



**ENAN  
PUR 2023**  
Belém 22 a 26 de maio



## **Padrões urbano-ambientais do eixo Morumbi-Paraisópolis e seu potencial de transformação frente às mudanças do clima<sup>1</sup>**

**Renata Priore Lima**

Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo Universidade Presbiteriana Mackenzie e Curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Paulista

**Renato Sobral Anelli**

Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo. Universidade Presbiteriana Mackenzie

**Marlon Rubio Longo**

Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo

**Loyde Vieira de Abreu Harbich**

Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo

### **Sessão Temática ST-04: Convergências entre urbanização e natureza.**

---

*Resumo. Este artigo discute os padrões urbano-ambientais e seu potencial de transformação frente às mudanças do clima e tem como objetivos discutir conceitualmente o tema das mudanças climáticas e da formação de ilhas de calor em relação aos padrões de ocupação urbana, bem como da aplicação de soluções baseadas na natureza (SbN) em ambientes urbanos consolidados, a partir do estudo do eixo Morumbi – Paraisópolis, localizado na Zona Sudoeste da cidade de São Paulo. A metodologia adotada inclui a revisão da literatura sobre mudanças climáticas, formação de ilhas de calor em relação aos padrões de ocupação urbana e SbNs; produção e análise de mapas e fotos aéreas georreferenciadas quanto aos padrões de uso e ocupação do solo, temperaturas superficiais, vegetação, topografia, vulnerabilidade sociais e densidade entre outros; visita in loco com registros fotográficos e conversas com as lideranças comunitárias; e análise qualitativa dos dados. Os resultados apontam para a existência de um nítido contraste socioambiental presente no eixo estudado, bem como para algumas soluções que podem ser experimentadas no âmbito do planejamento e do projeto urbano a fim de adaptar a área para os impactos dos eventos extremos da mudança climática.*

*Palavras-chave. Ilhas de Calor; Soluções baseadas na Natureza (SbN); Projeto Urbano; Planejamento Urbano; Resiliência Urbana.*

---

<sup>1</sup> Este trabalho integra as atividades da Rede de pesquisa CIAM Clima coordenada pelo prof. Dr. Renato Luiz Sobral Anelli GT02. Apoio CNPq / Processo:409032/2021-2 e Mack Pesquisa Projeto nº 18481. Títulos dos projetos: O papel das redes de infraestrutura na redução das vulnerabilidades das cidades brasileiras às mudanças climáticas (CNPq); Redes de infraestrutura das cidades brasileiras no contexto das mudanças climáticas: áreas vulneráveis e resiliência (MackPesquisa).

## Urban-environmental standards of the Morumbi-Paraisópolis axis and its transformation potentials in facing climate change

**Abstract.** *This article discusses the urban-environmental patterns and their potential for transformation in the face of climate change and aims to conceptually discuss the theme of climate change and the formation of heat islands in relation to urban occupation patterns, as well as the application of nature-based solutions (NbS) in consolidated urban environments, from the study of the Morumbi - Paraisópolis axis, located in the Southwest Zone of the city of São Paulo. The methodology adopted includes the review of the literature on climate change, formation of heat islands in relation to patterns of urban occupation and NbSs; production and analysis of georeferenced aerial maps and photos regarding patterns of land use and occupation, surface temperatures, vegetation, topography, social vulnerability and density, among others; visitation in loco with photographic records and conversations with community leaders; and qualitative analysis of the data. The results point to the existence of a clear socio-environmental contrast present in the studied axis, as well as to some solutions that can be tried in the scope of urban planning and urban design in order to adapt the area to the impacts of extreme events of climate change.*

*Keywords:* Heat Islands; Nature-based solutions (NbS); Urban Project; Town planning; Urban Resilience.

## Estándares urbano-ambientales del eje Morumbi-Paraisópolis y sus potenciales de transformación frente al cambio climático

**Resumen.** *Este artículo discute sobre los estándares urbano-ambientales y su potencial de transformación frente al cambio climático y tiene como objetivo discutir conceptualmente el tema del cambio climático y de la formación de islas de calor en relación con los patrones de ocupación urbana, así como la aplicación de soluciones basadas en la naturaleza (SbN) en entornos urbanos consolidados, con base en el estudio del eje Morumbi - Paraisópolis, ubicado en la Zona Sudoeste de la ciudad de São Paulo. La metodología adoptada incluye la revisión de la literatura sobre cambio climático, formación de islas de calor en relación con patrones de ocupación urbana y SbNs; producción y análisis de mapas aéreos georreferenciados y fotos sobre patrones de uso y ocupación del suelo, temperaturas superficiales, vegetación, topografía, vulnerabilidad social y densidad, entre otros; visitas in situ con registros fotográficos y conversaciones con líderes comunitarios; y análisis cualitativo de los datos. Los resultados apuntan a la existencia de un claro contraste socioambiental presente en el eje estudiado, así como a algunas soluciones que se pueden probar en el ámbito de la planificación y el diseño urbano con el fin de adaptar el área a los impactos de eventos extremos del cambio climático.*

*Palabras clave:* Islas de calor; Soluciones basadas en la naturaleza (SbN); Proyecto Urbano; Urbanismo; Resiliencia urbana.

### 1. Introdução

Este artigo aborda a discussão sobre os padrões urbano-ambientais e seu potencial de transformação frente às mudanças do clima, e atende ao alerta de que o modelo de urbanização das cidades brasileiras agrava os efeitos da mudança climática global, o que foi prenunciado por autores como Carlos Nobre (2011).

Ocupações de áreas sujeitas a inundações e deslizamentos são afetadas pela maior frequência e intensidade de chuvas. Além de agravar as enchentes, a ampla impermeabilização do solo urbano produz ilhas e ondas de calor que contribuem para modificar a distribuição de precipitações e da umidade do ar, aprofundando e tornando recorrente o risco de escassez hídrica. Mesmo após esse alerta, a descoordenação setorial entre as áreas correlatas às ciências ambientais, ao planejamento urbano e à infraestrutura dificultam a elaboração e implementação de políticas públicas com foco na resiliência das cidades e dos assentamentos precários mais expostos aos impactos. Diante deste quadro, este artigo aborda o tema da adaptação e resiliência das cidades frente às mudanças climáticas em relação aos padrões urbano-ambientais, sua relação com a formação de ilhas de calor e possibilidades e aplicação de Soluções baseadas na Natureza.

Este estudo é parte das estratégias do projeto de pesquisa interinstitucional do grupo CIAM CLIMA, capitaneado pela Universidade Presbiteriana Mackenzie, em parceria com o IAU – USP São Carlos, Universidade Federal do ABC e Universidade São Judas Tadeu, que parte da hipótese que a articulação entre planejamento das cidades e das redes de infraestrutura pode desempenhar papel estratégico para o enfrentamento das mudanças climáticas em curso. A pesquisa prioriza situações reais onde se combinam as vulnerabilidades ambientais e sociais que caracterizam parte do território urbanizado brasileiro, localidades que mais sofrem com as consequências dos

fenômenos climáticos.

Uma das áreas escolhidas para estudo e desenvolvimento de proposta no âmbito do projeto principal compreende os bairros do Morumbi e a favela de Paraisópolis, articulados pela Av. Morumbi, na zona sudoeste da cidade de São Paulo. Neste setor se evidencia a formação de uma ilha de calor sobre a favela que contrasta com os ares frescos do bairro vizinho. O contraste também se evidencia na distribuição de cobertura arbórea e das áreas verdes, no padrão morfológico-constructivo, na densidade construtiva e habitacional, nas condições econômicas e sociais, no zoneamento urbanístico, na vulnerabilidade social e ambiental, entre outros aspectos.

Diante destes desafios, este artigo objetiva: (i). Discutir conceitualmente o tema das mudanças climáticas e da formação de ilha de calor (LCZ) em relação aos padrões de ocupação urbana, bem como da aplicação de soluções baseadas na natureza (SbN) em ambientes urbanos consolidados; (ii). Analisar o processo de urbanização do eixo Morumbi – Paraisópolis, com ênfase na formação de ilha de calor; (iii). Identificar lógicas e tipologias de ocupação territorial para dar início à indicação de soluções fundamentadas no conceito de SbN que mitiguem este contraste ambiental e social existente na área de estudos.

Além dessa seção introdutória, o artigo está organizado em 4 partes: metodologia; revisão da literatura; resultados e conclusões. A pesquisa documental e conceitual desenvolvida visa colaborar para aprofundar a discussão teórica sobre o tema, mas também criar subsídios para futuro ateliê projetual que traçará hipóteses concretas de intervenção urbana e a indicação de instrumentos de planejamento e de gestão do território estudado, com responsabilidade ambiental e climática. Desta forma, espera-se contribuir com a construção de parâmetros de análise de territórios vulneráveis, bem como com o desenvolvimento de alternativas sustentáveis de projeto que corroborem para a transformação urbano-ambiental da área de estudo, visando reduzir os impactos dos eventos extremos provocados pelas mudanças climáticas.

