sul e nordeste da cidade, identificadas como áreas de plantas baixas, algumas separadas por arbustos ou solo descoberto. Embora a resolução do mapeamento não permita visualizar corpos d'água, como o Rio Manzanares, parques urbanos importantes como El Retiro contribuem para mitigar o efeito das ilhas de calor na área urbana (Figura 24).

Figura 24: Zonas Climáticas Locais de Madri



3.6.2 Distribuição das Zonas Climáticas Locais

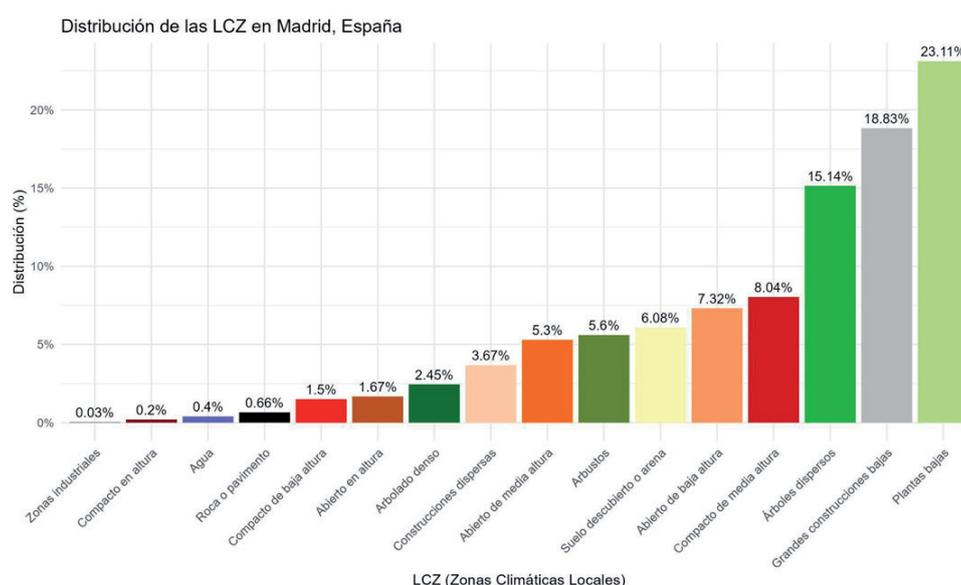
Mais de 45% da área da cidade corresponde a tipologias de paisagem urbana – aproximadamente 281km²; enquanto quase 18% de todo o território municipal possui cobertura vegetal – aproximadamente 106km². É importante destacar que as massas arbóreas não são tão representativas na urbanização, relacionadas ao bioma da região. Essas áreas estão concentradas principalmente no norte. De acordo com o gráfico de distribuição da LCZ de Madri na Figura 25, observam-se as seguintes características:

- **Vegetação rasteira (23,11%):** Esta é a tipologia predominante no território da cidade. Essa LCZ representa paisagens dominadas por culturas, plantas baixas e/ou gramíneas, com poucas árvores. Inclui também áreas de parques urbanos com pouca vegetação. Áreas gramadas ou campos não proporcionam grande permeabilidade ao solo e não são capazes de resfriar o ambiente como massas de vegetação densa. São focos

importantes do aumento das temperaturas urbanas, especialmente em bairros residenciais com elevada proporção de superfícies impermeáveis e vegetação geralmente limitada, embora apresentem intensidade de ilhas de calor mais moderada do que áreas de ocupação mais compactas ou arranha-céus, por exemplo. Algumas destas áreas estão localizadas em colinas, especialmente no sul;

- **Grandes construções de baixa elevação (18,83%):** Também recorrente em Lisboa e Barcelona, esta tipologia de paisagem urbana é a mais observada em Madri. Caracterizado pela alta densidade construída associada à vegetação pontual, possui potencial de aquecimento local;
- **Vegetação arbórea esparsa (15,14%):** É a segunda tipologia de paisagem natural mais recorrente em Madri, característica da região onde se insere a cidade. Observa-se ao norte, próximo à Barragem El Pardo. São espaços com árvores distribuídas irregularmente, geralmente encontrados em parques, praças ou ao longo de ruas. Embora as árvores ajudem a reduzir o efeito de ilha de calor, a sua distribuição dispersa limita o seu impacto positivo no microclima. Em Madri, áreas verdes como o Parque Florestal de Valdebebas, o Parque Juan Carlos I e El Retiro funcionam como micro-oásis urbanos, oferecendo alívio térmico em pequenas superfícies, mas com capacidade limitada de neutralizar o calor em grande escala;
- **Compacta de média elevação (8,04%):** Tal como os grandes edifícios baixos, esta tipologia paisagística se caracteriza pela elevada impermeabilidade do solo, elevado volume construído e conseqüente potenciação do efeito de ilha de calor.

Figura 25: Distribuição das Zonas Climáticas Locais em Madri

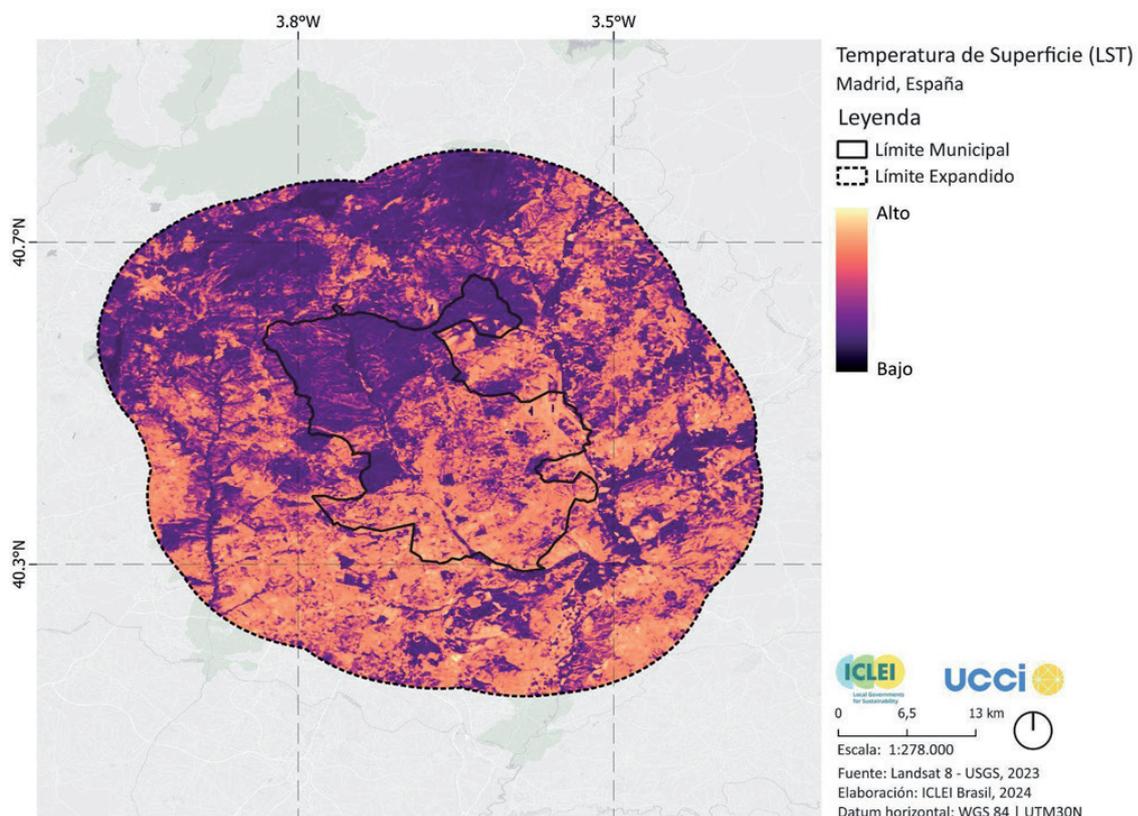


3.6.3 Análise de Ilhas de Calor

O mapa LST destaca as áreas mais quentes e menos quentes de Madri, com uma diferença notável entre as regiões periféricas a oeste-noroeste e leste-sudeste (Figura 26). As regiões mais quentes, representadas em amarelo, concentram-se no sudeste do perímetro periurbana, o que pode estar relacionado não só com o tipo de ocupação, marcada por solos expostos e áreas com certa densidade construtiva, mas principalmente com o tipo de materiais destas construções, com elevada capacidade térmica. Essas regiões indicam considerável acúmulo de calor.

O centro de Madri apresenta predomínio da classificação moderada – tons laranja-violeta. Embora não sejam tão extremas como as áreas mais industriais ou de solo descoberto, estas áreas ainda sofrem de elevada retenção térmica devido à elevada densidade de edifícios e superfícies impermeáveis, típicas de uma grande metrópole. Em contraste, a parte noroeste é onde estão localizadas as áreas mais frias. Estas regiões, graças à sua extensa cobertura vegetal, apresentam uma notável mitigação dos efeitos do calor.

Figura 26: Temperaturas de Superfície em Madri



3.6.4 Comportamento das Ilhas de Calor por Tipologia de Paisagem

O gráfico revela a intensidade das ilhas de calor em diferentes LCZ. O UTFVI indica a gravidade das ilhas de calor, com classificações que variam de nenhum a extremo (Figura 27).

- **Indústria:** Esta tipologia apresenta alguns dos valores mais altos, com classificações que variam de Muito Forte a Extremo. Essas áreas, embora não sejam as mais expressivas na cidade, são fontes de ilhas de calor mais intensas e por isso também requerem atenção, ainda mais quando se considera sua eventual relação com outros impactos socioambientais como a poluição.
- **Grandes construções de baixa elevação:** Nesta tipologia os valores se distribuem principalmente na categoria forte. Isto sugere que áreas com construções baixas apresentam influência significativa para o fenômeno de ilha de calor, mas não tão intensa quanto áreas mais compactas ou industriais.
- **Compactas e Abertas (em baixa, média e alta elevação):** As tipologias de elevação, tanto compactas como abertas, apresentam um padrão semelhante, concentrando-se na classificação moderada e forte, atingindo também muito forte, um pouco mais pronunciado para os arranha-céus compactos. Por outro lado, observa-se que o LCZ vegetação rasteira, apesar de também apresentar concentração nas classificações moderado e forte, apresenta um padrão menos pronunciado, o que está relacionado a uma maior capacidade de refrigeração por ser composto por áreas geralmente com pelo menos alguma presença de vegetação. Na mesma linha, categorias como construção baixa aberta e, mais ainda, construção dispersa, que geralmente inclui áreas intraurbanas com mais vegetação, apresentaram melhores resultados.
- **Construção dispersa:** Esta classe apresenta valores mais moderados, principalmente entre as categorias leve a moderada. Embora estas áreas costumem apresentar maior presença de vegetação e menor grau de urbanização, o que reduz a intensidade das ilhas de calor, ainda contribuem para o fenômeno, especialmente em zonas onde a dispersão dos edifícios é insuficiente para permitir um resfriamento natural significativo.

Tendo em conta a combinação de fatores naturais e antrópicos, que favorecem a formação de ilhas de calor na cidade, seria importante investir mais fortemente num padrão de urbanização que incorporasse o verde de forma mais distribuída e estratégica, tendo em conta as espécies adaptadas às condições locais e a favor da biodiversidade.

Figura 27: Comportamento das Ilhas de Calor por Tipologia de Paisagem em Madri

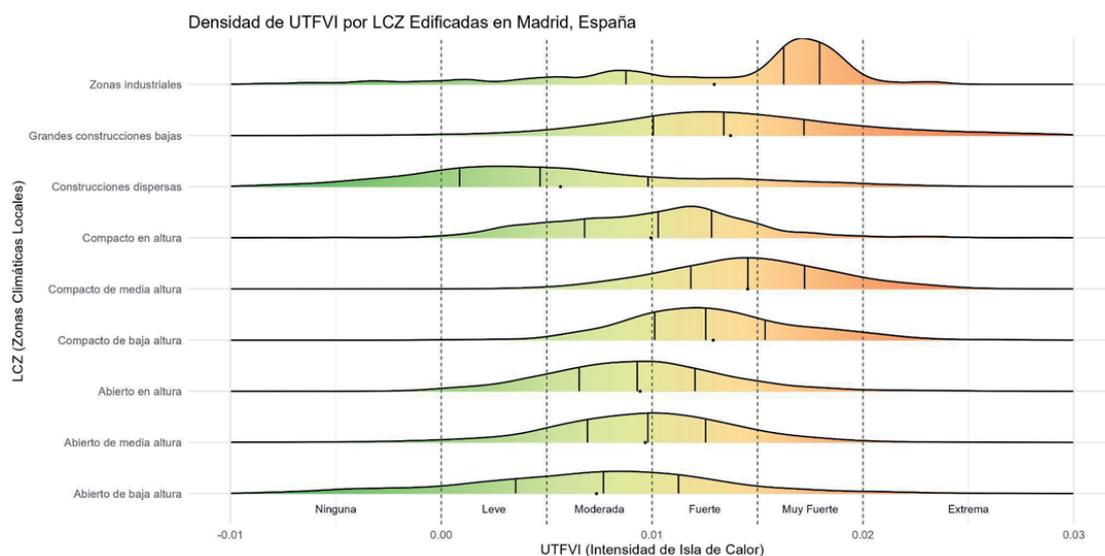


Foto de Montevidéu: Anton Lukin - Pixabay

3.7 Montevidéu, Uruguai

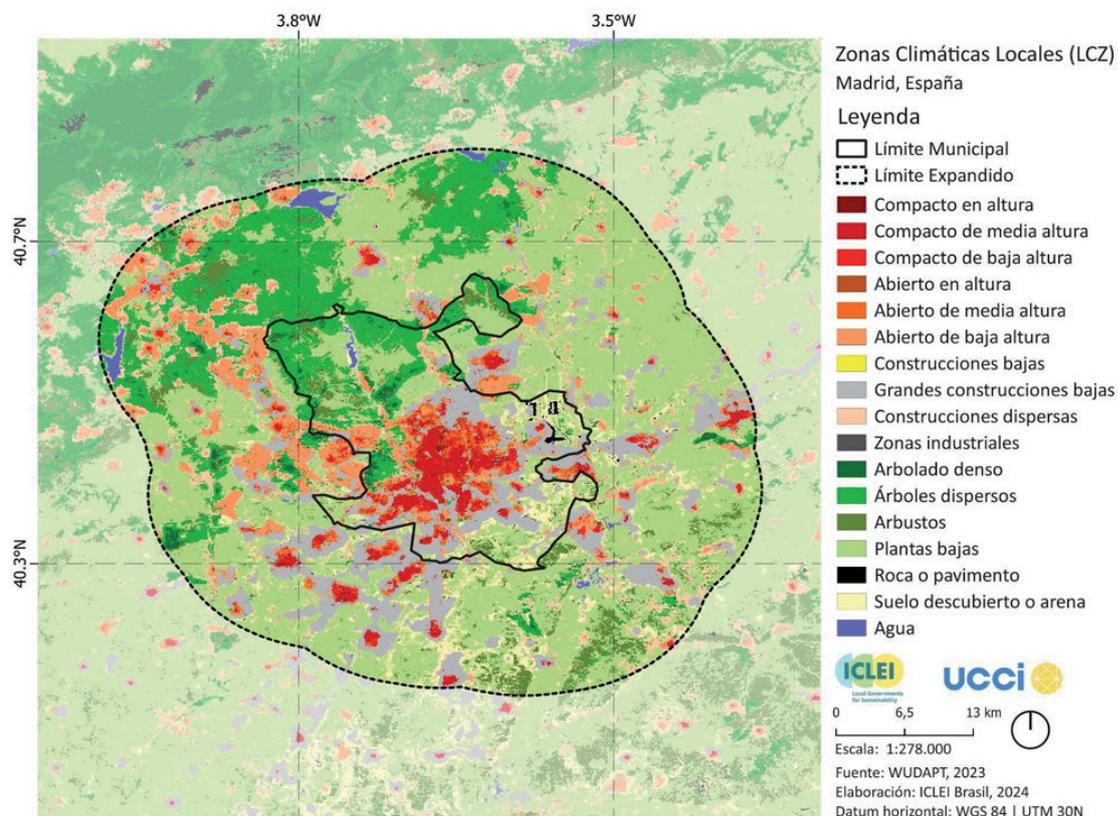
Montevidéu possui uma área de 530 km² e uma população estimada em 1.383.965 habitantes (Instituto Nacional de Estatística, 2022). A cidade desenvolveu uma abordagem abrangente para enfrentar os desafios climáticos, com agências governamentais e comitês interdepartamentais que facilitam a implementação da Agenda Climática, embora não tenha um conselho específico com representação da sociedade civil. Foi estabelecido um Plano de Ação Climática e estão cadastradas 6 estações que monitoram diversas variáveis ambientais, como temperatura, umidade relativa e precipitação. No entanto, não foram documentadas quaisquer ondas de calor ou mortes relacionadas nos últimos cinco anos, refletindo a gestão contínua dos riscos. Além disso, Montevidéu possui áreas protegidas e implementou um Plano de Arborização Urbana, apoiando assim a conservação de seus espaços verdes.