## 2 Metodologia

Para o desenvolvimento deste trabalho, foi adotado um conjunto de procedimentos metodológicos, segundo cada um dos objetivos propostos e das estratégias definidas no projeto de pesquisa, entre os quais: (i). revisão da literatura sobre as mudanças climáticas, formação de ilhas de calor em relação aos padrões de ocupação e conformação do tecido urbano, e aplicação de soluções baseadas na natureza em ambientes urbanos consolidados; (ii). Produção e análise de mapas e de fotos aéreas georreferenciadas a partir de base de dados oficiais sobre bacias hidrográficas, uso e ocupação do solo, sistemas de transporte, temperaturas superficiais, vegetação, topografia, vulnerabilidade sociais e regramento urbanístico aplicável; (iii). Visitações *in loco* e conversa com as lideranças comunitárias; (iv). Análise qualitativa e quantitativa do eixo Morumbi-Paraisópolis quanto aos padrões urbano-ambientais, bem como análise dos dados climáticos que indicam a formação de ilhas de calor na área de estudos. Entre reuniões e outras ações, também foi realizado um workshop internacional, durante o segundo semestre de 2022, com arquitetos e urbanistas brasileiros e convidados estrangeiros para discutir potencialidades de transformação da área de estudos, cujas discussões também influenciaram a construção das informações que serão apresentadas.

A opção metodológica por definir o recorte territorial em escala intermediária tem um duplo papel. Primeiro, permite a compreensão sistêmica das estruturas ambientais que conformam bairros distintos e organizam as funções urbanas nesse trecho de cidade, a saber: os principais eixos viários e de transporte que permitem a articulação local e metropolitana desses bairros; a inserção dos cursos hídricos e seus conflitos com o tecido urbano; a distribuição desigual dos maciços vegetais e áreas públicas, bem como as estratégias de transformação embutidas no regramento urbanístico vigente. Segundo, permite a observação e a interpretação sobre a inserção urbana das ilhas de calor, ou seja, como dialogam com o conjunto de estruturas ambientais mapeadas. Trata-

se, portanto, de levantamento preliminar que serviu de insumo para as visitas técnicas e discussões no workshop, devendo ser aprofundado e detalhado com novos levantamentos em escala local na medida em que avancem as estratégias de intervenção urbanística.

### 3 Revisão da literatura

#### 3.1 Mudanças climáticas

As mudanças climáticas em curso, que produz eventos extremos tais como ondas de calor, tempestades, secas, enchentes e elevação do nível do mar, têm causado danos ambientais, perdas humanas e materiais cada vez mais recorrentes e crescentes, afetando a vida de bilhões de pessoas em todo o mundo. E apesar de serem parte de um processo natural, se agravam e se aceleram por ações antrópicas.

O aquecimento global é um dos efeitos dessas mudanças e é usado para explicar que a temperatura média da Terra está subindo de maneira preocupante criando condições para eventos meteorológicos extremos que impactam diretamente sobre o ambiente construído e as cidades. Marengo (2018) aponta que apesar de já terem existido no passado períodos com aquecimento intenso e elevação na concentração de dióxido de carbono, uma intensificação do aquecimento observada nos últimos 50 anos tem uma contribuição significativa das atividades humanas. O autor explica que o aquecimento global natural é uma das facetas das mudanças, mas as ações humanas são a causa mais provável das inundações e das secas severas, do aquecimento anormal dos oceanos e ondas de calor extremas observadas em várias partes do mundo. E acrescenta que as mudanças climáticas se manifestam localmente de formas muito diferentes e o preparo de cada país para antecipar a ocorrência dos fenômenos e responder a eles deve considerar seriamente medidas de adaptação (MARENGO, 2018).

O *Intergovernmental Panel On Climate Change* (IPCC) foi criado em 1988 para fornecer avaliações científicas regulares sobre as mudanças climáticas, suas implicações e potenciais riscos futuros, bem como para apresentar opções de adaptação e mitigação. Seus relatórios apontam para a necessidade de reconhecimento das ações humanas responsáveis pelo aprofundamento da crise climática bem como para a necessidade de adaptação do habitat humano construído.

Segundo o 6º Relatório de Avaliação do IPCC: Mudança Climática 2022, as cidades são pontos críticos destes riscos e impactos, mas são também parte essencial da solução. Isso porque, apesar do aumento da urbanização mal planejada, dos altos níveis de pobreza e desemprego e da falta de serviços básicos, os centros urbanos também oferecem oportunidades de ação por meio da implantação de edifícios verdes, do fornecimento água potável e energia renovável, do fornecimento de sistemas de transporte sustentáveis capazes de conectar áreas urbanas e rurais, além do potencial de contribuir para a organização de uma sociedade mais inclusiva e justa (IPCC, 2022).

Elmqvist, T., Andersson, E., Frantzeskaki, N. et al. (2019), que investigam as mudanças de uso do solo e os processos de urbanização contemporâneos, alertam para os desafios do “Século Urbano”, como vem sendo denominado o Século XXI. Segundo os autores, em 2030 (ano meta definido pela ONU para cumprimento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável), a população mundial urbana ultrapassará 60% da população global. Por esse motivo, são cada vez mais necessários estudos científicos que apontem soluções de adaptação das cidades para enfrentarem as mudanças que ainda estão por vir.

Um dos principais efeitos negativos que os centros urbanos provocam sobre o meio ambiente, agravando o fenômeno das mudanças climáticas, são as ilhas de calor. Gartland (2010) explica que há tempos, desde o século XIX, observa-se que as áreas urbanas e suburbanas possuem ilhas de calor, que são entendidas como “oásis inversos”, onde a temperatura do ar e das superfícies é superior à das áreas rurais circundantes. Segundo a autora, essas ilhas são formadas

porque os materiais utilizados na construção, como pedra e asfalto, frequentemente absorvem e retêm mais calor do sol do que os materiais naturais, e são majoritariamente impermeáveis e estanques, ou seja, não retêm a umidade necessária para a dissipação do calor. Além disso, esses materiais costumam ser escuros, e por esse motivo, absorvem e armazenam mais energia solar. Para se ter uma ideia, a temperatura de superfícies escuras e secas presentes nas cidades pode chegar a 88°C durante o dia, enquanto superfícies com vegetação e solo úmido sob as mesmas condições chegam a atingir apenas 18°C (GARTLAND, 2010).

A retirada da cobertura vegetal também diminui as taxas de infiltração e de evapotranspiração do solo. Esse fator, associado à impermeabilização, poluição do ar, das águas e do solo, altera as condições microclimáticas e hídricas nas cidades, agravando os problemas socioambientais urbanos (FERREIRA, 2019). A falta de sombra e baixas velocidades de vento também contribuem para a formação das ilhas de calor e têm riscos sobre a saúde e mortalidade da população, além de piorarem o microclima das áreas urbanas que deixam de ser atraente ou saudável para a fauna e flora das cidades. Por outro lado, a utilização de coberturas e pavimentos frescos, árvores e vegetação impacta diretamente a qualidade ambiental dos espaços, e quando utilizadas em grande escala, podem afetar positivamente comunidades inteiras (GARTLAND, 2010).

No Brasil, esta situação é alarmante já que o desmatamento é crescente e os parâmetros de urbanização são ineficientes para garantir um meio ambiente saudável. Ao contrário, as cidades continuam se expandindo horizontalmente, avançando com pouco critério sobre o solo rural e substituindo os territórios naturais por áreas ambientalmente degradadas, altamente impermeabilizadas, ocupadas por sistemas de transporte poluentes e redes de drenagem cinza. Neste padrão hegemônico de urbanização, a quantidade de arborização e áreas verdes é baixa ou inexistente, os rios e demais corpos d'água são canalizados e conectados a redes de esgoto, os sistemas sanitários contaminam o solo, e os assentamentos precários, nos quais estas características de danos ambientais são potencializadas, multiplicam-se e estão associados à vulnerabilidade social. Neste contexto, tal como aponta Anelli (2020) se agrava a formação de ilhas de calor que alteram o regime de chuvas, que por sua nova intensidade, concentração e frequência, aprofundam a precariedade ambiental e social das cidades.

No Estado de São Paulo, tal como apontado no projeto de pesquisa principal ao qual esta proposta está vinculada, os efeitos das mudanças climáticas são cada vez mais alarmantes. Segundo Nobre (2011), a Região Metropolitana de São Paulo, a mais populosa do país, apresentou significativo aumento de temperatura decorrente de ações antrópicas bem como dos índices de precipitação, gerando enchentes, deslizamentos de terra e secas preocupantes. Os prognósticos apontam que os desastres naturais tendem a se agravar nas próximas décadas nesta região (RESENZWEIG E SOLECKI, 2018). No entanto, apesar dos riscos eminentes, a pauta da adaptação, mitigação e resiliência das cidades frente às mudanças climáticas teve dificuldades para se efetivar através de políticas públicas e projetos de intervenção urbana (ALVIM, 2018). Nesse sentido, faz-se necessário o desenvolvimento de estudos que fortaleçam essa pauta e que capacitem tecnicamente e politicamente a sociedade para o enfrentamento destes desafios.

### *3.2 Ilhas de calor x padrão de ocupação*

Um dos principais efeitos negativos que os centros urbanos provocam sobre o meio ambiente, agravando o fenômeno das mudanças climáticas, são as Ilhas de Calor Urbano (ICU). Se por um lado, a combinação entre as áreas verde, edifícios e atividades humanas concentradas em cidades modificam significadamente os componentes de radiação do balanço de energia e do vento próximo à superfície (GARTLAND, 2010, LITARDO et al., 2020; TIAN et al., 2021; YANG et al., 2020), por outro, a ação antrópica promovida pela remoção de vegetação reduz a evapotranspiração e diminui significativamente a umidade relativa do ar (Romero et al., 2019) que resultam diretamente no aumento da temperatura das superfícies e do ar, conseqüentemente.

Para avaliar os modelos de ocupação urbana em relação à formação de ilhas de calor urbano (ICU), é preciso considerar que a densidade construída depende da tipologia morfológica da ocupação urbana e do uso do solo e tipo de atividade desenvolvidos nos lotes, complementadas por informações climáticas. Para identificar estes padrões, pauta-se na teoria da Local Climate Zones (LCZ), desenvolvida por Steward e Oke (2012), que relaciona as temperaturas locais com os padrões de forma e de uso do solo, estabelecendo uma relação direta entre a urbanização, os impactos térmicos da paisagem (urbana e natural) e os elementos que compõem a paisagem urbana. Para estas medições são levantados dados como o fator de visão do céu, altura e largura dos canyons urbanos, rugosidade, fração da superfície construída, fração da superfície impermeável do solo, proporção de área permeável do solo, entre outras características que podem ser adaptadas de acordo com cada estudo de clima urbano.

O método foi desenvolvido para o portal World Urban Database and Access Portal Tools (WUDAPT) e subdivide a paisagem urbana em categorias simplificadas que cruzam dados da morfologia urbana com os de temperatura local. Este se difere da abordagem convencional do fenômeno que consiste em medir a intensidade ou magnitude das ilhas de calor pela camada dossel através de registros em pontos fixos e/ou transectos móveis. A classificação das LCZ está sendo utilizada nesta pesquisa para avaliar os padrões morfológicos e ambientais do eixo analisado, colaborar na identificação das diferentes características urbano-ambientais e na sua relação com a formação das ilhas de calor.

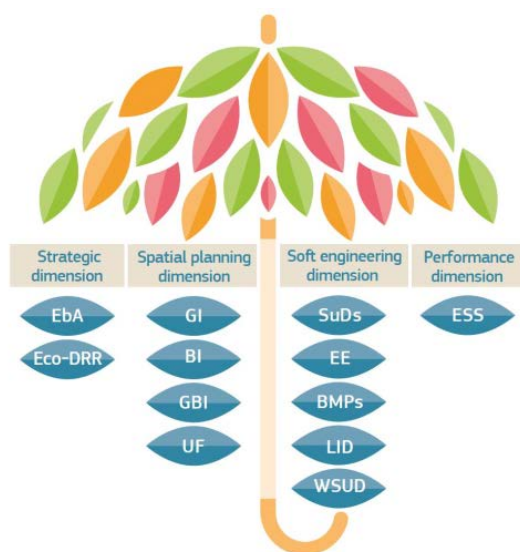
### 3.3 Soluções baseadas na Natureza (SbN)

Diante dos desafios climáticos e de adaptação das cidades, surgiu uma linha de atuação relativamente nova, que tira partido das características dos sistemas naturais para modificar, adaptar ou restaurar os ambientes construídos ou naturais danificados, conhecida como Soluções baseadas na Natureza (SbN). As SbN compreendem estratégias inspiradas, apoiadas ou copiadas da natureza, que visam atender a desafios ambientais, sociais e econômicos, a fim de proporcionar, simultaneamente, bem-estar humano e benefícios à biodiversidade. São desenvolvidas de acordo com as características de cada localidade e consistem em ações utilizadas para proteger, restaurar e gerenciar, de forma sustentável, ecossistemas naturais ou modificados. Para isso, aproveitam ou potencializam características, sistemas e materiais existentes na natureza, por meio de intervenções sistêmicas, utilizando os recursos de forma econômica e eficaz a fim de minimizar os efeitos das ações antrópicas sobre o território e construir ambientes resilientes. São aplicáveis em cidades, no campo e em ambientes marinhos (EUROPEAN COMMISSION, DIRECTORATE-GENERAL FOR RESEARCH AND INNOVATION, 2021).

O termo foi utilizado pela primeira vez no final da primeira década de 2000, na publicação do Banco Mundial “Biodiversidade, Mudança Climática e Adaptação: Soluções baseadas na Natureza” voltada a mitigação das mudanças climáticas, proteção da biodiversidade e melhora dos meios de subsistência sustentáveis (MARQUES et. Al, 2021). Dentre as SbN aplicáveis ao ambiente urbano, destacam-se as infraestruturas verdes e azuis, lançadas como alternativas viáveis para diminuição dos efeitos das ilhas de calor, capazes de substituir ou complementar as infraestruturas cinzas, ajudando na adaptação de áreas urbanas consolidadas bem como na concepção de novos projetos de urbanização.

O conceito de Soluções baseadas na Natureza (SbN ou NBS, em inglês) pode ser colocado como um guarda-chuva que abriga outras linhas conceituais e práticas como: adaptação baseada em ecossistema (EbA), redução do risco de desastres baseado em ecossistema (Eco-DRR), infraestrutura azul-verde (IVA, GBI), desenvolvimento de baixo impacto (LID), melhores práticas de gestão (BMPs), projeto urbano sensível à água (WSUD), sistemas de drenagem urbana sustentável (SuDs), e engenharia ecológica (EE). Que podem ser classificados e aplicados em

dimensão estratégica, espacial, engenharia suave e desempenho (Comissão Europeia, 2021) (Figura 1).



**Figura 1.** Nature-based solutions as an umbrella concept and the relation of NBS to key existing concepts. EbA = ecosystem based adaptation; Eco-DRR = ecosystem-based disaster risk reduction; GI = green infrastructure; BI = blue infrastructure; GBI = green-blue infrastructure; UF = urban forestry; SuDS = sustainable urban drainage systems; EE = ecological engineering; BMPs = best management practices; LID = low-impact design; WSUD = water-sensitive urban design; ESS = ecosystem services. (fonte: EUROPEAN COMMISSION, 2021).

Entre estas estratégias, as Infraestruturas Verde e Azuis (IVA) e os Sistemas de Drenagens Sustentáveis (SuDS) são recorrentes na literatura de arquitetura e urbanismo e começam a comparecer em projetos e planos urbanos tais como nas diretrizes propostas no Caderno de Bacia Hidrográfica: bacia do córrego Pirajuçara (SIURB/ PMSP, 2020), na qual está inserida a maior área selecionada para esta pesquisa.

As IVAs são entendidas como um método de planejamento e projeto que utiliza soluções baseadas na natureza com estratégia de relacionar de forma mais eficiente e econômica a adaptação das cidades ao território. As IVAs compõem um sistema de áreas verdes e corpos d'água que estruturam a paisagem. Segundo Sant'Anna (2020), está relacionada com uma estratégia interdisciplinar que considera a importância da ação humana colocada em harmonia com os processos e os recursos naturais (como ar, água, vegetação, outras matérias, e seus ciclos de transformação), seus significados, potencial estético, valor cultural e patrimonial. Para Pellegrino (2017), a paisagem, quando considerada uma infraestrutura, passa a assumir um papel de regeneração dos ecossistemas urbanos.

A vegetação em si traz inúmeros benefícios de drenagem urbana, sombreamento, entre outros que mitigam a temperatura e a subida das águas em temporadas de fortes chuvas. Segundo Mascaró (2010, p. 40), "A vegetação atua nos microclimas urbanos contribuindo para melhorar a ambiência urbana sob diversos aspectos: 1. amenizar a radiação solar na estação quente e modifica a temperatura e umidade relativa do ar do recinto através do sombreamento que reduz a carga térmica recebida pelos edifícios, veículos e pedestres (e superfícies); modifica a velocidade e direção dos ventos; atua como barreira acústica; quando em grandes quantidades, interfere na frequência das chuvas; através da fotossíntese e da respiração, reduz a poluição do ar. Segundo o autor, vegetação funciona como termorregulador microclimáticos e as formas de uso variam com o tipo de clima local, recinto urbano onde estão plantadas, período do ano, tipo de vegetação, porte, idade, manutenção, formas de associação dos vegetais e também com relação às edificações existentes e ao espaço urbano de forma geral.

Quando associada à presença dos corpos d'água, as IVAs se potencializam. Ghofrani (2017) explica que as infraestruturas verdes e azuis podem ser implantadas em vários níveis geográficos,

extrapolando inclusive os limites político-administrativos territoriais. Segundo o autor, a interligação ou conectividade entre as diferentes formas de infraestruturas verdes e azuis (praças, parques, hortas, arborização viária, tetos e muros verdes e azuis, entre outros) é um conceito central para pensar o desenho dessas redes, já que os muitos benefícios da IVA só podem ser concretizados como resultado da soma das partes desse sistema.

Do ponto de vista da técnica, integração verde e azul também pode se dar por meio de técnicas compensatórias de drenagem sustentável, ou SuDS. As SuDS incluem tecnologias alternativas às soluções clássicas de drenagem urbana por meio da utilização de jardins de chuva, poços, trincheiras e valas ou valetas de infiltração e detenção, geralmente recobertas por vegetação, parques lineares e recomposição de mata ciliares, renaturalização de córregos, entre outras medidas. Ao facilitar a infiltração da água ou deter o escoamento superficial decorrente da impermeabilização do solo urbano, alternativas de drenagem como essas neutralizam ou compensam os impactos da urbanização sobre os processos hidrológicos (Ghofrani, 2017). Quando conectadas podem promover a gestão urbana de água limpa, qualificação paisagística, produção de alimentos, bem como a diminuição das temperaturas do ar, e podem se desenvolver também como espaços de lazer e de trocas sociais.