3.7.1 Análise de Zonas Climáticas Locais

Montevideu, capital do Uruguai, está localizada no sul do país, com costa no Rio da Prata. No mapa de Zonas Climáticas Locais (LCZ) da cidade, as zonas compactas e abertas se concentram principalmente na parte centro-sul do município, o que coincide com a urbanização mais consolidada. Observa-se uma gradação de cores que reflete a transição de áreas centrais compactas de média e baixa altura, passando por áreas mais abertas e terminando em áreas vegetadas e edificações dispersas. As manchas cinzentas dos grandes edifícios baixos correspondem majoritariamente a zonas predominantemente industriais ou a grandes infraestruturas.

Nas áreas ao norte e oeste do limite municipal predominam construções dispersas e áreas vegetais, que correspondem aos Departamentos de Canelones, a leste, e San José, a oeste. Ambas as áreas são predominantemente rurais e possuem legislação mista sobre o uso da terra que combina usos agrícolas e proteção ambiental, garantindo um equilíbrio entre desenvolvimento e conservação.

Figura 28: Zonas Climáticas Locais de Montevideu

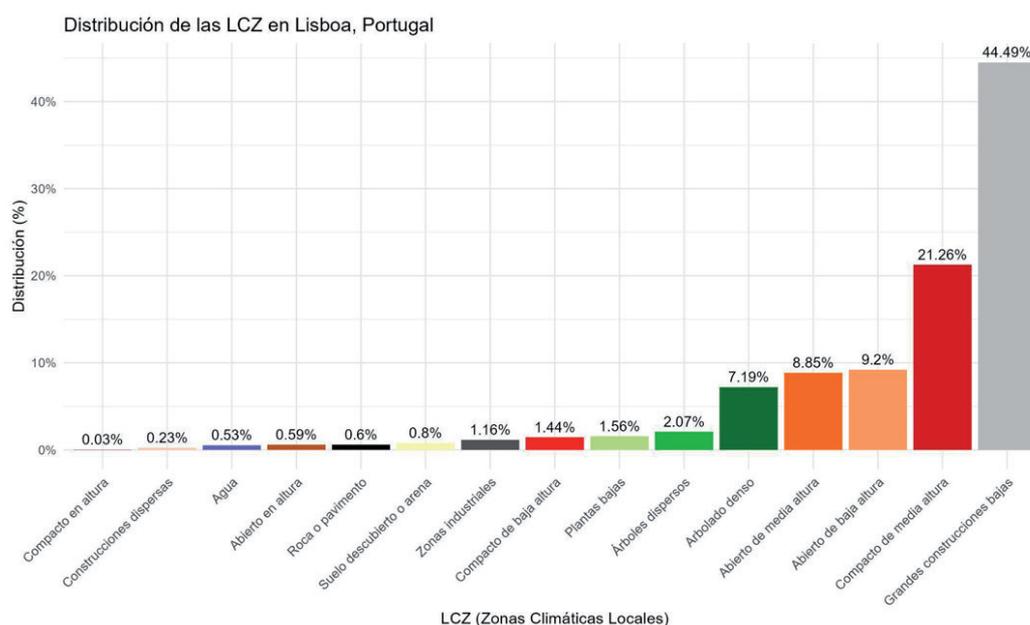


3.7.2 Distribuição das Zonas Climáticas Locais

Quase 60% da área da cidade corresponde a tipologias de paisagem urbana – aproximadamente 315km²; enquanto mais de 30% de todo o território municipal possui cobertura vegetal – aproximadamente 168km². É importante destacar que as massas arbóreas não são tão representativas no território da cidade – e no limite ampliado; visto que esta é uma característica do bioma local, o Pampa. De acordo com o gráfico de distribuição LCZ da Figura 29, observam-se as seguintes características:

- **Vegetação arbórea esparsa (28,03%):** A área da cidade não corresponde apenas à urbanização. Nesse sentido, as árvores dispersas – características do bioma Pampa – são identificadas como a tipologia paisagística mais recorrente em Montevidéu.
- **Aberta de baixa elevação (20,96%):** Dentre as tipologias urbanas, esta é a mais recorrente. São áreas com construções remotas e com qualidade ambiental em termos de permeabilidade do solo e presença de vegetação. Consequentemente, são menos suscetíveis a ilhas de calor;
- **Construção dispersa (19,66%):** Trata-se de uma tipologia de paisagem urbana com baixo impacto em termos de retenção térmica. As áreas mais densas e verticais, que se comportam desta forma, são menos representativas em Montevidéu;
- **Vegetação rasteira (7,99%):** Campos e áreas cobertas por grama natural, bem como árvores dispersas, são endêmicos do bioma Pampa. Esta é a segunda tipologia de paisagem natural mais recorrente na cidade e não possui capacidade de refrigeração urbana.

Figura 29: Distribuição das Zonas Climáticas Locais em Montevidéu

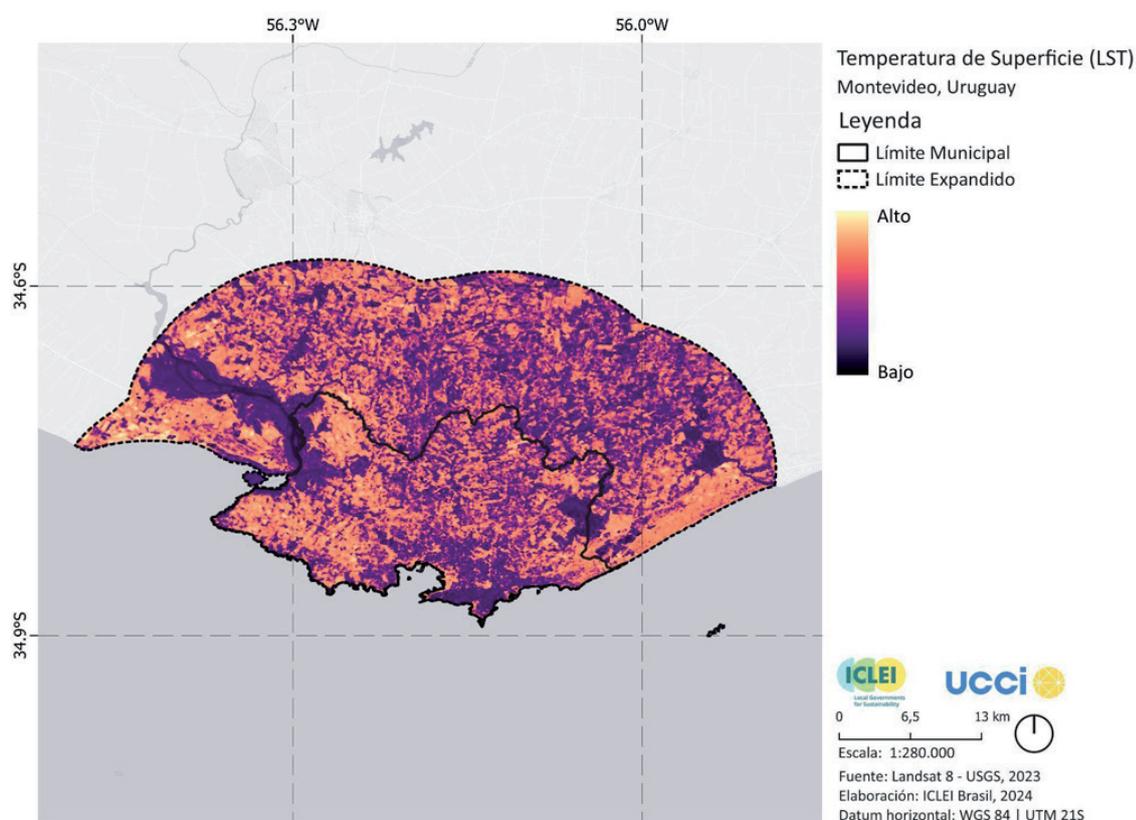


3.7.3 Análise de Ilhas de Calor

O mapa LST de Montevidéu apresenta a amplitude térmica da cidade. As áreas mais quentes, representadas em amarelo, estão localizadas em áreas de campo e plantas baixas, relacionadas às áreas de cultivo – muito expressivas ao norte. As áreas em laranja rosado, também retendo calor, são muito extensas na costa leste.

O centro da cidade, mais verticalizado e urbanizado, indica temperaturas baixas em comparação com outras áreas urbanas da cidade. Porém, é importante destacar que isso está relacionado às sombras geradas pelas torres, o que pode impactar a análise – principalmente porque a radiação nessas áreas tem menor capacidade de dissipação à noite devido à quantidade de obstáculos no ambiente construído. Por outro lado, as áreas identificadas como mais frias, marcadas em azul escuro e roxo, localizam-se principalmente ao longo do Rio Santa Lúcia e em outras áreas com árvores mais densas, como o Jardim Botânico.

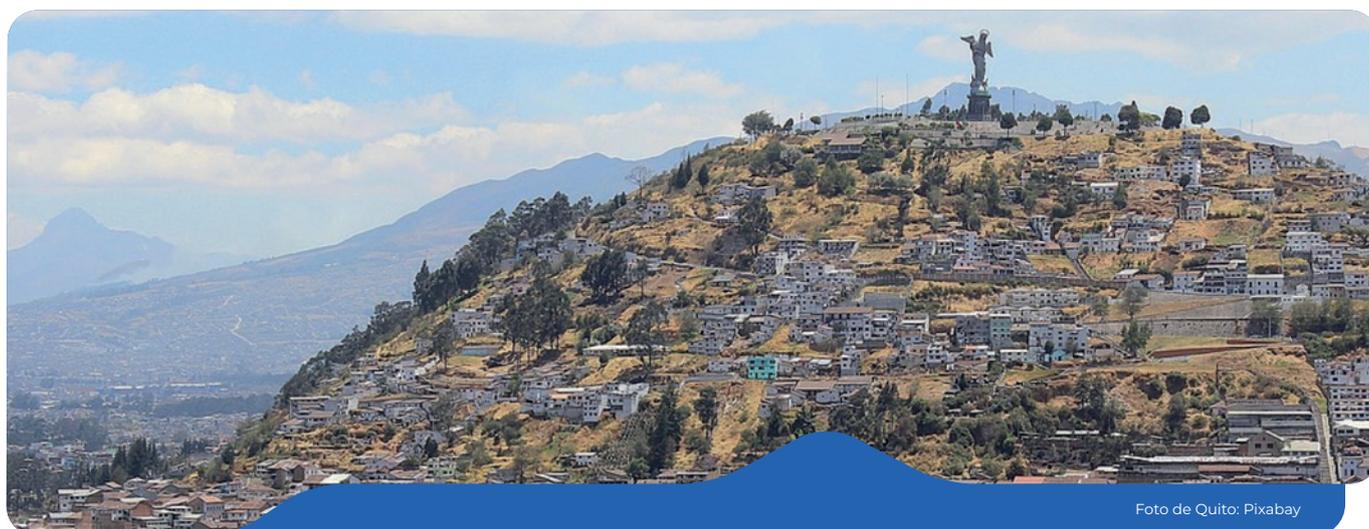
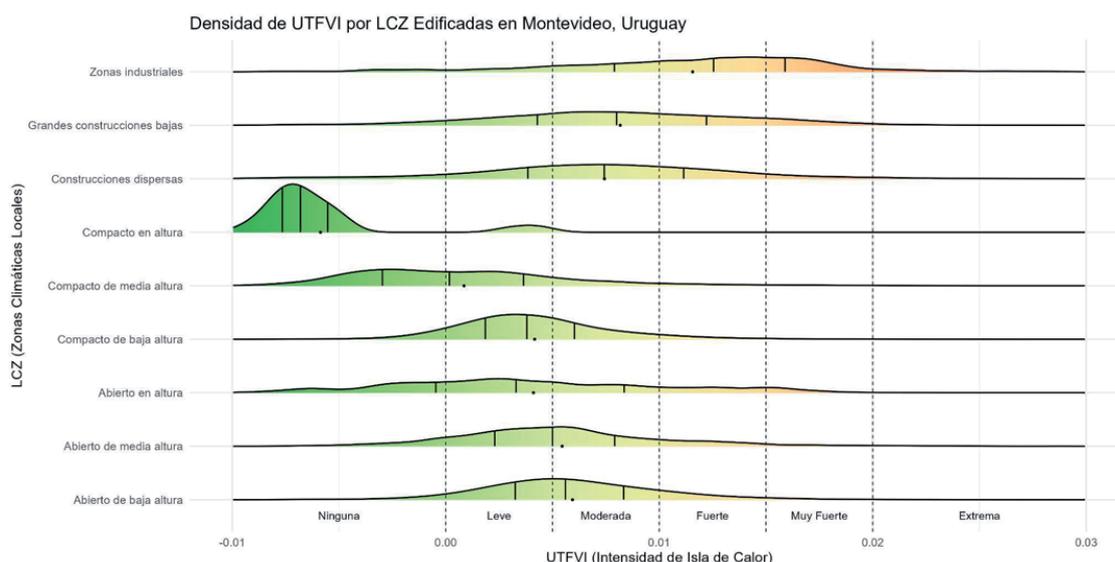
Figura 30: Temperaturas de Superfície em Montevidéu



3.7.4 Comportamento das Ilhas de Calor por Tipologia de Paisagem

- **Indústria:** Estas áreas apresentam uma notável concentração de valores nas categorias forte e muito forte, o que indica que as zonas industriais são grandes contribuintes para o fenômeno da ilha de calor em Montevideú. A combinação de superfícies impermeáveis e vegetação esparsa intensifica a retenção de calor nestas áreas.
- **Aberta de alta elevação:** Esta tipologia apresenta valores sobretudo na categoria suave, indicando que estas áreas, embora densamente construídas, não retêm tanto calor como outras tipologias. Isso ocorre porque os edifícios altos geram sombras que ajudam a reduzir a exposição direta ao sol, atenuando o aquecimento em algumas áreas. Apesar da densidade dos edifícios, as sombras projetadas pelos edifícios mais altos permitem que estas áreas sejam menos quentes em comparação com áreas mais baixas e compactas, onde a falta de sombra aumenta a retenção de calor.
- **Abertas de baixa, média e alta elevação:** As áreas abertas apresentam distribuição de valores nas categorias nenhum e moderado, indicando melhor ventilação e menor retenção de calor em comparação com áreas mais compactas. Porém, em alguns locais, a falta de vegetação ou sombra pode fazer com que essas áreas acumulem calor moderadamente.
- **Compactas de baixa e média elevação:** Estas tipologias apresentam um comportamento bastante homogêneo, com a maioria dos valores concentrados nas categorias leve a moderada. Isto indica uma notável retenção de calor, embora não tão extrema como nas áreas industriais. A densidade dos edifícios e a falta de sombra suficiente provocam o aquecimento destas áreas, especialmente em dias ensolarados, quando a ventilação limitada não é suficiente para dissipar o calor acumulado. A ausência de vegetação e superfícies que retenham calor intensificam esse efeito, fazendo com que essas áreas contribuam para o fenômeno das ilhas de calor na cidade.