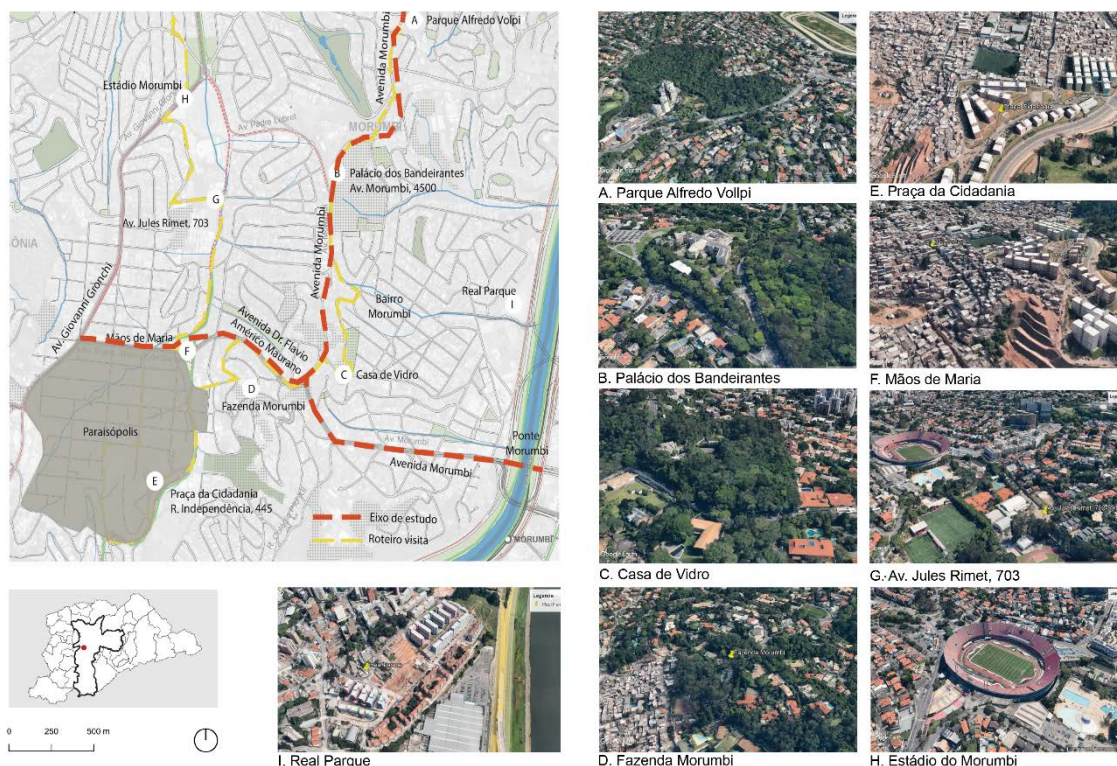
Quanto à escala de implantação das IVAs, Ghofrani (2017) indica que podem ser pensadas desde a escala regional à escala do lote. Na escala regional/urbana, os componentes eficazes incluem agricultura, parques, áreas protegidas, espaços públicos e tanques de detenção e retenção. Neste caso, a conectividade entre as áreas azuis e verdes potencializa o impacto dos elementos individuais do sistema. Na quadra, podem ser implantados pavimentos permeáveis e jardins de chuva, por exemplo. E no lote, telhados e fachadas verdes, biovaletas e canteiros pluviais reduzem o transbordamento de águas pluviais, promovem filtragem da água, do ar e colaboram com o microclima local. A adoção dessas soluções está intimamente relacionada a questões de ordenamento territorial, razão pela qual é fundamental partir de uma abordagem integrada, e preferencialmente simultânea, entre planejamento, projeto urbanístico e manejo de águas urbanas, pluviais e fluviais.

Em São Paulo, o uso de IVA associada a sistemas SuDS ou LIDs como recurso de planejamento e projeto de infraestruturas de drenagem e distribuição de áreas verdes se faz possível e necessário, já que seu território é drenado por inúmeros córregos e corpos de água, seu solo é extremamente fértil e o clima é apropriado ao desenvolvimento de bosques e matas ciliares. Por outro lado, grande parte destas características encontra-se deteriorada ou oculta, canalizada sob a pavimentação extensiva do solo natural. A poluição das águas, carência de áreas verdes e de arborização, o assoreamento de nascentes e canalização dos corpos de água caracterizam parte da área de estudos, principalmente a favela de Paraisópolis.

#### **4 Resultados: caracterização do eixo Morumbi-Paraisópolis**

O eixo Morumbi – Paraisópolis, localizado na Zona Sudoeste da cidade de São Paulo, se caracteriza por um mosaico de tecidos urbanos com especificidades urbano-ambientais contrastantes, que vão desde ocupações irregulares históricas, como a favela Paraisópolis, onde a alta densidade e a impermeabilização do solo resultam na alta temperatura de superfície, até bairros-jardim de mansões unifamiliares, como o bairro do Morumbi, com seus lotes grandes arborizados e temperaturas frescas. Existem também ocupações intermediárias, com outras lógicas de organização, como o Real Parque, marcado por blocos de conjuntos habitacionais de interesse social. A área foi escolhida justamente pelo contraste que se evidencia nos padrões morfológicos-ambientais e sociais, e pela diferença de temperatura que se manifesta na formação de uma ilha de calor sobre a favela (Figura 2).





**Figura 2.** Diagrama de situação da área de estudo e seu entorno, com imagens de satélite de pontos estratégicos (fonte: elaborado pelos autores, fotos Google Earth, 2022).

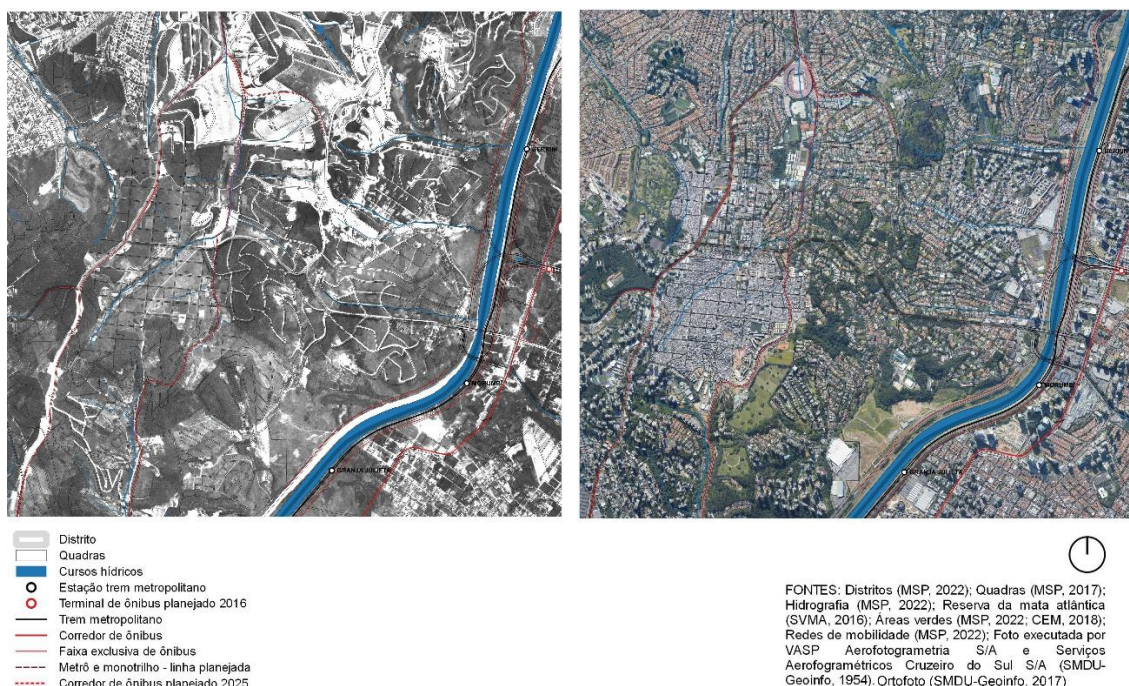
As diferentes ocupações deste mosaico são articuladas pela Avenida Morumbi, acessível ao Sul pela Ponte do Morumbi, que se bifurca nas proximidades da Casa de Vidro (casa museu onde residiu Lina Bo Bardi e Pietro Maria Bardi), continuado como Avenida Morumbi, no sentido Norte, e como R. Dr. Flávio Américo Maurano, à Oeste, onde dá acesso à Paraisópolis e à Av. Giovanni Gronchi.

Estão presentes na área exemplares importantes de patrimônio cultural arquitetônico moderno, tais como a Casa de Vidro e a Casa Valéria Cirel (Lina Bo Bardi), a Casa Hans Bross, Fundação Oscar Americano (Oswaldo Bratke), a Capela do Morumbi (Gregori Warchavchik), todas marcadas pela forte presença de vegetação junto à arquitetura.

A primeira camada de análise do mapeamento e cruzamento de dados georreferenciados, coletados em base de dados pública, correspondeu à leitura do processo de urbanização do eixo Morumbi-Paraisópolis. Ao observar a situação da área em 1954, período de expansão rápida da metrópole industrial, observa-se que as principais estruturas que organizam o tecido urbano já estavam presentes. Na direção Norte-Sul, os dois principais eixos que inserem a área em escala metropolitana: o Rio Pinheiros recém-retificado, ainda sem as marginais que seriam implantadas duas décadas mais tarde, e a estrada sinuosa da futura Av. Giovanni Gronchi, localizada no divisor de águas. Na direção Leste-Oeste, também já estavam dispostos os traçados das futuras Av. Morumbi e Av. Francisco Thomaz de Carvalho, que conectam atualmente Paraisópolis e Morumbi e são responsáveis por articular o tecido local aos dois eixos de abrangência metropolitana.

O córrego Antonico, afluente do Pirajuçara que atravessa Paraisópolis, ainda mantinha sua configuração natural e suas margens estavam ocupadas por culturas agrícolas. Parte das ruas internas do loteamento já estavam traçadas, mas a implantação do bairro Jardim Morumbi (atual Morumbi) estava mais avançada, com a maior parte do viário implantado. O Estádio do Morumbi estava em obras, e a Casa de Vidro, icônico projeto de Lina Bo Bardi, havia sido concluída recentemente, em 1952 (Figura 3).