Figura 31: Comportamento das Ilhas de Calor por Tipologia de Paisagem em Montevidéu



3.8 Quito, Equador

A cidade de Quito, localizada no Distrito Metropolitano, tem 420,09 km² e tem uma população de 2.679.722 habitantes (INEC, 2022). O seu compromisso com a Agenda Climática é evidenciado pela existência de organizações governamentais dedicadas a esta causa, embora careça de um conselho da sociedade civil e de um comitê interdepartamental. Quito tem sua Análise de Risco Climático 2020 (ARC), que determina os possíveis impactos climáticos de secas, ondas de calor, inundações e movimentos de massa. Essa ARC foi desenvolvida como insumo para a construção do Plano de Ação sobre Mudanças Climáticas de Quito 2020. A cidade dispõe de áreas protegidas, o Subsistema Metropolitano de Áreas Naturais Protegidas (SMANP), e espaços verdes públicos como refúgios climáticos, além de um Plano de Arborização

Urbana. A Rede Metropolitana de Monitoramento Atmosférico de Quito (REMMAQ) opera com 9 estações que oferecem dados climáticos em tempo real, complementadas por 89 estações da Empresa Pública Metropolitana de Água Potável e Saneamento (EPMAPS), importante ferramenta de monitoramento climático.

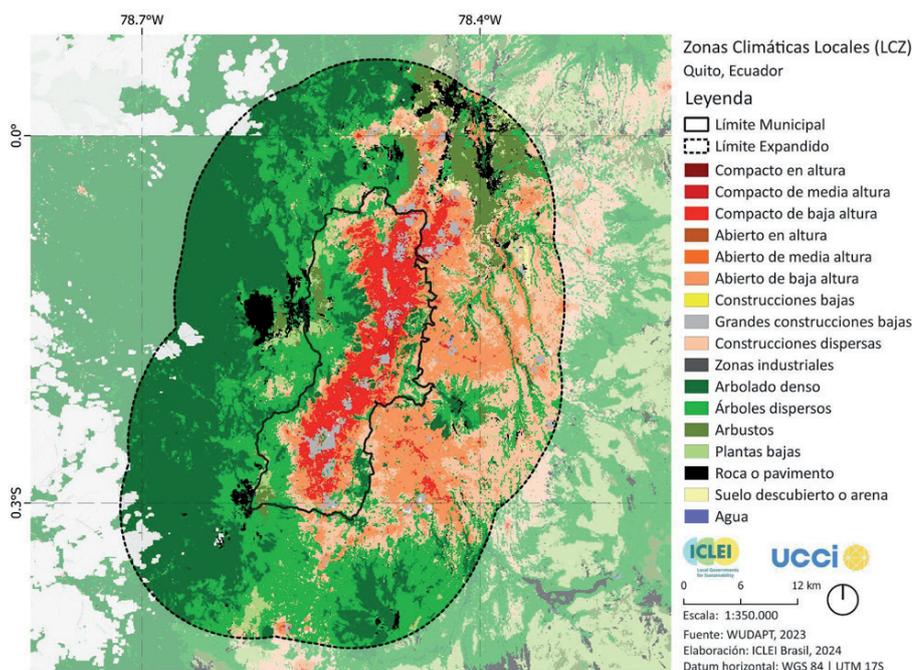
3.8.1 Análise de Zonas Climáticas Locais

O mapa das Zonas Climáticas Locais de Quito revela uma concentração significativa de áreas compactas de alta e média elevação, especialmente no centro e leste da cidade, que representa a área mais urbanizada. Estas áreas densamente construídas são as principais responsáveis pela retenção de calor, o que coincide com as áreas mais quentes observadas no mapa UTFVI.

Por outro lado, áreas de árvores densas e dispersas se encontram principalmente a oeste, na circunscrição do vulcão Guagua Pichincha, e a leste, em freguesias como Iñaquito, Itchimbía e Puengasí. Essas áreas correspondem a áreas residenciais mais dispersas, com edifícios baixos e presença significativa de áreas verdes, como o Parque Metropolitano Guangüiltagua.

Além disso, as áreas abertas de baixa e média elevação servem como áreas de transição entre as zonas mais compactas e as áreas verdes periurbanas. Embora estas zonas também retenham calor, fazem-no em menor grau do que as zonas urbanas mais densas, proporcionando uma proteção que ajuda a mitigar os efeitos das ilhas de calor em setores mais densamente construídos.

Figura 32: Zonas Climáticas Locais de Quito

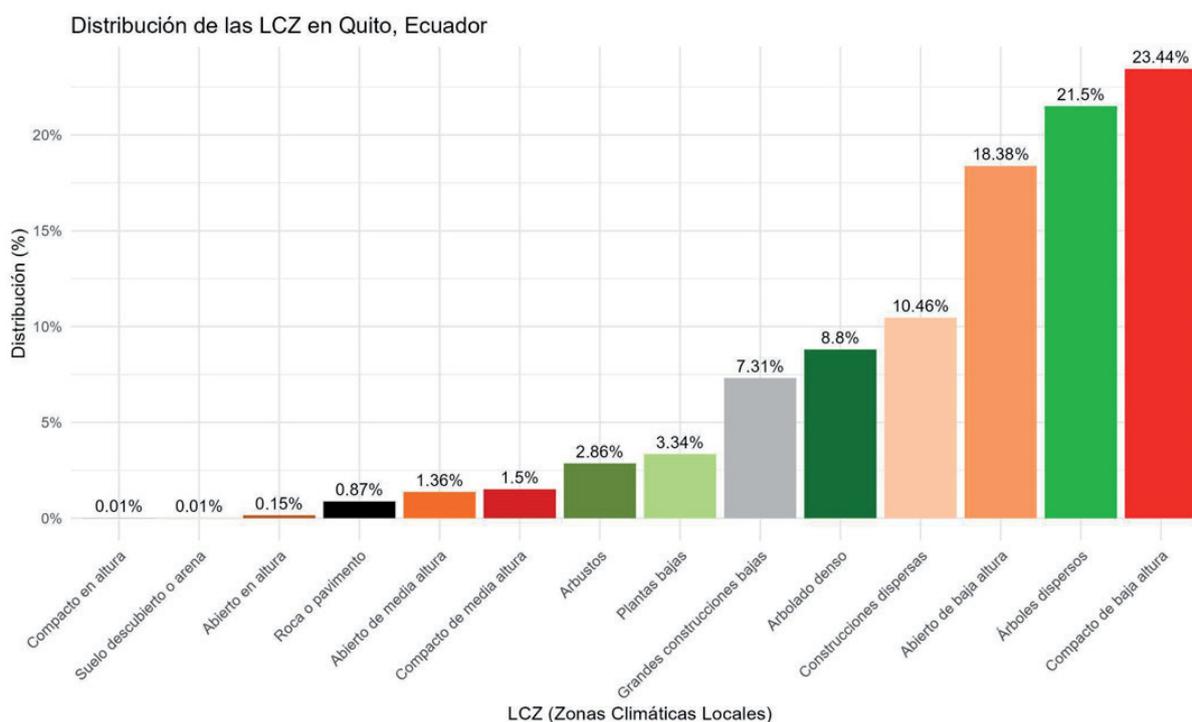


3.8.2 Distribuição das Zonas Climáticas Locais

Mais de 60% da área da cidade corresponde a tipologias de paisagem urbana – aproximadamente 263km²;; enquanto mais de 30% de todo o território municipal possui cobertura vegetal – aproximadamente 127km². É importante destacar que as massas arbóreas não são tão representativas no meio da urbanização. Essas áreas se concentram principalmente nas bordas. De acordo com o gráfico de distribuição da LCZ de Quito na Figura 33, observam-se as seguintes características:

- **Compactas de baixa e média elevação (23,44%):** Esta é a tipologia predominante em Quito. As áreas com edifícios baixos e de alta densidade são responsáveis pela maior retenção de calor devido à falta de vegetação e abundância de superfícies impermeáveis. Estas áreas contribuem diretamente para o fenômeno das ilhas de calor na cidade;
- **Vegetação arbórea esparsa (21,5%):** As áreas com árvores dispersas cobrem uma parte considerável do território, especialmente nas áreas periurbanas e nas áreas a leste da cidade. Embora não sejam tão eficientes como as zonas densamente arborizadas, estas zonas ajudam a reduzir a acumulação de calor em comparação com as zonas urbanizadas, moderando os efeitos das ilhas de calor;
- **Aberta de baixa elevação (18,38%):** Áreas abertas com edifícios baixos oferecem uma mistura de urbanização e espaços abertos. Estas áreas estão localizadas principalmente no sul e leste da área urbana. Embora contribuam para a retenção de calor, o fazem em menor grau do que as áreas compactas. Estas áreas funcionam como uma transição entre áreas densamente urbanizadas e áreas verdes;
- **Vegetação arbórea densa (8,8%):** Embora menos difundidas, a arborização densa é crucial para a mitigação do calor. Essas áreas estão localizadas principalmente no noroeste e sudeste da cidade. As áreas com vegetação densa atuam como reguladores térmicos, criando microclimas mais frios no seu entorno e neutralizando os efeitos das áreas urbanas mais quentes.

Figura 33: Distribuição das Zonas Climáticas Locais em Quito

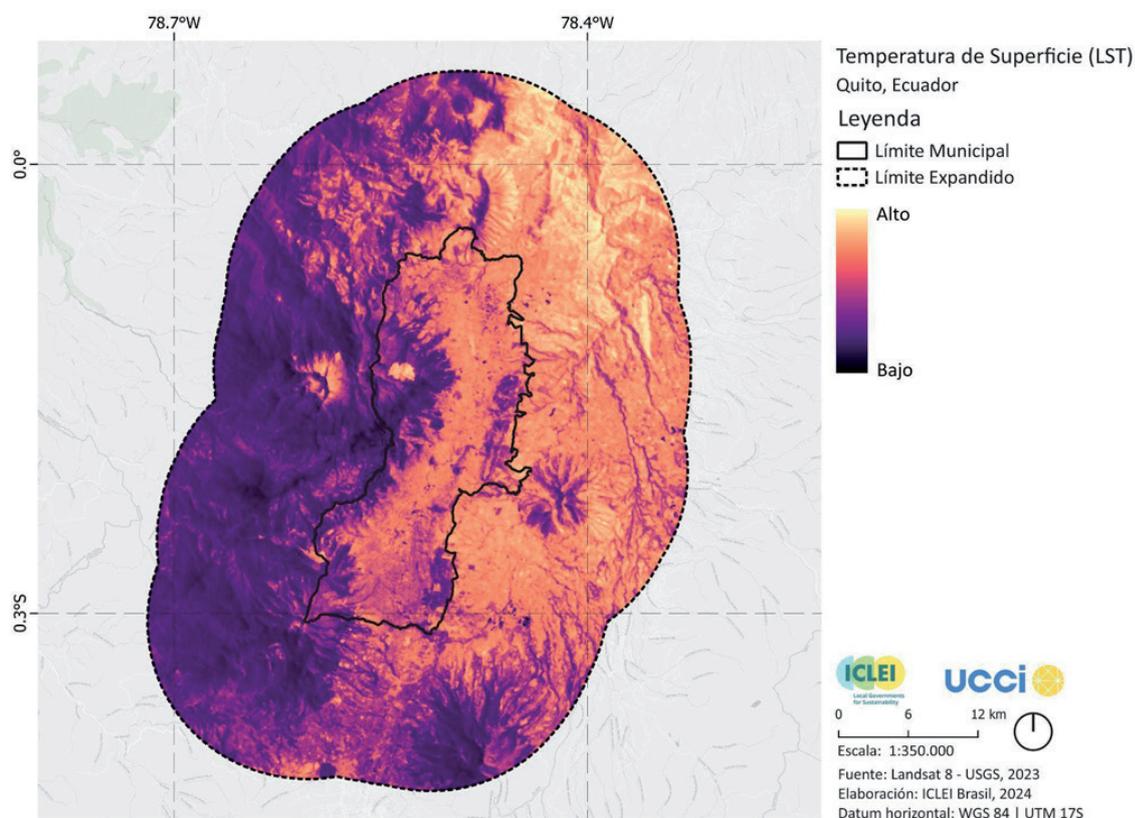


3.8.3 Análise de Ilhas de Calor

O mapeamento do LST em Quito, Equador, mostra que as áreas mais quentes estão concentradas principalmente na área central e oriental da cidade e no perímetro urbano. Estas áreas correspondem a áreas urbanas construídas, onde a elevada densidade de edifícios e a falta de vegetação contribuem para uma maior acumulação de calor.

Em contraste, as áreas marcadas a roxo escuro se encontram predominantemente nas partes sul e oeste da área periurbana. Nessas áreas, a vegetação e a menor densidade construtiva ajudam a mitigar os efeitos do calor, proporcionando um ambiente mais fresco em comparação com áreas urbanizadas. Porém, também são áreas caracterizadas pela presença de cadeias montanhosas, o que pode interferir na estimativa do efeito ilha de calor por sensoriamento remoto.

Figura 34: Temperaturas de Superfície em Quito

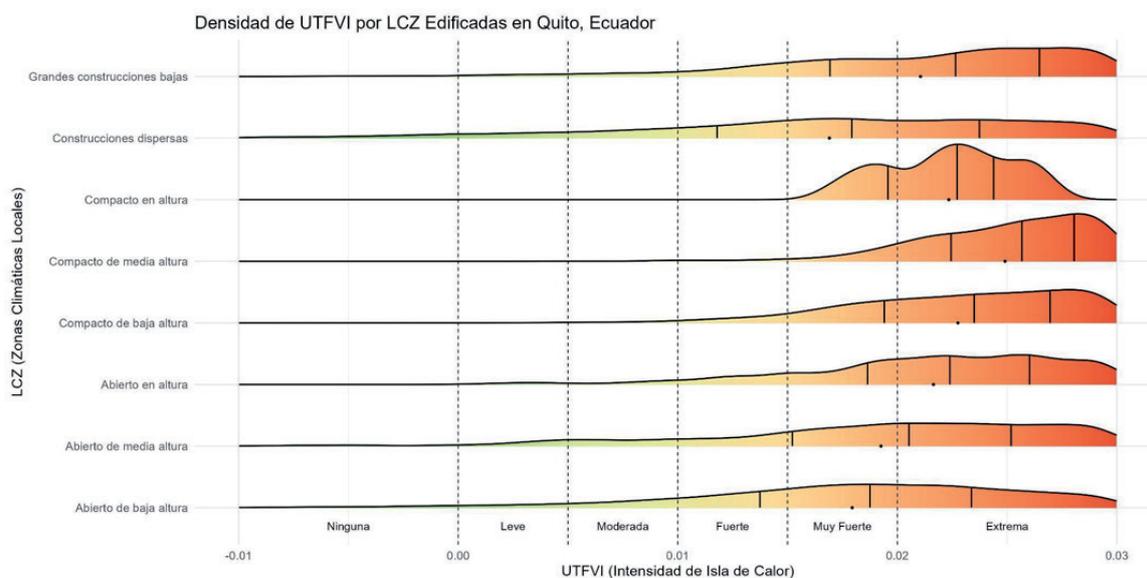


3.8.4 Comportamento das Ilhas de Calor por Tipologia de Paisagem

Compacta de alta elevação: É a tipologia mais densa e vertical da paisagem de Quito, caracterizada pela presença de arranha-céus. Embora não chegue a 1% da área total da cidade, corresponde às áreas com maior concentração da classificação extrema segundo o índice UTFVI;

- **Compacta de média elevação:** Embora correspondam a cerca de 1,5% da área total dos limites de Quito, esta tipologia de paisagem urbana, em termos de retenção de calor, influencia muito o aumento do efeito das ilhas. Presente no centro geográfico da área urbana, caracteriza-se pela falta de espaços abertos e verdes, e pelo bloqueio e geração de corredores eólicos;
- **Grandes construções de baixa elevação:** Esta classe apresenta um padrão mais distribuído e seus valores UTFVI estão majoritariamente concentrados nas categorias extremo e muito forte. Esta tipologia também não apresenta grande presença de vegetação, e o seu carácter massivo se reflete no impacto no efeito ilha de calor.