**Figura 3.** Foto aérea da área de estudos Morumbi-Paraisópolis, 1954 (antes da ocupação irregular da favela, e início da ocupação do bairro do Morumbi; Ortofoto da área de 2017 (fonte: SMDU - Geoinfo, 1954 e 2017).

De lá para cá, as transformações da área foram profundas, o que se nota ao comparar a imagem da década de 1950 com a ortofoto de 2017. Enquanto o Morumbi se desenvolveu como um bairro jardim residencial de baixa densidade, com extensas áreas verdes e massa arbórea densa, o loteamento de Paraisópolis (antes chamado Paraizópolis) não se consagrou como empreendimento residencial de alto padrão, tal como havia sido projetado. A dificuldade de acesso, topografia acidentada, marcada por grandes declives e aclives acentuados, e infraestrutura precária comprometeram a comercialização dos lotes, abrindo espaço para uma ocupação irregular que teve início uma década depois, em 1960 e que se consolidou rapidamente.

Paraisópolis resistiu às tentativas de desocupação, cresceu e se adensou ao longo das décadas. Com mais de 100 mil habitantes, atualmente é uma das favelas mais populosas da cidade, e apesar das ações governamentais e comunitárias em prol de melhorias na infraestrutura, as condições de habitabilidade ainda são precárias, as árvores são praticamente inexistentes, salvo por alguma insurgente (Figura 4).



**Figura 4:** Vista da Favela Paraisópolis, em outubro de 2022. (Foto: arquivo pessoal, 2022).

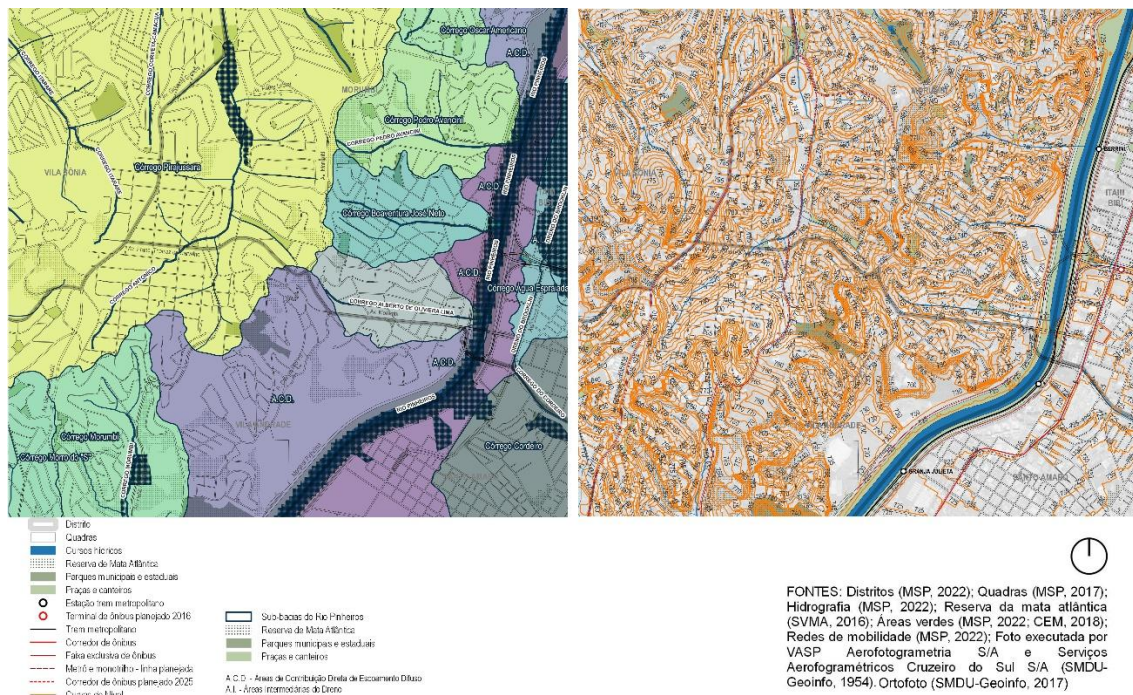
O Córrego do Antonico, que atravessa a favela e corre no sentido nordeste, tem duas de suas



nascentes localizadas no interior da comunidade, na cota 795m. Esse córrego é afluente do Pirajuçara, que por sua vez, deságua no rio Pinheiros. Ao compararmos as fotos de 1954 e 2017, bem como os mapas de topografia e de microbacias hidrográficas do setor (Figuras 3 e 5) nota-se que a vertente Norte-Sul da Av. Morumbi é implantada no divisor de águas da bacia do Córrego Pirajuçara e das microbacias dos córregos tributários do Pinheiros (Córrego Pedro Avancini, Córrego Boaventura José Neto, Córrego Alberto de Oliveira Lima e Córrego Morumbi).

Essa subdivisão de bacias coincide com a variação do desenho da estrutura viária local. As vias do Morumbi organizam-se em função da avenida principal, acompanhando a topografia em conformidade com os padrões de implantação dos bairros-jardim, com ruas sinuosas que acompanham as curvas de nível. Situação radicalmente distinta é observada na malha rígida do loteamento, então planejado, de Paraisópolis, que se sobrepõe ao Córrego do Antonico sem reconhecer a variação topográfica pré-existente.

No interior da favela, a altíssima densidade construtiva, em contraste com a topografia acidentada, borra a regularidade do traçado viário original, construindo uma rede complexa de percursos, micro-acessos e inúmeras situações de conflito com áreas de risco nas proximidades com os fundos de vale. Há, portanto, pouca negociação entre o tecido urbano, os cursos hídricos e as condicionantes topográficas na porção de Paraisópolis, resultando em muitas discontinuidades do sistema viário e a formação de áreas de urbanização incompleta, sobretudo nas bordas da favela (Figura 5).



**Figura 5.** Hidrografia e topografia da área (fonte: SMDU - Geoinfo, 2017).

Não por acaso, o limite Oeste da favela, junto à Av. Hebe Camargo, tem sido foco constante de intervenções urbanísticas por parte do poder público, com abertura de vias, implantação de equipamentos públicos e produção de habitação de interesse social, justamente por ali se localizarem os trechos com menor ocupação e maior disponibilidade de áreas transformáveis. Nesta região encontram-se o G10 Favelas (grupo não-governamental de empreendedorismo e assistência social de favelas) e blocos de habitação de interesse social. Ali também está localizada a nascente de outro córrego, o Morumbi, que corre na direção contrária do Antonico, sentido Sul, e é um afluente do Rio Pinheiros.

Em dias de chuva com alto volume de precipitação, é comum que o Antonico transborde, invadindo as habitações construídas nas suas margens (e mesmo sobre ele). Mas as situações de

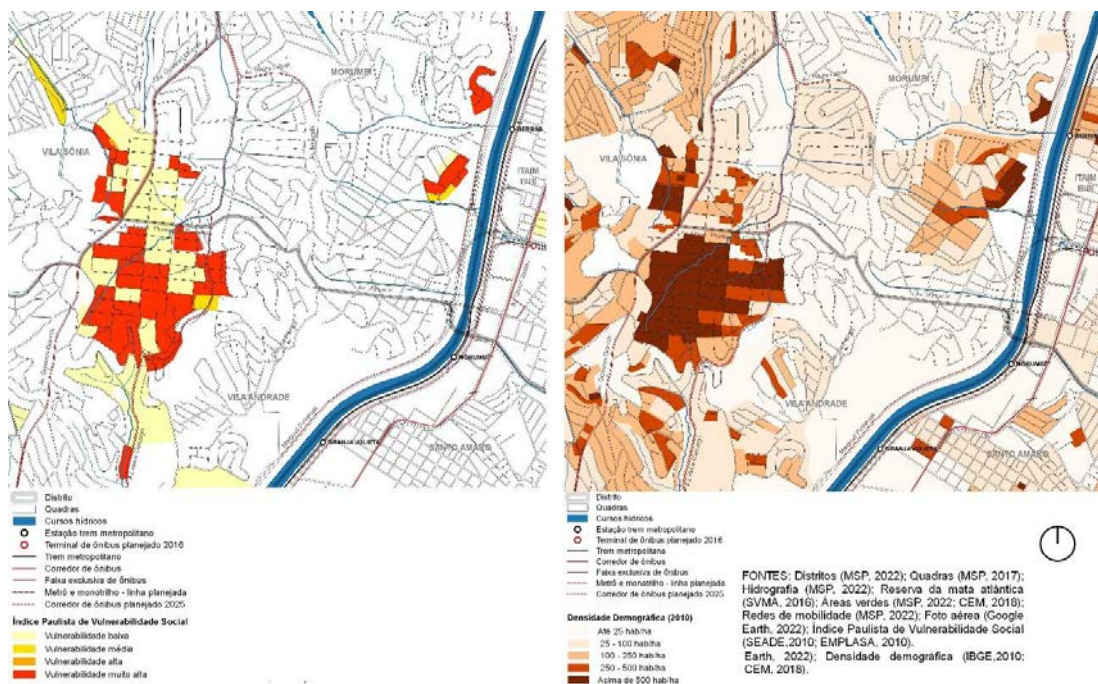


alagamento do córrego são mais frequentes nas imediações do Estádio do Morumbi, bem como ao longo da Av. Jules Rimet (cota 745 m), sob a qual o córrego passa canalizado e que conecta o entorno da favela com o estádio, que está na cota 740 m. Entre a favela e a Av. Jules Rimet, há um trecho onde o Antonico corre a céu aberto, ao lado do colégio Porto Seguro. Nesse trecho suas margens estão relativamente preservadas porque trata-se de uma área de acesso controlado, por onde passa uma viela de terra. Esse trecho tem potencial para a implantação de SbNs (Figura 6).



**Figura 6.** Córrego do Antonico em duas situações: à esquerda quando cruza a favela de Paraisópolis, à direita trecho não canalizado, ao lado do Colégio Porto Seguro (fonte: Google Earth, 2022).

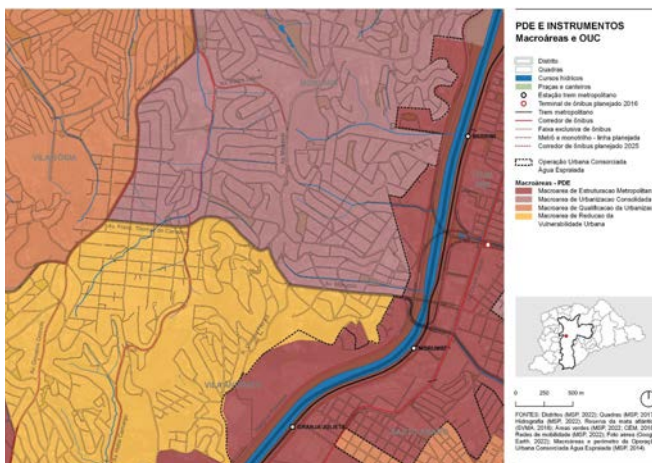
Os dados de densidade demográfica revelam áreas com mais de 500 habitantes por hectare, coincidentes com os assentamentos precários, frente ao entorno com predominância de menos de 25 habitantes por hectare, inclusive ao longo das avenidas que realizam as principais conexões e concentram a rede de transporte público existente (dados do censo IBGE 2010). A vulnerabilidade social também é, evidentemente, contrastante entre a favela e seu entorno. A alta ocupação do solo e a concentração de áreas de vulnerabilidade em Paraisópolis são elementos que não podem ser dissociados ao se analisar os dados de formação e concentração de calor na área de estudo (Figura 7).



**Figura 7.** Vulnerabilidade Social em 2010 e densidade demográfica do eixo Morumbi-Paraisópolis (fonte: IPVS, 2010; IBGE, 2010 e CEM, 2018).

O Plano Diretor Estratégico vigente (Lei nº 16.050 de 2014) insere a área de estudos em quatro macroáreas: 1. Macroárea de Redução da Vulnerabilidade Urbana, que corresponde à área de Paraisópolis e parte do bairro Morumbi, ao Sul; Macroárea de Urbanização Consolidada, ao Norte das Av. Morumbi e Francisco Thomaz de Carvalho, onde estão os bairros de mais alta renda; 3. Macroárea de Qualificação da Urbanização no Leste da Av. Giovanni Gronchi e, 4. Macroárea de Estruturação Metropolitana, situada ao longo do Rio Pinheiros, corresponde às áreas nas quais se prevê transformação intensiva do uso e ocupação do solo. Essa variedade de macroáreas em uma área relativamente pequena corresponde à variedade tipológica dos tecidos urbanos que conformam este mosaico (Figura 8).

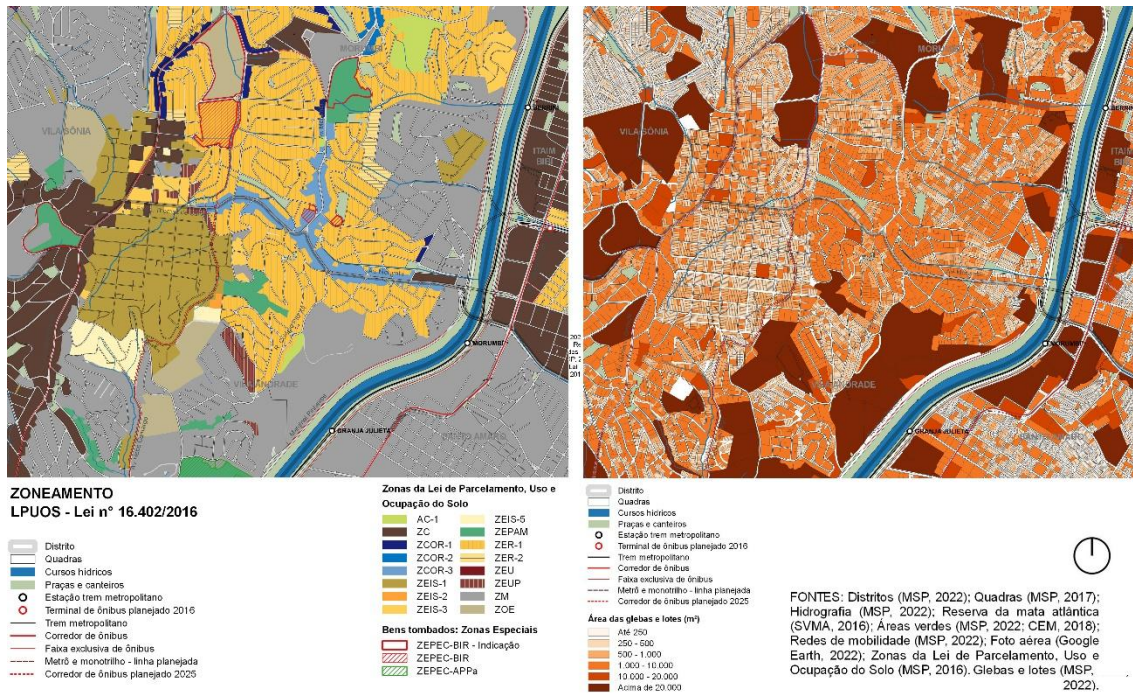
O zoneamento atual (Lei 16.402 de 2016) define cinco grandes zonas de uso e ocupação organizam a área de estudo: a Zona Exclusivamente Residencial (ZER) que abrange o Morumbi e o Real Parque, em toda vertente Leste, para qual é prevista a permanência da ocupação atual, com baixa densidade e ausência de uso misto; as diferentes Zonas Especiais de Interesse Social (ZEIS) que envolvem Paraisópolis e seu entorno imediato, nas quais são previstos parâmetros e condicionantes para atuação do poder público visando a melhoria urbana e ambiental dos assentamentos precários; a Zona de Centralidade (ZC) ao longo da Av. Giovanni Gronchi, que prevê maior ocupação e adensamento; a Zona Corredor (ZCOR) ao longo da Av. Morumbi, para a qual é prevista baixa densidade de ocupação e incremento de usos não residenciais; e, finalmente, as Zonas Mistas (ZM) nas margens do Rio Pinheiros e que coincidem, em grande parte, com o perímetro da Operação Urbana Consorciada Faria Lima, com regramento específico (Figura 9).



**Figura 8.** Macroáreas do recorte analisado. (Fonte: PMSP - Lei nº 16.050 de 2014).

A presença da ZCOR na Av. Morumbi, que na lei anterior mantinha-se como área estritamente residencial, foi uma contribuição do atual zoneamento, na medida em que permite maior dinamização de usos no principal vetor de articulação entre os diferentes bairros que compõem a área de estudo. Ainda que limitada a uma pequena faixa, essa modificação promovida pela ZCOR abre a oportunidade de transformação e uso de novas tipologias arquitetônicas e urbanísticas que permitem novas dinâmicas de uso.





**Figura 9.** Zoneamento e estrutura fundiária da área (fonte: PMSP - LPUOS n. 16402/2016; PMSP - MSP, 2022).

O cruzamento do zoneamento com a estrutura fundiária também possibilita leituras importantes relativas às possibilidades de transformação da área. De início, cabe destacar que não se verificam grandes lotes ou glebas ociosas na área de estudo: as áreas com mais de 20.000m<sup>2</sup> e que ensejariam projetos de parcelamento do solo são ocupadas por equipamentos públicos e privados não transformáveis, ou se localizam no perímetro da OUC Faria Lima, portanto, dissociadas de uma intervenção dirigida ao eixo Morumbi-Paraisópolis. Por outro lado, a região do Morumbi e, em especial a ZCOR, é formada por lotes predominantemente maiores de 1.000m<sup>2</sup> com potencial para se converterem a novos usos que não o estritamente residencial unifamiliar do seu entorno (ZER).

Entretanto, essas mudanças tipológicas e de uso fomentadas pelo zoneamento também podem representar um risco à cobertura arbórea e à oferta de áreas permeáveis do Morumbi e comprometer os corredores ecológicos já consolidados. A análise da transformabilidade do uso urbano é um tema complexo, sobretudo em áreas como essa, na qual se verifica uma mistura entre alta consolidação da ocupação e uma visível ociosidade crescente, sobretudo nos lotes ao longo da ZCOR. A construção de critérios para correta identificação da vacância ao longo da ZCOR deve ser explorada nas próximas etapas da pesquisa, de maneira que se identifique um perímetro passível de ser transformado à luz dos critérios de adaptação às mudanças climáticas.

Há também conflitos sobre a transformação das ZER em ZCOR no município que, segundo diversos movimentos sociais<sup>1</sup>, descaracterizariam os atributos ambientais dos bairros-jardim. O desafio urbanístico, portanto, é ampliar a densidade demográfica e vegetal dessas áreas, sem perder a qualidade ambiental dada pelas áreas verdes privadas e ruas arborizadas. A grande dimensão dos lotes e possibilidade de remembramento poderia resultar em um novo padrão de ocupação da ZCOR, com a possibilidade de implementação de estratégias SbN e a oferta de serviços e lazer, com hotéis, restaurantes e usos compatíveis com o entorno.