Figura 35: Comportamento das Ilhas de Calor por Tipologia de Paisagem em Quito



3.9 Rio de Janeiro, Brasil

A cidade do Rio de Janeiro, com área de 1.200.329 km² e população de 6.211.223 habitantes (IBGE, 2022), apresenta notável comprometimento com a Agenda Climática. O município conta com órgãos governamentais e conselhos que envolvem a sociedade civil nesta questão, bem como uma comissão intersecretarial para tratar destas questões. Possui também uma entidade responsável pela coordenação das ações de prevenção e gestão de desastres e dispõe de recursos financeiros para a agenda climática. O Rio de Janeiro realizou análises de risco para ilhas e ondas de calor e possui um Plano de Ação Climática. A cidade possui áreas protegidas e parques que funcionam como refúgios climáticos e se esforça para manter um Plano de Arborização Urbana. Além disso, possui 149 estações pluviométricas, das

quais 8 também funcionam como estações meteorológicas, e conta com uma equipe de fiscalização ambiental equipada para garantir o cumprimento da regulamentação.

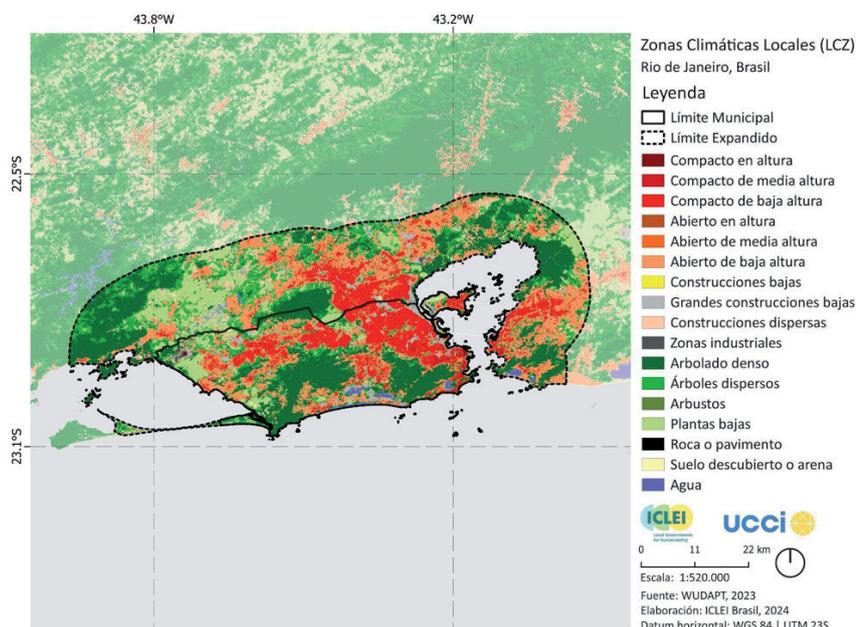
3.9.1 Análise de Zonas Climáticas Locais

O Rio de Janeiro, uma das principais cidades do Brasil, apresenta notável diversidade de tipologias urbanas dentro de seu perímetro municipal. O mapa de Zonas Climáticas Locais (LCZ) mostra uma clara concentração de áreas compactas de baixa e média altitude no núcleo urbano da cidade, onde a construção densa é responsável por grande parte da retenção de calor, contribuindo significativamente para a formação de ilhas de calor.

Em contrapartida, as áreas de árvores dispersas se localizam predominantemente na zona sudoeste da cidade, especialmente no bairro Santa Cruz, região pouco urbanizada que abriga um distrito industrial com ocupações dispersas. As áreas de árvores densas, representadas por dois grandes pontos verdes no centro do mapa, correspondem ao Parque Estadual da Pedra Branca, a oeste, e ao Parque Nacional da Tijuca, a leste. Estas áreas não funcionam apenas como barreiras térmicas, mas também como barreiras topográficas que limitam a expansão urbana devido ao seu relevo montanhoso.

Da mesma forma, zonas abertas de baixa e média altitude ocupam uma parte significativa da cidade, servindo como áreas de transição entre áreas densamente urbanizadas e áreas verdes. Porém, em algumas áreas não há uma transição gradual, à medida que a urbanização atinge seus limites, onde a topografia montanhosa e a vegetação densa impedem uma maior expansão, ressaltando o papel crucial dessas barreiras naturais na configuração urbana do Rio de Janeiro.

Figura 36: Zonas Climáticas Locais do Rio de Janeiro

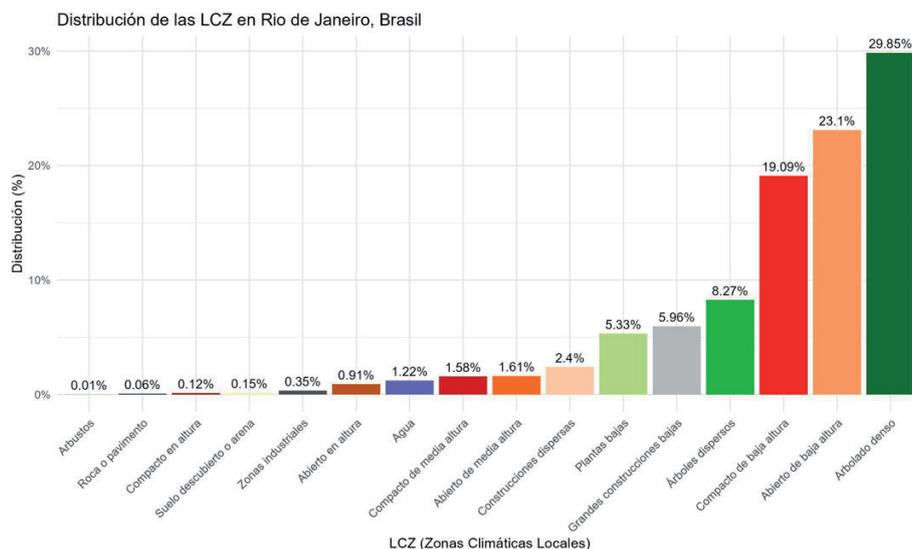


3.9.2 Distribuição das Zonas Climáticas Locais

Cerca de 55% da área da cidade corresponde a tipologias de paisagem urbana – aproximadamente 662km²; enquanto quase 40% de todo o território municipal possui cobertura vegetal – aproximadamente 457km². Tais zonas se concentram em áreas protegidas, como o Parque Nacional da Tijuca e o Parque Estadual da Pedra Branca, e às vezes estão associadas a morros. De acordo com o gráfico de distribuição da LCZ do Rio de Janeiro na Figura 37, observam-se as seguintes características:

- **Vegetação arbórea densa (29,85%):** Aproximadamente 30% da área do Rio de Janeiro é composta por áreas com vegetação densa. Estas zonas funcionam como importantes reguladores térmicos, ajudando a reduzir a temperatura superficial e atenuando os efeitos das ilhas de calor nas zonas envolventes;
- **Aberta de baixa elevação (23,1%):** Esta é a tipologia urbana predominante no Rio de Janeiro. Representa áreas densamente urbanizadas com edifícios baixos e elevada impermeabilização do solo. Estas áreas estão diretamente relacionadas a intensas ilhas de calor devido à falta de vegetação significativa e à predominância de materiais de construção com alta capacidade de retenção de calor, como concreto e asfalto;
- **Compactas de baixa e média elevação (19,09%):** As áreas abertas e baixas são caracterizadas por edifícios de baixa densidade e espaços abertos. A presença de vegetação nestas áreas ajuda a manter temperaturas mais frescas em comparação com áreas compactas;
- **Vegetação arbórea esparsa (8,27%):** São áreas rurais localizadas principalmente no extremo oeste da cidade e não desempenham um grande papel na regulação climática. No entanto, podem ser substituídos por terrenos urbanos em processos formais ou informais de expansão, que podem não ter em conta a qualidade ambiental.

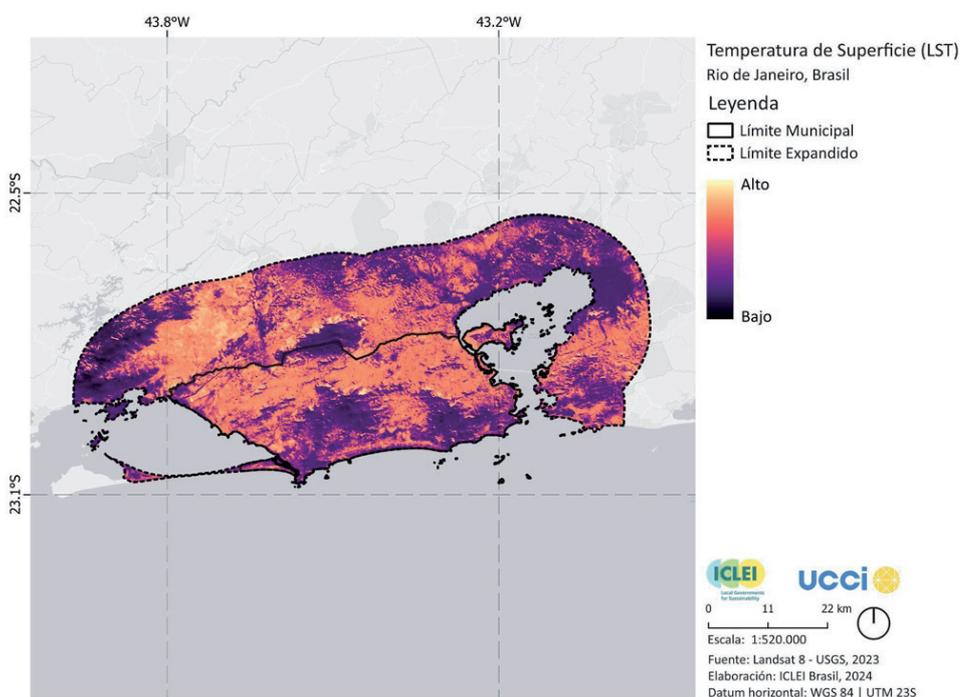
Figura 37: Distribuição das Zonas Climáticas Locais no Rio de Janeiro



3.9.3 Análise de Ilhas de Calor

O mapa LST da cidade mostra que as áreas mais quentes estão concentradas em áreas urbanas densamente povoadas, especialmente no norte da cidade. Estas áreas estão associadas à elevada densidade de edifícios e à escassez de vegetação, o que favorece a acumulação de calor. Por outro lado, as áreas assinaladas a roxo estão localizadas sobretudo na zona sul da cidade, onde se situam as zonas costeiras e diversas áreas protegidas classificadas como árvores densas, bem como no perímetro periurbano, o que contribui significativamente para a mitigação do calor na região.

Figura 38: Temperaturas de Superfície no Rio de Janeiro



3.9.4 Comportamento das Ilhas de Calor por Tipologia de Paisagem

- **Indústria:** Estas áreas apresentam valores notáveis, concentrados principalmente nas categorias moderadas a muito fortes. As áreas industriais, com densidade de superfícies pavimentadas e pouca vegetação, são postos-chaves para a formação de ilhas de calor na cidade. A falta de sombreamento e a alta retenção de calor nos materiais industriais aumentam o seu impacto térmico.
- **Compactas e Abertas (em baixa, média e alta elevação):** Estas áreas apresentam retenção de calor significativa, com valores principalmente

nas categorias leve a moderada. Os edifícios altos proporcionam alguma sombra, mas não o suficiente para mitigar completamente o calor, especialmente em áreas com menos vegetação e ventilação limitada. A altura aberta apresenta um comportamento particular, com maior dispersão de valores, o que sugere melhor ventilação, mas ainda com pontos de retenção de calor em áreas específicas.

- **Grandes construções de baixa elevação:** Os valores nestas zonas se distribuem majoritariamente nas categorias suave a forte, o que sugere que estas áreas também contribuem para o fenômeno da ilha de calor, embora em menor grau do que as zonas industriais.
- **Construção dispersa:** As áreas com construções dispersas apresentam valores concentrados majoritariamente na categoria suave. Isto indica que, devido à maior separação entre os edifícios e à possível presença de vegetação, estas áreas tendem a reter menos calor e contribuem de forma mais limitada para o fenômeno das ilhas de calor.

Figura 39: Comportamento das Ilhas de Calor por Tipologia de Paisagem no Rio de Janeiro

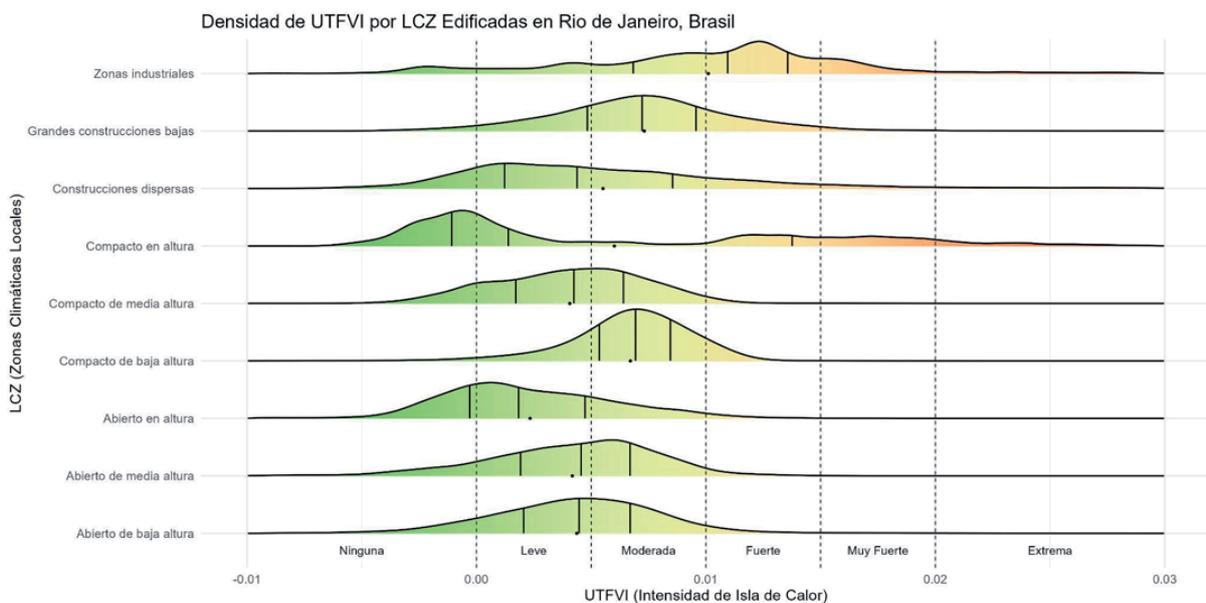




Foto de San Salvador: Envato

3.10 San Salvador, El Salvador

A cidade de San Salvador, com área de 141,6 km² e população de 705.858 habitantes segundo estimativas de 2023 (ONEC), apresenta um panorama desafiador em relação à agenda climática. Embora o município possua uma entidade responsável pela coordenação das ações de prevenção e gestão de desastres, não possui órgãos governamentais ou conselhos com representação da sociedade civil para atender esta agenda. Além disso, não existem comitês, grupos de trabalho ou fóruns que integrem diferentes departamentos para tratar dessas questões. Nenhuma onda de calor ou morte relacionada foi relatada nos últimos cinco anos, mas a cidade possui áreas protegidas. Apesar de não possuir Plano Florestal Urbano ou leis específicas para a conservação de áreas verdes, San Salvador possui equipamentos para medir variáveis ambientais, embora não tenham sido especificadas informações sobre sua quantidade e tipo. Contudo, a falta de recursos específicos destinados à agenda climática continua a ser um dos maiores desafios para o desenvolvimento de planos e ações relacionados com o tema.