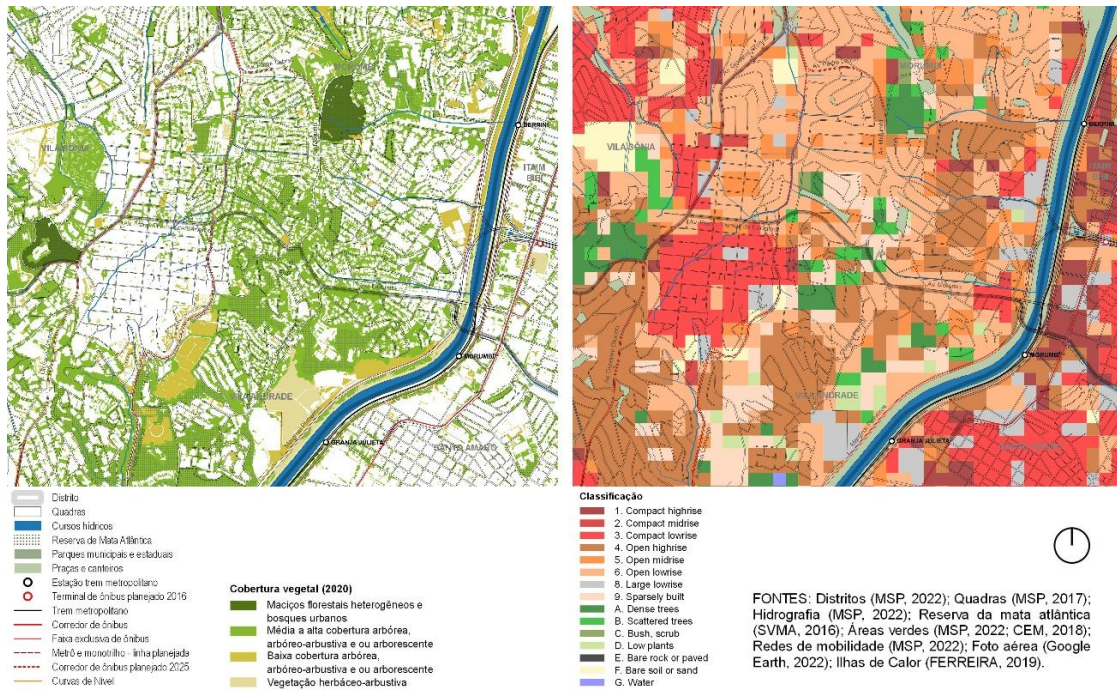
Outro tema de grande relevância para a transformação urbana em diálogo com os usos pré-existentes diz respeito à presença de bens tombados e suas áreas envoltórias. Os diversos exemplares de patrimônio cultural moderno na área de estudo são caracterizados pela presença significativa de vegetação junto à arquitetura. Tratam-se de obras classificadas como Zonas Especiais de Preservação Cultural (ZEPEC) pelo zoneamento municipal, com tombamentos pelas instâncias municipal (CONPRESP) e estadual (CONDEPHAAT).

A análise comparativa entre a cobertura vegetal em 2020 e as ilhas de calor da região do trecho Morumbi-Paraisópolis evidencia que a ocupação atual de Paraisópolis é marcada pela enorme carência de espaços livres, vegetação arbórea esparsa, extrema ocupação do solo, e sobreposição de unidades habitacionais autoconstruídas predominantemente por tijolos cerâmicos, com estrutura de concreto armado aparente e cobertura de telhas de fibrocimento (Figura 4 e 10). A infraestrutura de saneamento é precária e a formação da ilha de calor é recorrente, assim como os deslizamentos de terra e alagamentos provocados em dias de fortes chuvas.

O Morumbi, por outro lado, conforma-se como uma “ilha fresca” pois conta com cobertura vegetal densa, acima do padrão da cidade e oposto às condições da favela. Neste trecho predomina a vegetação de porte médio e alta cobertura arbórea, parte fragmentos de Mata Atlântica, parte mata secundária posterior à desativação da antiga fazenda de chá anterior ao bairro, que devem ser preservadas e ampliadas. Por outro lado, nota-se a baixa presença de parques e praças públicas, concentrados, em sua maioria, apenas ao norte do Morumbi. Ou seja, essa vegetação localiza-se fundamentalmente em lotes privados, decorrentes do modelo de urbanização do Morumbi, com grandes lotes e baixas taxas de ocupação edilícia (Figura 10).

A análise das temperaturas superficiais da área demonstra que existe uma variação de temperatura importante entre os diferentes tecidos de São Paulo (Lombardo, 1985; Flores et al. 2016; Ferreira, 2019). Salienta-se que a diferença das temperaturas máximas e mínimas observadas em São Paulo para o período diurno na estação seca foi de 10° C para Lombardo (1985); de 10,4° C por Flores et al (2016) e de 12,8° C por Ferreira (2019).

Ao aplicar o sistema de classificação das Zonas Climáticas Locais (LCZ), Ferreira (2019) identificou a zona LCZ 3 (Compacta com Baixa Elevação) - representada na figura 11 na cor vermelha, que corresponde a área de Paraisópolis; e no bairro do Morumbi foram mapeados três tipos de zona: LCZ 4 (Aberta de Alta Elevação) - marrom; LCZ 6 (Aberta de Baixa Elevação) - laranja claro; e LCZ 9 (Construção Esparsa) - rosa claro. Alguns pontos foram definidos como vegetação densa, e representados em verde esmeralda. Com isso, verificou-se que esta variação de temperatura superficial entre os padrões mais extremos (LCZ 3 e LCZ 9) pode ser ainda maior do que o apresentado em estudos anteriores, chegando a 19,2° C no período diurno da estação chuvosa, e a 6,9° C no período noturno da estação chuvosa (Figura 11). As temperaturas superficiais da tipologia construída da LCZ 9 se assemelham às áreas vegetadas, e as temperaturas superficiais diurnas das LCZ 3 são mais verticais do que as demais áreas construídas (Ferreira, 2019).



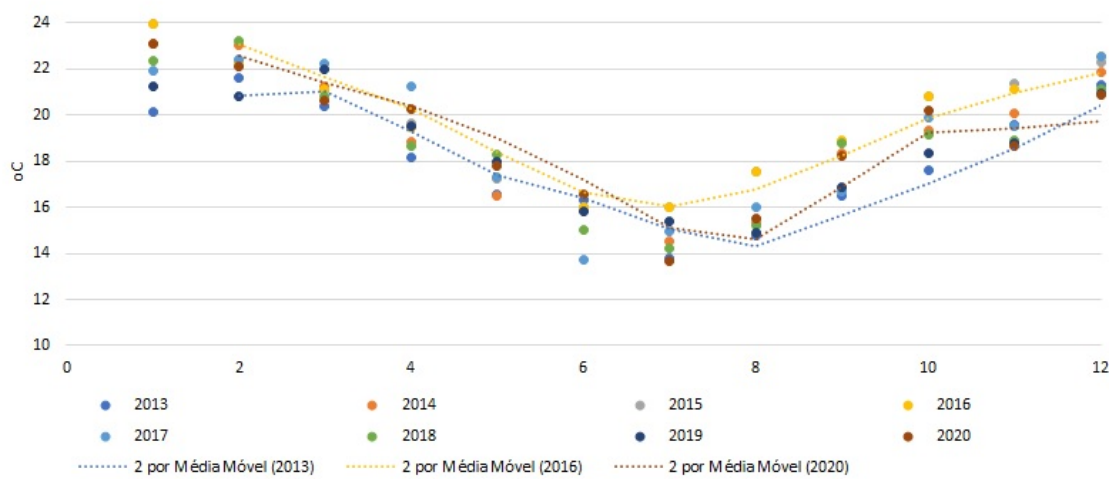
**Figura 10.** Cobertura vegetal e ilhas de calor da região Morumbi-Paraisópolis (fonte: PMSP - SVMA, 2020; FERREIRA, 2019).

Com isso, evidencia-se que existe uma importante variação térmica entre uma tipologia urbana e a outra e que os padrões morfológicos da ocupação urbana e da cobertura vegetal interferem diretamente na temperatura do ar. Esta constatação corrobora com as hipóteses de Stewart & Oke (2012) que demonstraram, a partir de imagens de satélite, que elementos urbanísticos, como vegetação e ocupação do solo e materialidades estão diretamente relacionados com as temperaturas superficiais. Nota-se também que as áreas muito densas e compactas tendem a ter temperaturas mais elevadas, enquanto as áreas com edificações espaçadas são mais frescas. O estudo da variação de temperatura superficial para a área de estudos será aprofundado com a continuidade da pesquisa a partir da coleta de dados *in loco*.

Ao correlacionar as temperaturas superficiais com a temperatura do ar, observou-se que houve uma elevação da temperatura média do ar nos últimos anos na região estudada (Figura 11). A interação entre solo, superfície e atmosfera provoca uma alteração na temperatura do ar, aumentando a intensidade das ilhas de calor. Esses resultados refletem o que ocorre em uma área compacta de baixa elevação, como a LCZ 3.

Por outro lado, ao se analisar as temperaturas do ar para a cidade de São Paulo nos últimos dez anos, observou-se uma tendência de aquecimento, principalmente nas temperaturas mínimas, como pode ser observado no gráfico a seguir. Ou seja, além do contraste de temperatura existente entre os diferentes padrões urbano-ambientais identificados na área de estudos no mesmo período, quando comparados ano a ano durante a última década (2013 - 2020), também se nota um aumento das temperaturas mínimas. Ou seja, em Paraisópolis, além das temperaturas serem mais elevadas do que as do entorno, essa temperatura aumenta a cada ano.