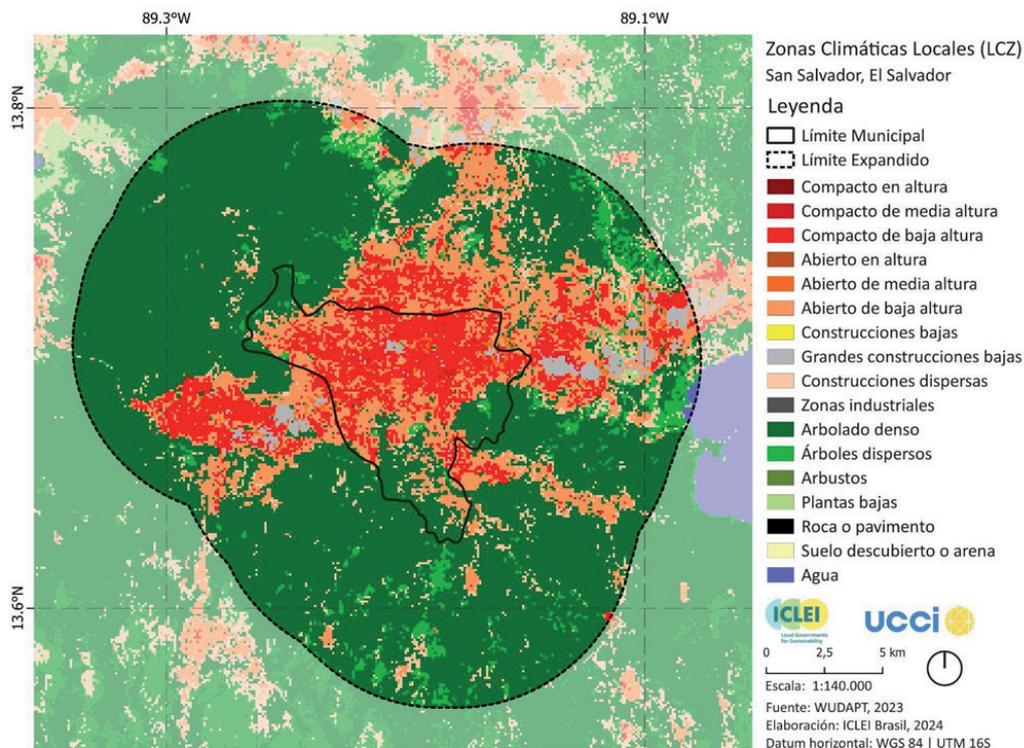
3.10.1 Análise de Zonas Climáticas Locais

San Salvador, capital e maior cidade de El Salvador, apresenta em seu mapa de LCZ uma concentração marcante de áreas compactas de baixa altitude. Esta aglomeração urbanizada se estende para além do limite da cidade, apresentando uma elevada densidade de edifícios e uma presença limitada de vegetação, fatores que contribuem significativamente para a retenção de calor e a formação de ilhas de calor. No centro do mapa há uma área cinza que representa grandes edifícios baixos, como shopping centers, hospitais e prédios governamentais.

Em contrapartida, as áreas de árvores densas estão localizadas principalmente no noroeste e no sul da área urbanizada, correspondendo a região menos desenvolvida próximas a morros e áreas de maior relevo. Estas zonas são críticas para a mitigação térmica, uma vez que a vegetação desempenha

um papel crucial na redução das temperaturas superficiais. Além disso, as áreas abertas de baixa altitude cobrem uma parte significativa do território e estão associadas a uma ocupação menos densa em comparação com o núcleo urbano, proporcionando algum alívio térmico em contraste com as áreas mais compactas da cidade.

Figura 40: Zonas Climáticas Locais de San Salvador



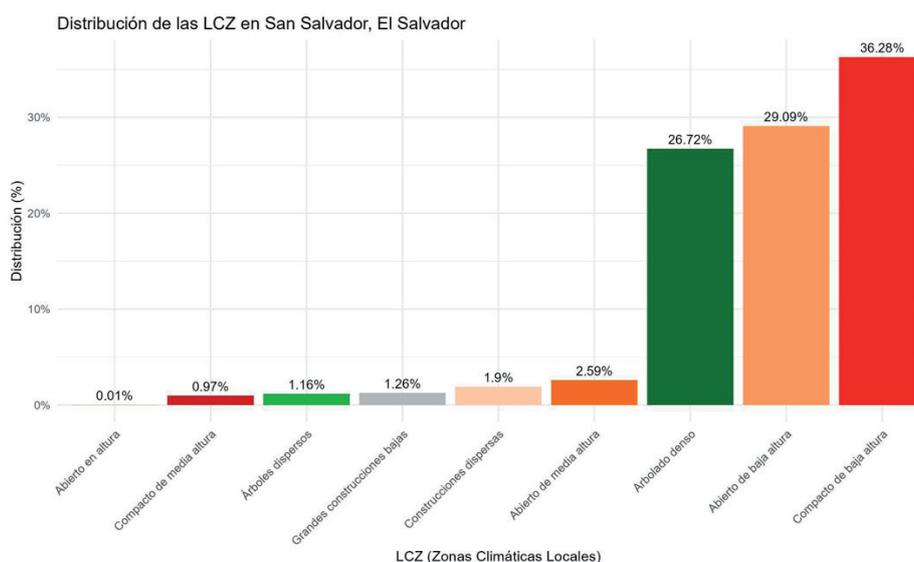
3.10.2 Distribuição das Zonas Climáticas Locais

Mais de 70% da área da cidade corresponde a tipologias de paisagem urbana – aproximadamente 102km²; enquanto quase 28% de todo o território municipal possui cobertura vegetal – aproximadamente 40km². É importante destacar que as massas arbóreas não são tão representativas no meio da urbanização. Essas áreas se concentram principalmente nas bordas. De acordo com o gráfico de distribuição da LCZ de San Salvador na Figura 41, observam-se as seguintes características:

- **Compactas de baixa e média elevação (36,28%):** Esta é a Zona Climática Local predominante em San Salvador, cobrindo mais de um terço do território. Áreas compactas e baixas são as principais responsáveis pela formação de ilhas de calor na cidade devido à alta densidade de edificações e à escassez de vegetação. A abundância de superfícies impermeáveis contribui para uma maior retenção de calor, gerando temperaturas mais elevadas nestas áreas;

- **Aberta de baixa elevação (29,09%):** As áreas abertas baixas representam uma proporção significativa do território de San Salvador. Essas áreas, embora urbanizadas, apresentam densidade menor que as áreas compactas, o que ajuda a moderar a acumulação com as áreas mais densas. Funcionam como transição entre áreas compactas e zonas verdes, contribuindo para um certo alívio térmico;
- **Vegetação arbórea densa (26,72%):** Áreas densamente arborizadas são essenciais para a mitigação térmica em San Salvador, ocupando parte importante do território. Estas áreas, caracterizadas por uma grande quantidade de vegetação, ajudam a reduzir as temperaturas superficiais e a neutralizar os efeitos das ilhas de calor, proporcionando microclimas mais frescos;
- **Vegetação arbórea esparsa (1,16%):** É a segunda tipologia de paisagem natural mais recorrente na cidade, não apresentando padrão de distribuição. Não desempenham um grande papel em termos de regulação climática, mas podem ser substituídos por terrenos urbanos.

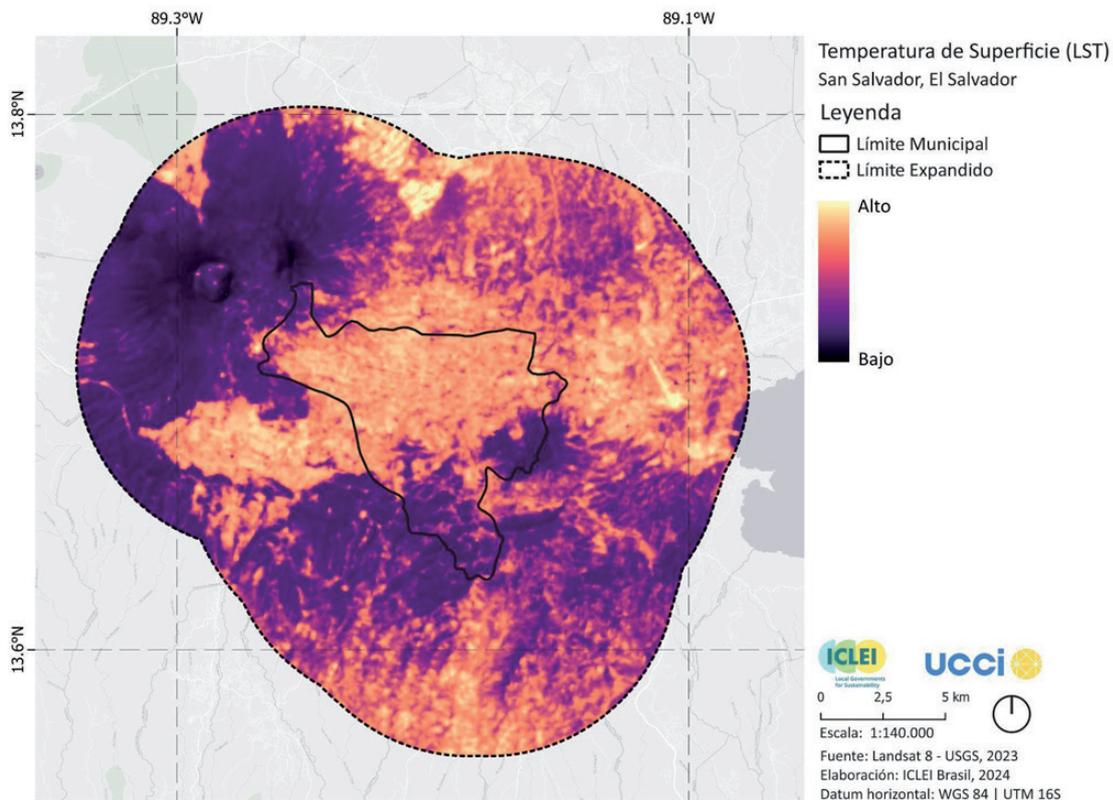
Figura 41: Distribuição das zonas climáticas locais em San Salvador



3.10.3 Análise de Ilhas de Calor

O mapa LST revela que as áreas mais quentes de San Salvador estão concentradas principalmente no centro da cidade, coincidindo com as áreas compactas de alta altitude e compactas de baixa altitude. Essas áreas apresentam alta densidade de edificações e superfícies impermeáveis, o que favorece o acúmulo de calor. Por outro lado, as zonas periféricas, assinaladas em roxo, correspondem a zonas de mata densa, onde a vegetação ajuda a atenuar os efeitos do calor, proporcionando um ambiente mais fresco.

Figura 42: Temperaturas da Superfície em San Salvador

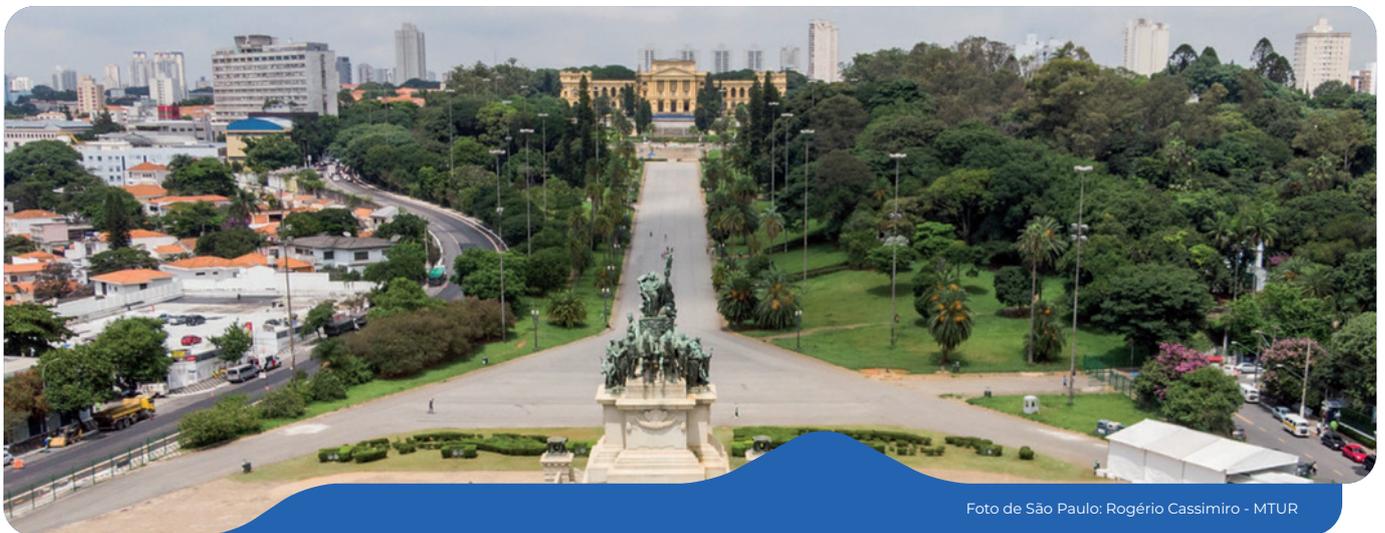
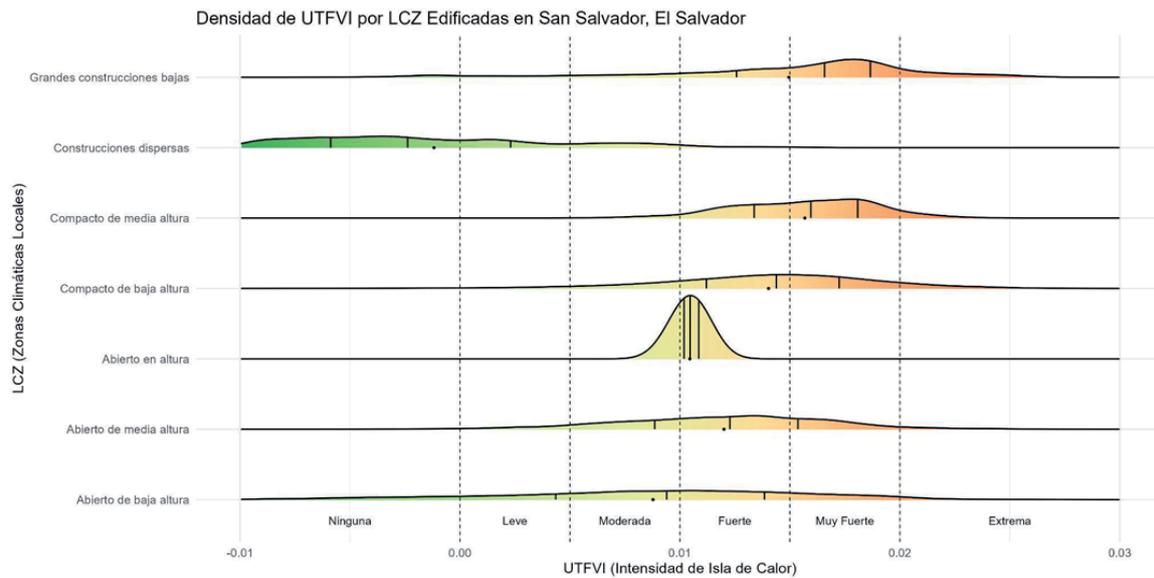


3.10.4 Comportamento das Ilhas de Calor por Tipologia de Paisagem

- **Grandes construções de baixa elevação e compacta de baixa e média elevação:** Apresentam valores entre fortes e muito fortes, o que mostra que áreas com edifícios grandes, baixos e médios contribuem significativamente para ilhas de calor. A falta de sombreamento adequado e a grande quantidade de superfícies pavimentadas intensificam o efeito térmico nesta área.
- **Abertas de baixa, média e alta elevação:** Estas tipologias estão entre as que apresentam valores intermédios, estando a maioria concentrada nas categorias moderada a muito forte. O espaçamento entre os edifícios permite uma maior circulação de ar, o que ajuda a mitigar até certo ponto a formação de ilhas de calor. Embora ainda haja retenção de calor devido às superfícies pavimentadas, estas áreas são ligeiramente mais frias em comparação com áreas compactas, que normalmente têm maior densidade e menos ventilação.
- **Construção dispersa:** Esta tipologia apresenta valores majoritariamente na categoria nenhum, com alguns registros ligeiros. Isso indica que áreas com construção dispersa, devido à maior ventilação e possivelmente maior

presença de vegetação, tendem a reter menos calor em comparação com áreas mais densamente construídas. Embora contribuam para ilhas de calor, o seu impacto é menor, sugerindo que estas áreas apresentam melhores condições de dissipação de calor e redução das temperaturas superficiais.

Figura 43: Comportamento das Ilhas de Calor por Tipologia de Paisagem em San Salvador



3.11 São Paulo, Brasil

A cidade de São Paulo, com uma área de 1.521,202 km² e uma população de 11.451.999 habitantes (IBGE, 2022), apresenta uma série de iniciativas relacionadas à agenda climática. O município possui órgãos governamentais, comitês e grupos de trabalho dedicados a este tema, além de uma entidade

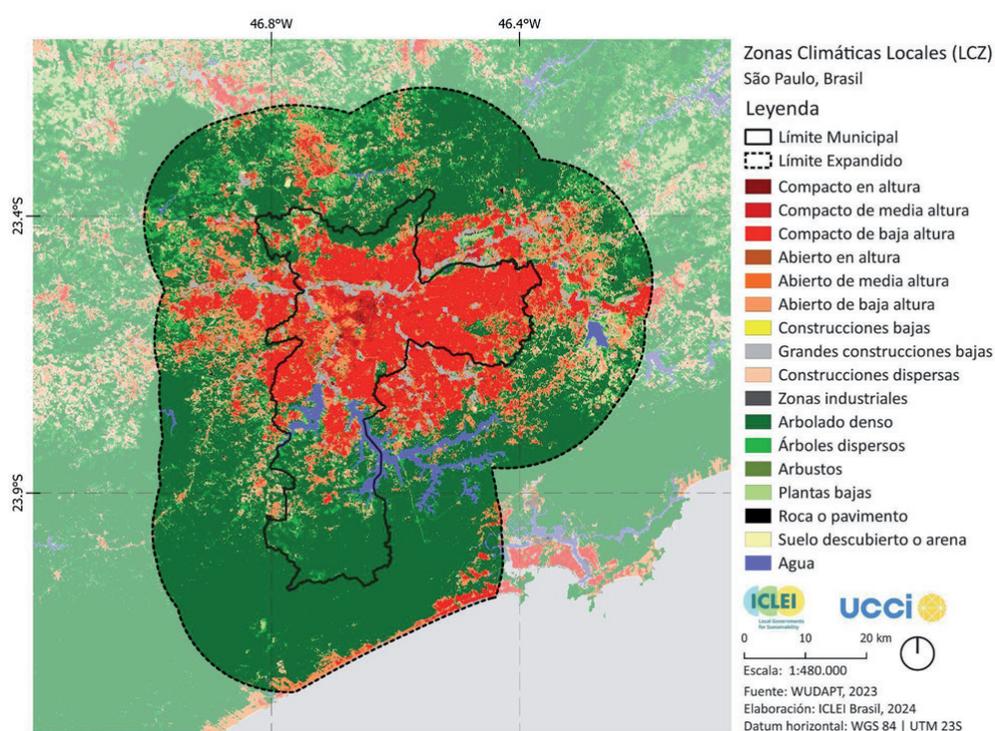
responsável por coordenar ações de prevenção e gestão de desastres. São Paulo dispõe de recursos financeiros para a agenda climática e realiza análises de risco relacionadas a ilhas de calor e ondas de calor, tendo registros dessas ocorrências nos últimos cinco anos. A cidade conta com áreas protegidas e áreas verdes públicas que funcionam como refúgios climáticos, além de um Plano de Arborização Urbana e legislações voltadas para a conservação e recuperação de espaços verdes. Em termos de monitoramento ambiental, a cidade possui 35 estações para medição de temperatura, umidade, e outras variáveis climáticas, além de uma equipe de fiscalização ambiental que utiliza diversas ferramentas, como um canal para denúncias e um sistema automatizado para a aplicação de infrações.

3.11.1 Análise de Zonas Climáticas Locais

São Paulo, uma das maiores metrópoles da América Latina, apresenta notável diversidade de paisagens urbanas dentro de seu perímetro municipal, o que influencia significativamente a formação e intensidade de ilhas de calor urbanas. Na zona central do município predomina a presença de áreas compactas de edifícios altos e médios, que correspondem ao centro expandido da cidade, caracterizado pela urbanização vertical. Este padrão de densidade contribui para a retenção de calor e para a criação de intensas ilhas de calor urbano. A área cinza linear no centro norte do mapa indica as margens do Rio Tietê, área ocupada por vias expressas e grandes edifícios baixos, em sua maioria comerciais e armazéns.

Por outro lado, as áreas de árvores densas concentram-se principalmente perto dos limites norte e sul da cidade. Ao norte, a área arborizada corresponde ao Parque Estadual da Serra da Cantareira, região florestal com topografia montanhosa que funciona como barreira natural, limitando a expansão urbana. Ao sul, há um misto de urbanizações dispersas e baixas junto com áreas de proteção ambiental, que fazem parte da zona rural do município. Estas áreas verdes nas periferias da cidade são essenciais para a mitigação térmica, pois oferecem um contraste com as áreas mais densamente urbanizadas do centro.

Figura 44: Zonas Climáticas Locais de São Paulo



3.11.2 Distribuição das Zonas Climáticas Locais

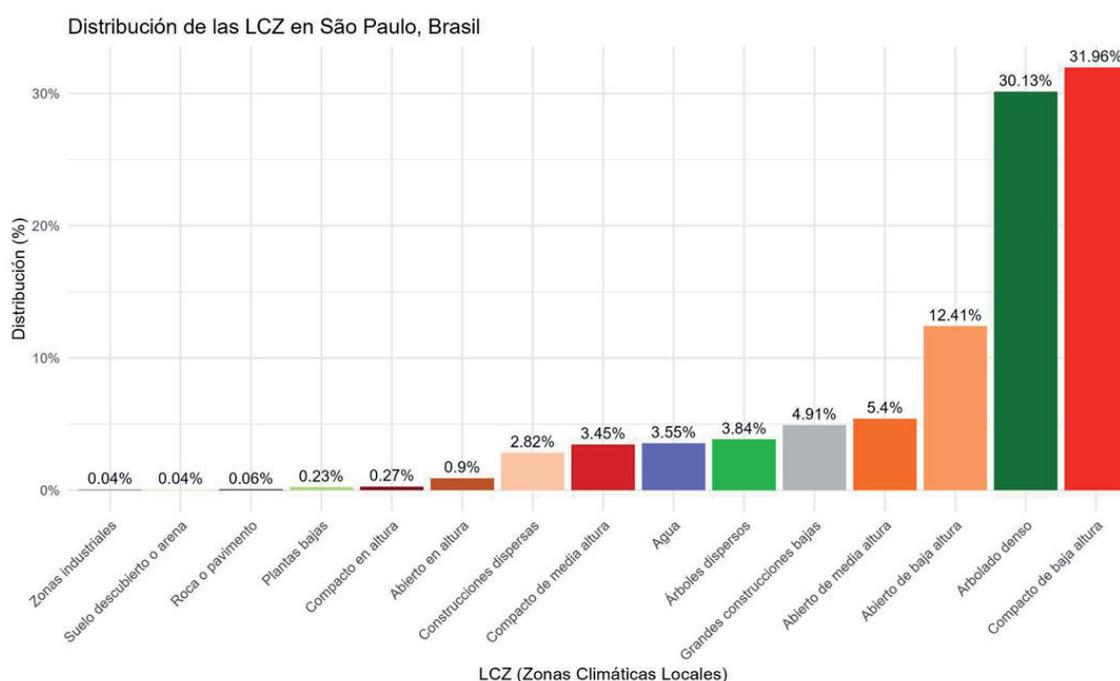
Mais de 60% da área da cidade corresponde a tipologias de paisagem urbana – aproximadamente 945km²; enquanto quase 34% de todo o território municipal possui cobertura vegetal – aproximadamente 517km². É importante destacar que as massas arbóreas não são tão representativas no meio da urbanização. Tais áreas se concentram principalmente nas bordas e em direção ao sul. De acordo com o gráfico de distribuição da LCZ paulista na Figura 46, observam-se as seguintes características:

- **Compactas de baixa e média elevação (32,22%):** Esta é a LCZ predominante em São Paulo. Representa áreas densamente urbanizadas com edifícios baixos e elevada impermeabilização do solo. Estas áreas estão diretamente relacionadas a intensas ilhas de calor devido à falta de vegetação significativa e à predominância de materiais de construção com alta capacidade de retenção de calor, como concreto e asfalto;
- **Vegetação arbórea densa (29,93%):** Aproximadamente 30% da área de São Paulo é composta por áreas com vegetação densa. Estas zonas funcionam como importantes reguladores térmicos, ajudando a reduzir a temperatura superficial e atenuando os efeitos das ilhas de calor nas zonas envolventes;
- **Aberta de baixa elevação (12,36%):** As áreas abertas e baixas são caracterizadas por edifícios de baixa densidade e espaços abertos.

A presença de vegetação nestas áreas ajuda a manter temperaturas mais frescas em comparação com áreas compactas;

- **Vegetação arbórea esparsa (3,84%):** Esta tipologia de paisagem natural não desempenha uma função em termos de refrigeração urbana. Normalmente estão localizados em espaços públicos de uso coletivo, como parques.

Figura 45: Distribuição das Zonas Climáticas Locais em São Paulo



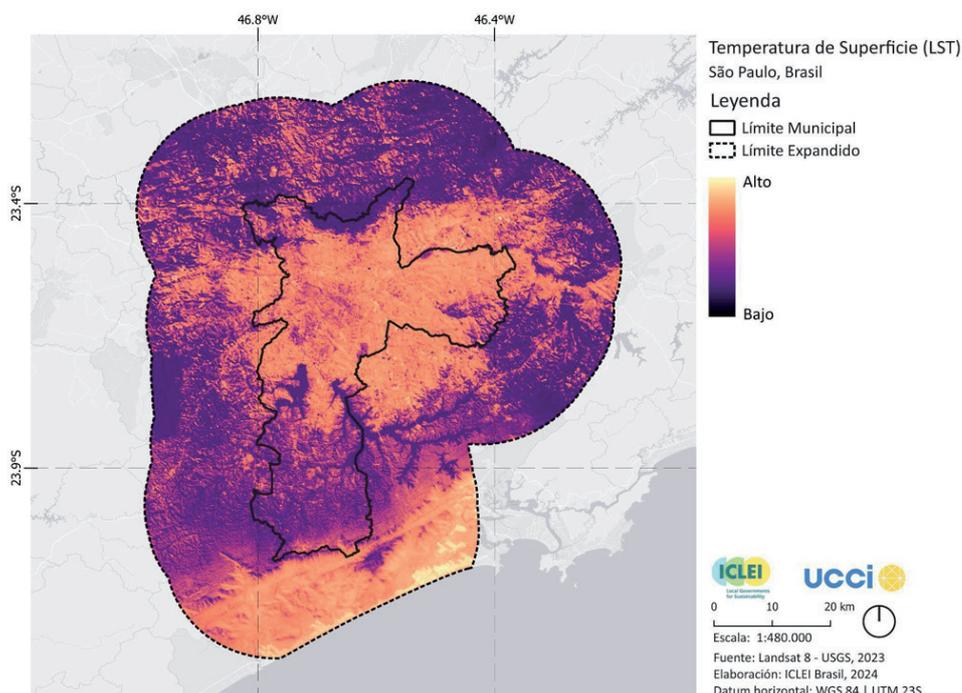
3.11.3 Análise de Ilhas de Calor

O mapa de LST de São Paulo destaca claramente uma diferença notável entre o núcleo urbano e as regiões periféricas - Figura 46. As regiões mais quentes representadas em amarelo, concentram-se no sudeste do perímetro periurbano, especialmente em áreas próximas ao litoral. Essas regiões indicam considerável acúmulo de calor.

Em contrapartida, o centro de São Paulo apresenta predominância de temperaturas moderadas. Embora não sejam tão extremas como as zonas costeiras, estas zonas ainda sofrem de retenção térmica devido à elevada densidade de edifícios e superfícies impermeáveis, típicas de uma grande metrópole.

Por outro lado, as áreas mais frias, identificadas em violeta, estão localizadas principalmente no entorno da cidade e em áreas com maior vegetação. Estas regiões apresentam uma notável mitigação dos efeitos do calor, graças à cobertura vegetal mais abundante e à menor presença de edifícios.

Figura 46: Temperaturas de Superfície em São Paulo



3.11.4 Comportamento das Ilhas de Calor por Tipologia de Paisagem

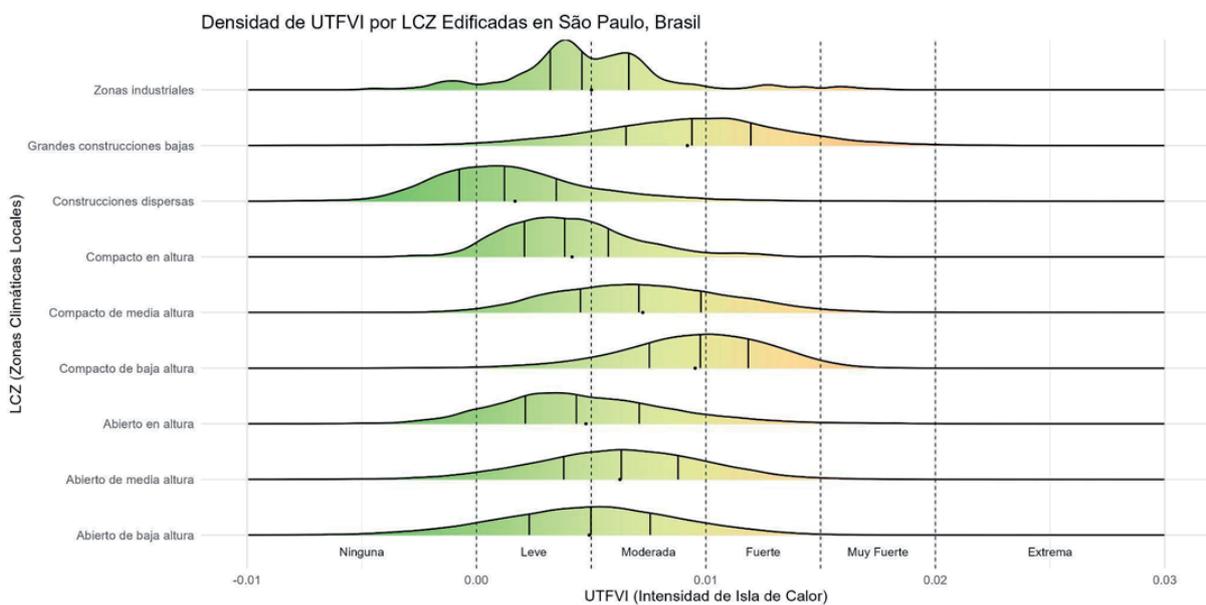
O gráfico revela a intensidade das ilhas de calor em diferentes LCZ. O UTFVI indica a gravidade das ilhas de calor, com classificações que variam de nenhuma a extrema (Figura 47).

- **Indústria:** Esta tipologia apresenta concentração de valores nas categorias leve a moderada. A elevada concentração de materiais que retêm calor, aliada à escassa presença de vegetação, fazem com que estas áreas sejam ilhas de calor.
- **Grandes construções de baixa elevação:** Nesta tipologia os valores se distribuem majoritariamente nas categorias moderada e forte, o que indica que estas áreas contribuem para o fenômeno das ilhas de calor. A falta de vegetação combinada com a presença de edifícios baixos aumenta significativamente a retenção de calor.
- **Compactas e Abertas (em baixa, média e alta elevação):** Estas tipologias apresentam um comportamento relativamente homogêneo em termos de intensidade térmica, com valores predominantemente entre as categorias suave e moderada, com os compactos de baixa altitude a apresentarem valores mais elevados. Apresentam um aumento na retenção de calor devido à alta densidade dos edifícios. Embora os edifícios mais altos geralmente gerem sombra, o que pode reduzir ligeiramente as

temperaturas nas áreas próximas, o design compacto em geral contribui significativamente para o aquecimento urbano.

- **Construção dispersa:** Esta tipologia apresenta os valores mais baixos, concentrando-se a maioria dos registos nas categorias nenhum e leve. Isto sugere que áreas com construção dispersa, graças à maior separação entre edifícios e à possível presença de vegetação, contribuem minimamente para a formação de ilhas de calor. Estas áreas gozam de melhor circulação de ar e temperaturas mais moderadas em comparação com tipologias mais densas.

Figura 47: Comportamento das Ilhas de Calor por Tipologia de Paisagem em São Paulo



4. Principais Observações

As análises das 11 cidades ibero-americanas indicaram resultados significativos sobre o fenômeno das ilhas de calor urbanas e sua relação com as tipologias de paisagem. Nas áreas urbanas densamente construídas, como zonas industriais e tipologias compactas, observaram-se os valores mais elevados de temperatura superficial. Nessas regiões, a abundância de superfícies artificiais, como concreto e asfalto, aliada à escassez de vegetação, contribui para a retenção de calor. Os materiais típicos destas áreas, com elevada capacidade de absorção de calor e radiação, agravam a criação de microclimas urbanos mais quentes, especialmente em áreas sem cobertura vegetal que pudesse ajudar a regular a temperatura.

Por outro lado, tipologias paisagísticas com vegetação arbórea densa e vegetação arbórea esparsa desempenham um papel fundamental na criação de microclimas mais frescos. A vegetação permite sombrear as superfícies e reduzir a temperatura local, o que contribui para reduzir o calor no seu entorno. Este efeito é especialmente observado nas zonas verdes dispersas das cidades, onde as zonas com maior cobertura vegetal apresentam valores mais baixos de temperatura superficial, sublinhando a importância destes espaços para a redução das temperaturas urbanas.

Outro fator importante a considerar é o impacto dos edifícios altos na dinâmica térmica das cidades. Os edifícios altos podem, por um lado, intensificar ilhas de calor devido à concentração de materiais retentores de calor, mas também podem funcionar como barreiras de sombreamento. Cidades como Barcelona e Montevideu são exemplos notáveis onde as sombras projetadas por edifícios altos podem reduzir a exposição direta ao sol em áreas adjacentes. Como é o caso dessas cidades, a resolução das imagens do Landsat pode subestimar determinadas áreas em regiões densas e compactas. Embora essa ferramenta seja muito útil e permita obter mais informações para cidades mais extensas, pequenas áreas verdes podem não ser claramente visíveis nas imagens do Landsat.

Além disso, as características topográficas das cidades também desempenham um papel importante. Em regiões com relevo acidentado, como Quito e Bogotá, montanhas e morros podem criar sombras naturais que reduzem

a intensidade da temperatura superficial. Estas regiões montanhosas proporcionam uma dinâmica térmica única, onde as sombras projetadas pelas elevações geográficas podem atenuar a acumulação de calor em determinadas áreas, criando climas mais frescos. Isto sugere que tanto os elementos artificiais, como edifícios altos, como os elementos naturais, como montanhas e colinas, podem influenciar significativamente a distribuição espacial e a intensidade das ilhas de calor, dependendo da hora do dia.

Assim, se as imagens de satélite forem obtidas em horários de insolação máxima, a influência das sombras projetadas pelas edificações será limitada, resultando em uma maior intensidade observada de ilhas de calor, como no caso de São Paulo. Por outro lado, se as imagens forem captadas em momentos em que os edifícios projetam sombras significativas, normalmente de manhã ou ao final da tarde, poderá subestimar a intensidade do calor em algumas áreas.

Da mesma forma, é importante destacar que as capitais aqui avaliadas são muito heterogêneas em termos de localização geográfica, geomorfologia, área, população, bioma, etc. Nesse sentido, é importante notar que o esquema LCZ, que é uma abordagem generalista que procura criar um padrão universal para estudos comparativos de clima urbano, não cobre especificamente as tipologias urbanas existentes em todo o mundo - como as observadas na América latina. Os autores do método indicam que para maiores aproximações da realidade morfológica local podem ser feitos ajustes como a mistura de duas ou mais LCZ, observação não considerada neste Atlas devido ao seu caráter comparativo e panorâmico. Além disso, a resolução de 100m do esquema LCZ impede que pequenos espaços verdes sejam observados e considerados. Assim, recomendam-se estudos específicos dentro deste esquema metodológico para que resultados mais detalhados sejam alcançados.

Porém, uma importante limitação deste estudo é que, por padrão, não se há controle sobre o momento de captura das imagens de satélite, o que interfere diretamente nos resultados e na precisão da análise da ilha de calor e, portanto, em alguns padrões observados. Diante disso, é fundamental que cada cidade realize estudos mais específicos e detalhados. Isso permitirá superar essas limitações e obter resultados mais precisos que reflitam com mais fidelidade a dinâmica térmica local. No entanto, o presente estudo tem um valor significativo ao oferecer uma visão comparativa e preliminar das ilhas de calor nas cidades ibero-americanas. Fornece uma base útil para identificar padrões comuns e áreas prioritárias para a mitigação do calor urbano.

Embora esta análise não se destine a substituir estudos locais aprofundados, ela fornece um quadro inicial para a tomada de decisões e incentiva a importância da realização de pesquisas mais profundas a nível local. Esta abordagem pode ser fundamental para o desenvolvimento de políticas e estratégias adaptadas às características específicas de cada cidade, aproveitando o conhecimento regional como ponto de partida.

5. Conclusões

5.1 Recomendações estratégicas

Com base nas análises realizadas foi possível identificar os principais fatores que influenciam a intensidade e distribuição das ilhas de calor nas cidades ibero-americanas estudadas. Esses fatores incluem a morfologia urbana, os materiais de construção predominantes e a distribuição da vegetação. As cidades com áreas densamente urbanizadas, como zonas industriais e centros urbanos compactos, enfrentam os maiores desafios na retenção de calor e na mitigação de altas temperaturas. Por outro lado, os espaços que integram de forma mais eficaz áreas verdes e infraestruturas de refrigeração natural, como a densa plantação de árvores, demonstraram uma maior capacidade de mitigar os efeitos das ilhas de calor. Além disso, a presença de edifícios altos e topografias variadas, como nos casos de Quito e Bogotá, contribuem para a criação de microclimas urbanos com condições específicas com áreas sombreadas que podem atenuar as altas temperaturas em determinados horários do dia. Esta análise reforça o que já foi dito por aqueles que defendem um planejamento urbano com maior integração entre urbanização, áreas verdes e recursos hidrológicos.

Compreender a localização e a intensidade das áreas mais quentes dentro das cidades é essencial para identificar os locais que requerem maior atenção durante os eventos de ilhas de calor, especialmente em tempos de mudança climática, quando os fenômenos de ondas de calor devem trazer uma ameaça significativa a estes espaços, com um aumento nas temperaturas dos dias subsequentes. Estas regiões necessitam de medidas de mitigação e adaptação mais urgentes. O monitoramento dessas áreas pode auxiliar na criação de políticas públicas que priorizem o plantio de árvores e a instalação de infraestrutura verde, além de ajudar a identificar as populações mais vulneráveis que necessitam de apoio imediato em situações de calor extremo.

Com base nestas conclusões, podemos identificar três tipos principais de ações: (1) nas cidades com planejamento preventivo e estruturado, é fundamental controlar a expansão urbana, evitar a perda de áreas verdes e promover a criação de novos espaços com vegetação; (2) ações corretivas nas áreas

urbanas já consolidadas devem focar na restauração de áreas naturais, na implementação de estruturas de resfriamento e na criação de ilhas de conforto térmico em zonas com maior concentração de calor; e (3) estratégias de apoio para enfrentar eventos de ondas de calor visam fornecer assistência adequada às populações mais vulneráveis diante deste risco climático.

Estes sistemas devem estar ligados a planos de ação locais que incluam medidas específicas para proteger a saúde pública durante eventos de calor extremo. É importante adotar uma abordagem a longo prazo, integrando ações preventivas no planejamento urbano para reduzir o impacto do calor extremo. Outro ponto fundamental é a necessidade de utilizar redes eficazes de monitorização do clima. As cidades devem investir em estações meteorológicas que permitam a monitorização em tempo real de condições extremas de calor e gerem dados precisos para uma resposta rápida.

No contexto da mudança climática, o aumento das temperaturas globais intensifica a frequência e a gravidade dos fenômenos de ilhas de calor, exacerbando os desafios enfrentados pelas áreas urbanas. Isto gera uma maior procura de energia para refrigeração e aumenta o consumo de água, além de aumentar as emissões de gases com efeito de estufa se não forem promovidas fontes de energia renováveis e a eficiência energética. As cidades devem, portanto, investir em fontes de energia limpa e em estratégias de eficiência energética para que o aumento da procura de refrigeração não agrave a crise climática. Além disso, a adoção de materiais de construção com bom desempenho térmico é uma medida crucial para reduzir a absorção de calor nos edifícios e melhorar o conforto térmico.

Da mesma forma, destaca-se a necessidade de ações urbanas estratégicas para uma melhor refrigeração urbana nas cidades. Os planos de desenvolvimento urbano devem considerar a criação de superfícies permeáveis, corpos de água abertos e o aumento da arborização urbana em locais estratégicos. Estes elementos desempenham um papel fundamental na redução da temperatura ambiente e na melhoria do conforto térmico. As cidades devem também integrar projetos de construção que priorizem o conforto térmico, garantindo que os novos desenvolvimentos urbanos sejam concebidos de forma sustentável, tendo em conta a ventilação natural e a minimização do calor retido.

Quando falamos de população vulnerável, é evidente que um segmento da população, como os idosos e crianças, os portadores de doenças crônicas e os residentes em áreas densamente povoadas, corre maior risco durante eventos de calor extremo. É essencial que as cidades identifiquem estas populações e implementem abrigos climáticos apropriados, tais como espaços públicos refrigerados ou abrigos temporários para proteger estas pessoas durante as ilhas de calor. Além disso, a formação de profissionais de saúde e agentes comunitários para responder a estes desafios climáticos deve ser uma prioridade, garantindo que estas populações recebam a assistência necessária. A criação de sistemas públicos de educação e alerta também é crucial para informar os

cidadãos sobre como lidar com temperaturas extremas e se proteger dos seus efeitos nocivos para a saúde.

Por fim, é importante destacar que todas estas ações devem ser coordenadas em múltiplas escalas e com vários atores. A participação de diferentes setores — como saúde, planejamento urbano, assistência social e educação — é essencial para o sucesso das estratégias de mitigação e adaptação às ondas de calor e ilhas de calor. Estas recomendações são essenciais para garantir que as cidades ibero-americanas possam enfrentar de forma eficiente os desafios impostos por estes fenômenos, promovendo um ambiente urbano mais resiliente e sustentável.

5.2 Iniciativas em curso nas cidades ibero-americanas

As cidades ibero-americanas desenvolveram diversas iniciativas para mitigar os efeitos das ilhas de calor urbanas e limitar as adversidades causadas pelas ondas de calor, com foco em políticas inovadoras e colaborativas. Cidades como Rio de Janeiro, São Paulo, Belém, Montevideu, Madri e Barcelona estão envidando esforços para enfrentar o problema das ilhas de calor com estratégias locais que mesclam estratégias de saúde pública e planejamento urbano e ambiental. Madri, Barcelona, Montevideu, Quito, Buenos Aires, Bogotá, Rio de Janeiro e São Paulo possuem análises de riscos e vulnerabilidades climáticas com foco na pesquisa de ilhas de calor, e suas políticas ou Planos de Ação Climática apresentam medidas de adaptação que influenciam na redução do efeito. A exemplo, nos últimos anos, Barcelona tem enfrentado um aumento na frequência de ondas de calor, com 9 verões afetados entre 2003 e 2024. A cidade mapeou a distribuição das temperaturas nesses episódios extremos, utilizando esses dados como ferramenta para implementar medidas de adaptação nos bairros mais vulneráveis ao calor.

A cidade de Montevideu enfrenta uma questão de fragmentação no enfrentamento do problema, uma vez que as Secretarias de Saúde, Planejamento e Meio Ambiente abordam a questão das ilhas e das ondas de calor, mas não de forma coordenada e transversal. Tal situação também foi observada nas cidades UCCI-ICLEI do Brasil. Contudo, o project funding é também uma entrada para as ações desenhadas.

Em geral, as cidades têm investido em medidas de mitigação, como o aumento das áreas sombreadas nas áreas públicas e a redistribuição do horário de trabalho para minimizar a exposição ao calor em momentos críticos; e adaptação, como a expansão de áreas verdes e a implementação de soluções baseadas na natureza – corredores verdes, criação de parques e aplicação de arborização urbana.

5.3 Diagnóstico de estratégias climáticas locais

Como já mencionado, além do mapeamento e análise do fenômeno das ilhas de calor, foram enviados formulários às cidades para compreender a estrutura de governança e a preparação das cidades contra os riscos climáticos, particularmente os fenômenos das ilhas de calor e das ondas de calor. Ao analisar as respostas, podemos identificar padrões importantes em termos de infraestrutura, políticas públicas e recursos disponíveis nas cidades ibero-americanas.

Quanto à existência de organizações governamentais responsáveis pela agenda climática, 9 das 10 cidades (90%) relataram possuir algum tipo de estrutura formal. Cidades como Madri, Buenos Aires, Quito, Barcelona, Rio de Janeiro e São Paulo também indicaram a existência de comitês interdepartamentais que tratam de questões climáticas, enquanto apenas 40% das cidades de língua espanhola possuem conselhos que incluem a participação de civis sociedade, em comparação com 100% das cidades brasileiras pesquisadas.

Quanto à disponibilidade de recursos financeiros dedicados à agenda climática, 70% das cidades, incluindo Madri, Bogotá, Buenos Aires, Barcelona, Rio de Janeiro e São Paulo, indicaram que possuem recursos para a implementação de ações climáticas. Este é um indicador positivo, embora algumas cidades como Belém do Pará e San Salvador ainda enfrentam limitações neste sentido.

Um dado relevante é que 6 das 10 cidades (60%) já realizam análises de risco relacionadas a ilhas de calor e/ou ondas de calor, incluindo Madri, Bogotá, Buenos Aires, Barcelona, Rio de Janeiro e São Paulo. Contudo, uma parcela considerável das cidades ainda não implementou este tipo de análise, indicando uma lacuna que deve ser preenchida.

Relativamente aos planos de ação climática, 7 das 10 cidades (70%) relataram ter um plano em vigor para enfrentar os desafios das alterações climáticas. Porém, em algumas cidades, como Montevideu e Quito, não foram registradas ondas de calor nos últimos cinco anos, o que poderia sugerir uma menor percepção do risco destes eventos extremos.

Entre as cidades pesquisadas, 5 em cada 10 (50%) confirmaram ter registrado ondas de calor nos últimos cinco anos. Este grupo inclui Buenos Aires, Barcelona, Madri, Rio de Janeiro e São Paulo, dos quais 3 (30%) também relataram mortes associadas a estes eventos extremos, sublinhando a urgência de implementar estratégias de mitigação e adaptação mais robustas.

No que diz respeito às áreas protegidas e verdes, 80% das cidades possuem áreas verdes públicas concebidas ou utilizadas como refúgios climáticos, enquanto 70% possuem algum tipo de programa de conservação e recuperação de áreas verdes. Cidades como Madri, Buenos Aires, Barcelona,

Rio de Janeiro e São Paulo lideram na implementação destas áreas, essenciais para mitigar os efeitos das ilhas de calor. Porém, Belém e San Salvador ainda carecem desses espaços projetados especificamente para esse fim.

Finalmente, em termos de capacidade de monitorização climática, 8 das 10 cidades (80%) indicaram que possuem estações meteorológicas para medir variáveis como temperatura, umidade e velocidade do vento. Madri, Barcelona, Rio de Janeiro e São Paulo se destacaram por possuírem redes bem desenvolvidas, com 149 emissoras no Rio de Janeiro e 35 emissoras em São Paulo, distribuídas entre diferentes organizações. Estas infraestruturas são essenciais para a análise das condições climáticas e gestão de riscos.

Entre as cidades avaliadas a partir da pesquisa, que leva em conta a natureza de gestão e a capacidade adaptativa dos governos locais, podemos considerar que San Salvador surge como a mais vulnerável ao risco de ilhas de calor. Com temperaturas médias elevadas ao longo do ano, a cidade carece de uma comissão ou conselho específico para abordar as alterações climáticas, refletindo a falta de organização estrutural nesta área. Além disso, San Salvador não dispõe de recursos financeiros dedicados à agenda climática, nem de um plano de ação climática ou de uma análise de risco de ilhas de calor, o que diminui a sua capacidade de resposta a estes eventos. A falta de áreas protegidas próprias e a escassez de espaços verdes públicos que funcionem como refúgios climáticos agravam o impacto potencial na sua população, especialmente nos sectores mais vulneráveis. Outras cidades como Belém do Pará e Montevideu também apresentam riscos moderados, devido a deficiências na infraestrutura verde e à falta de uma análise de risco específica para ilhas de calor, o que as coloca em situações de risco considerável, embora com nuances diferentes.

5.4 O papel e a incidência dos governos locais e suas redes nas Conferências Globais de Clima

Todos os anos, 198 países, governos, organizações internacionais, empresas e cidadãos globais se reúnem para discutir o futuro do planeta frente à crise climática na Conferência das Partes da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, conhecida como COP (sigla em inglês para *Conference of the Parties*).

Nessa conferência multilateral de tomada de decisões no mais alto nível, sob o Acordo de Paris, são contabilizados compromissos e metas climáticas, enquanto são definidas as prioridades mais urgentes diante dos desafios impostos pela adaptação e mitigação para limitar o aquecimento global e enfrentar seus efeitos com impacto, sobretudo, nos territórios.

Sobre a região ibero-americana, que abrange países da Europa e da América Latina, essa comunidade ocupa 15,3% da superfície do planeta e tem 8,7% da

população mundial (Comissão Econômica para a América Latina - CEPAL), possui mais de 25% das florestas tropicais, um terço da água doce e metade da biodiversidade do planeta. As suas emissões de gases de efeito estufa (GEE) são comparativamente baixas. No entanto, a região é uma das mais afetadas pela mudança climática (SEGIB).

Nesse caminho rumo à neutralidade climática, os governos locais estão na vanguarda da implementação de ações concretas e eficazes em conjunto com os cidadãos. Por isso, é fundamental incluir as cidades no processo decisório sobre mudança climática para articular agendas multiníveis com resultados assertivos. A UCCI e o ICLEI, juntamente com suas cidades-membro, apresentam este IberAtlas elaborado de forma colaborativa com vistas à COP 30 em Belém do Pará, Brasil (2025). Um documento estratégico destinado a ser amplamente divulgado e utilizado pelas cidades participantes do projeto e partes interessadas nessa temática como um instrumento que informe a tomada de decisões e facilite a implementação de ações concretas que não somente possam apoiar as cidades a proteger a sua população dos efeitos extremos da crise climática e das ilhas de calor, mas que também inspire outras cidades a seguirem o mesmo caminho.

A agenda de governos locais nas COPs está se fortalecendo a cada edição, e é possível ver esse avanço nos últimos anos, em que diversas iniciativas que dialogam com a liderança das cidades e estados na implementação da agenda climática foram lançadas.

Em novembro de 2023, a presidência da COP 27 lançou, em colaboração com diversas agências, a Agenda de Adaptação de Sharm-El-Sheikh (SAA), que estabelece 30 objetivos globais de adaptação até 2030. Estes objetivos procuram aumentar a resiliência de 4 bilhões de pessoas por meio de cinco sistemas de impacto: alimentação e agricultura; água e natureza; zonas costeiras e oceanos; assentamentos humanos e infraestruturas, bem como soluções de planejamento e financiamento. A presidência da COP 27 acompanha o progresso da implementação da SSA, portanto, o documento serve como um guia para a ação climática global focada na adaptação, outras iniciativas estratégicas, em nível local, são o Construindo Cidades Resilientes (MCR2030), do Escritório das Nações Unidas para a Redução do Risco de Desastres; e o Pacto Global de Prefeitos pelo Clima e Energia (GCoM).

No ano seguinte, na COP 28, Dubai, com apoio da Bloomberg Philanthropies e de redes e organizações de líderes locais em todo o mundo, o evento Local Climate Action Summit (LCAS) foi o primeiro *summit* organizado pela presidência da COP que reconheceu a importância dos líderes locais na luta contra a mudança climática. O objetivo do summit era reunir líderes climáticos nacionais e subnacionais para discutir e promover reduções de emissões, gestão de riscos climáticos e adaptação. Os tópicos discutidos incluíram a transformação do financiamento climático, a aceleração da transição energética e o reforço da resiliência e da adaptação a nível local.

Da mesma forma, na COP 28, 74 governos nacionais se comprometeram a aderir à iniciativa Coalition For High Ambition Multilevel Partnerships (CHAMP) com o objetivo de melhorar a cooperação com os governos subnacionais no planejamento, financiamento, implementação e monitoramento de estratégias climáticas, a fim de promover uma ação climática mais eficaz. Se voltará também a formar coligações para realizar esforços coletivos com o objetivo de reforçar a adaptação e a resiliência à mudança climática.

Na COP 29, em Baku, a presidência do Azerbaijão lançou a “Declaração sobre Caminhos de Ações Multissetoriais (MAP) para Cidades Resilientes e Saudáveis” e a “Coalizão de Continuidade de Baku para Ação Climática Urbana”, destacando como parcerias entre cidades, atores subnacionais e governos nacionais podem apoiar o cumprimento do Acordo de Paris. Dentro desse contexto, no dia 20 de novembro de 2024, o ICLEI e a UCCI, juntamente com a Federação Internacional da Cruz Vermelha e do Crescente Vermelho e a Secretaria Executiva de Mudança Climática da Prefeitura de São Paulo, lançaram o Documento de Posicionamento/Call to Action do IberAtlas no Pavilhão de Ação Multinível e Urbanização, com sede na Zona Azul graças ao apoio do ICLEI, ONU-Habitat e demais parceiros (Governo do Azerbaijão, Governo da Turquia, Zero Waste Foundation e Bloomberg Philanthropies).

Durante o evento, Rodrigo Corradi, Secretário Executivo do ICLEI América do Sul, destacou a importância de trabalhar em parceria para posicionar a voz das cidades no mais alto nível das agendas climáticas. Da UCCI, Francisco Mugaburu, Diretor Adjunto de Relações Internacionais e Cooperação, enfatizou o valor do IberAtlas como um produto concreto de política pública, e análise de dados, essencial para aumentar a conscientização e a influência por meio da cooperação.

Também participaram como palestrantes do evento: José Renato Nalini, Secretário Executivo de Mudança Climática de São Paulo; Ninni Nyman, Líder de Clima e Resiliência da Federação Internacional de Cruz Vermelha e do Crescente Vermelho; e, María Pilar García, Área de Relações Internacionais e Cooperação da UCCI.



A Cúpula da Terra do Rio de Janeiro (ECO-92), realizada na região ibero-americana, marcou um ponto de virada na conscientização global sobre a importância de proteger as pessoas e o meio ambiente. Naquela ocasião, o mundo se reuniu para assumir compromissos importantes para combater a degradação ambiental, a mudança climática e limitar as emissões de gases de efeito estufa, destacando a urgência de uma ação global para garantir um futuro mais sustentável.

Mais de três décadas depois, espera-se que a COP 30 em Belém do Pará, seja um momento crucial na agenda climática ibero-americana, um verdadeiro marco que influenciará o rumo das negociações climáticas globais, somando-se ao fato de que será a primeira vez que uma COP do Clima será realizada na Amazônia. É essencial que os debates sobre adaptação e financiamento se transformem em ações concretas, especialmente em relação ao fenômeno das ilhas de calor, que impactam desproporcionalmente as áreas urbanas e as pessoas mais vulneráveis.

Este Atlas Climático Urbano da Ibero-América é, sem dúvida, uma contribuição para a gestão do conhecimento sobre o contexto das cidades da região, a fim de contribuir para a implementação de melhores políticas públicas locais. É também uma iniciativa de cooperação estratégica entre UCCI e ICLEI para promover e elevar a voz dos governos locais, em parceria, como parte do esforço coletivo para avançar com o desenvolvimento urbano sustentável.

6. Referências

Badura, T., Lorencová, EK, Ferrini, S., & Vačkářová, D. (2021). Apoio público à política de adaptação climática urbana através de soluções baseadas na natureza em Praga. *Paisagismo e Urbanismo*, 215, 104215. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2021.104215>.

Borges, V. O., Nascimento, G. C., Celuppi, M. C., Lúcio, P. S., Tejas, G. T., & Gobo, J. P. A. (2022). Zonas climáticas locais e as ilhas de calor urbanas: uma revisão sistemática. *Revista Brasileira de Climatologia*, 31, 98-127. <https://doi.org/10.55761/abclima.v31i18.15755>.

Comisión Económica para América Latina y el Caribe. Disponível em: <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/c1494ddc-17ff-409d-8951-6fbc12d992eb/content>

Demuzere, M., Kittner, J., Martilli, A., Mills, G., Moede, C., Stewart, ID, ... & Bechtel, B. (2022). Um mapa global de zonas climáticas locais para apoiar a modelagem do sistema terrestre e a ciência ambiental em escala urbana. *Discussões sobre dados científicos do sistema terrestre*, 2022, 1-57. <https://doi.org/10.5194/essd-14-3835-2022>

Fernandes, Rodrigo, *et al.* "Avaliação de ilhas de calor urbanas nas capitais do Nordeste do Brasil usando dados do satélite Sentinel-3 SLSTR." *Sustentabilidade* 16.11 (2024): 4764. <https://doi.org/10.3390/su16114764>

Fialho, E. S. (2012). Ilha de Calor: Reflexões acerca de um conceito (Heat island: reflections on a concept). *Ato Geográfico*, 61-76. DOI: 10.5654/actageo2012.0002.0004

He, BJ, Wang, J., Zhu, J. e Qi, J. (2022). Vencendo o calor urbano: situação, antecedentes, impactos e o caminho a seguir na China. *Avaliações de energia renovável e sustentável*, 161, 112350. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112350>.

IBEROAMÉRICA, comprometida con el medioambiente y el desarrollo sostenible. Secretaría General Iberoamericana. Disponível em: <https://www.segib.org/iberoamerica-comprometida-con-el-medioambiente-y-el-desarrollo-sostenible/>

Jabbar, HK, Hammoudi, MN e Al-Hameedawi, AN (2023). Ilhas de calor urbanas: uma revisão dos fatores, efeitos e dados contribuintes. Em Série de Conferências IOP: Ciências da Terra e do Meio Ambiente (Vol. 1129, No. 1, p. 012038). Publicação IOP. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1129/1/012038>.

Kaloustian, N. e Bechtel, B. (2016). Zoneamento climático local e ilha de calor urbano em Beirute. *Procedia Engenharia*, 169, 216-223.. <https://doi.org/10.1016/>

Marandola Jr, E. (2013). As escalas da vulnerabilidade e as cidades: interações trans e multiescalares entre variabilidade e mudança climática. *Mudanças climáticas e as cidades: novos e antigos debates na busca da sustentabilidade urbana e social*. São Paulo: Blucher, 93-113.

Marinaccio, A., Scortichini, M., Gariazzo, C., Leva, A., Bonafede, M., De'Donato, FK, ... & Francesco, U. (2019). Estudo epidemiológico nacional para estimar o efeito das temperaturas exteriores extremas nas lesões profissionais em Itália. *Meio ambiente internacional*, 133, 105176. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.105176>.

Oke, TR, Mills, G., Christen, A., & Voogt, JA (2017). *Climas urbanos*. Imprensa da Universidade de Cambridge.

<https://doi.org/10.1017/9781139016476>.

ONU-Habitat. (2022). Relatório das Cidades Mundiais 2022: Prevendo o futuro das cidades. ONU-Habitat. <https://unhabitat.org/World-Cities-Report-2022>

Picone, N. UMEP, FERRAMENTA PARA CÁLCULO DE BALANÇOS ENERGÉTICOS URBANOS. ANÁLISE DE DIFERENTES CENÁRIOS DE CRESCIMENTO NA CIDADE DE TANDIL E SUAS CONSEQUÊNCIAS.

Rech, B., Moreira, RN, Mello, TAG, Klouček, T., & Komárek, J. (2024). Assessment of daytime and nighttime surface urban heat islands across local climate zones – A case study in Florianópolis, Brazil. *Urban Climate*, 55, 101954. <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2024.101954>

Ritchie, H., Roser, M. e Ortiz-Ospina, E. (2022). *Urbanização. Nosso mundo em dados*. <https://ourworldindata.org/urbanization>

Sobrinho, José Antonio, and Itziar Irakulis. “Uma metodologia para comparar a ilha de calor urbana de superfície em aglomerações urbanas selecionadas em todo o mundo a partir de dados SLSTR do Sentinel-3.” *Sensoriamento Remoto* 12.12 (2020): 2052. <https://doi.org/10.3390/rs12122052>

Urban, A., Fonseca-Rodríguez, O., Di Napoli, C., & Plavcová, E. (2022). Mudanças temporais na mortalidade atribuível ao calor em Praga, República Tcheca, entre 1982–2019. *Clima Urbano*, 44, 101197. <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2022.101197>.

Xia, H., Chen, Y., Song, C., Li, J., Quan, J. e Zhou, G. (2022). Análise de ilhas de calor urbanas superficiais com base em zonas climáticas locais por meio de aumento espaço-temporal da temperatura da superfície terrestre. *Sensoriamento remoto do meio ambiente*, 273, 112972. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2022.112972>.



Com o apoio de:



MADRID