**Figura 11** Variação da temperatura do ar ao longo dos anos de 2013 a 2020 da estação meteorológica do IAG mais próxima à área de estudo (Elaborado pelos autores).

Para diminuir este contraste, aposta-se na ampliação das áreas com vegetação e arborização, principalmente nos tecidos urbanos compactos, como forma de reduzir a intensidade das ilhas de calor e de melhorar as condições de conforto térmico e de saúde dos habitantes, bem como de evitar os riscos de inundações provocadas por chuvas extremas, o que pode ser desenvolvido em forma de infraestrutura verde-azul ou outras SbNs. Parte das SbNs, como tetos e muros verdes, canteiros e jardins-de-chuva podem ser utilizadas em assentamentos precários, mas apresentam como dificuldade a oferta de áreas livres para sua implantação, disponibilidade de financiamento para projeto e obra, manutenção e formas de irrigação, que deve ser feita com água de reuso e não pela da rede de água tratada.

## Conclusões

A partir dos objetivos propostos para este artigo, foram tecidas algumas conclusões preliminares correspondentes à etapa atual da pesquisa. A revisão da literatura sobre mudanças climáticas indicou que o fenômeno em curso é parte de um processo natural global que se intensifica por ações antrópicas e se manifesta localmente de formas diferentes, tal como apontou Marengo (2018), demandando estudos que considerem as especificidades climáticas, sociais e econômicas de cada comunidade, para que a resposta ao fenômeno seja mais eficiente, tal como ressaltou Elmqvist et al. (2019).

Com base nos estudos de Gartland (2010), Ferreira (2019) e outros, constatou-se que as cidades precisam ser encaradas como pontos críticos dos riscos e impactos deste fenômeno, mas também como parte da solução. Steward e Oke (2012), com seu método das Local Climate Zones (LCZ), e Ferreira (2019) indicaram que a caracterização pormenorizada da morfologia dos tecidos urbanos é uma necessidade de investigação microclimática pois os padrões de ocupação urbana interferem nas condições climáticas de temperatura de superfícies e alteram as condições de umidade e pressão do ar e dos ventos. Essa caracterização também é fundamental para a indicação de diretrizes de adaptação das diferentes áreas das cidades, para evitar episódios extremos como enchentes e formação de ilhas de calor, tal como ocorre com frequência em São Paulo, de acordo com dados apontados por Nobre (2011).

Procurando soluções mais conectadas com o ambiente natural do território urbano, que por sua vez interfere diretamente nas condições climáticas, fortaleceu-se ao longo das últimas duas décadas uma linha de atuação em projetos e planejamento urbano conhecida como Soluções Baseadas na Natureza, as SbNs, as quais se diferenciam das tradicionais por tirar partido de características, sistemas e materiais existentes no meio natural, utilizando os recursos de forma

econômica e eficaz. Estas apresentam muitas vantagens e podem ser utilizadas como suporte de futuras intervenções comprometidas com as questões ambientais urbanas, por meio de IVAS, SuDs, LIDs (European Commission, 2021), entre outras que combinam técnicas tradicionais de ocupação, pavimentação e drenagem com outras naturais que procuram aumentar a permeabilidade do solo para absorver as águas localmente e incrementar o sombreamento das superfícies, entre outras ações. Nesse sentido, a combinação de vegetação com corpos d'água destaca como solução extremamente eficaz para a adaptação das cidades frente às mudanças climáticas.

As árvores são elementos potentes destes mecanismos de SbN porque funcionam como termorregulador microclimáticos já que amenizam a radiação solar na estação quente e modificam a temperatura e umidade relativa do ar através do sombreamento que reduz a carga térmica recebida pelos edifícios, veículos e pedestres e superfícies, modifica a velocidade e direção dos ventos, interfere na frequência das chuvas através da fotossíntese e da respiração e reduzem a poluição do ar, tal como apontou Mascaró (2010), e ainda melhoraram a paisagem e a saúde da população. Ou seja, a utilização da vegetação se coloca como elemento fundamental nas ações de adaptação. Sua utilização em diferentes escalas, desde coberturas e pavimentos frescos, arborização viária e demais espaços públicos, parques lineares tendem a impactar diretamente na qualidade ambiental dos espaços, e quando utilizadas em grande escala, podem afetar positivamente comunidades inteiras.

Quanto aos padrões urbano-ambientais do eixo Morumbi–Paraisópolis, verificou-se, a partir da análise dos mapas e visitas realizadas na área, que este se caracteriza por um mosaico de tecidos diferenciados e contrastantes, principalmente entre a favela de Paraisópolis e o bairro do Morumbi, que apesar de terem sido implantados na mesma época, se desenvolveram de formas muito diferentes. O primeiro seguiu um padrão de ocupação irregular típico das favelas brasileiras, tal como se verificou na documentação analisada e nas visitas a campo, marcado pela informalidade, precariedade e vulnerabilidade social, e o segundo como um bairro planejado e bem desenhado de altíssimo padrão.

Neste cenário constituem tipologias urbano-ambientais visivelmente distintas, e evidentes a partir da comparação dos seguintes aspectos estudados: traçado viário, tamanho da quadra e do lote, densidade construtiva e demográfica, taxa de ocupação do solo e forma de implantação no lote, presença de área verde e de arborização, oferta de patrimônio arquitetônico, condições econômicas e sociais da população residente, materialidade das construções, altura das edificações, sistemas de drenagem e saneamento, temperatura das superfícies diurnas e noturnas, riscos de deslizamentos de terra e alagamentos provocados em dias de fortes chuvas. Essas diferenças, tal como se procurou demonstrar com este estudo, coincidiram diretamente na formação de uma ilha de calor sobre a favela e de uma ilha fresca sobre o bairro do Morumbi.

O alívio da elevada densidade construtiva e populacional poderia ocorrer pela distribuição dessa população na vizinhança esvaziada. No entanto, uma eventual distribuição desse adensamento exige novas tipologias de projeto urbano e arquitetônico que permitam a manutenção dos índices de cobertura vegetal e permeabilidade do solo. A distribuição da população da favela pode reduzir sua ocupação, permitindo a redução controlada da densidade construtiva para a abertura de espaços públicos para ampliar a cobertura vegetal e acomodar dispositivos de infraestrutura SbN.

Para diminuir o contraste, aposta-se também na ampliação das áreas com vegetação e arborização, principalmente nos tecidos urbanos compactos, como forma de reduzir a intensidade das ilhas de calor e de melhorar as condições de conforto térmico e de saúde dos habitantes, bem como de evitar os riscos de inundações provocadas por chuvas extremas. Outras SbNs factíveis de implantação na área de estudos, principalmente na favela, são os tetos e muros verdes. Já no Morumbi, onde predomina a vegetação de porte médio e alta cobertura arbórea, a vegetação deve ser preservada e ampliada. Eventualmente a área pode receber também jardins-de-chuva. Outra oportunidade de implantação de SbN no setor é o aproveitamento das margens ainda

desocupadas do Córrego do Antonico, no trecho onde ainda não está canalizado. Muitas dessas soluções de IVA podem ser utilizadas por seu custo relativamente baixo, mas precisam avançar no enfrentamento das dificuldades como a oferta de áreas livres para sua implantação, disponibilidade de financiamento para projeto e obra, manutenção e formas de irrigação.

Por outro lado, alguns conflitos estão colocados entre a legislação urbanística e os planos de drenagem vigentes, que consideram, mas não aprofundam, as questões bioclimáticas segundo SbnS. O zoneamento atual avançou quanto à diversidade de usos, ao propor as Zonas Corredor (ZCOR), em eixos viários estruturantes do bairro do Morumbi, mas não apresenta caminhos claros para que a transformação da área garanta a manutenção da qualidade ambiental do bairro. Por outro lado, a favela de Paraisópolis, classificada como ZEIS, tampouco traz parâmetros direcionados ao tema. O desafio urbanístico, portanto, é ampliar a densidade demográfica e vegetal do Morumbi, sem perder a qualidade ambiental, e aumentar a cobertura vegetal em Paraisópolis, associada com uma política urbana e social inclusiva e com projetos de intervenção desenvolvidos em diferentes escalas e comprometidos com a construção de tecidos urbanos resilientes e sustentáveis.

Até o momento, o estudo do eixo Morumbi-Paraisópolis demonstra uma situação peculiar de (in)justiça climática no Brasil, onde o contraste ambiental e climático expressa as contradições sociais das cidades brasileiras. Peculiar porque as situações extremas estão justapostas no território urbano, e não segregadas por grandes distâncias, como é mais comum nas grandes cidades brasileiras. Os extremos de pobreza e riqueza estão lado a lado, em uma situação que não mais se sustenta. O extremo rico se esvazia de população, sendo insustentável as grandes propriedades nos parâmetros atuais. A riqueza procura outros espaços urbanos para se instalar e abandona o padrão Morumbi. O extremo de pobreza, representado por Paraisópolis, constrói dinâmicas novas para a superação dessa condição, com apoio público e privado. Organizações sociais que enfrentaram de modo competente a pandemia, esforçam-se na direção da inclusão social via cooperativas produtivas. Até o momento, os dois extremos vêm sendo pensados separadamente. A proposta aqui apresentada procura enfrentar o desafio de pensá-los juntos, reconhecendo sua contiguidade. Um desafio político, para o qual a avaliação técnica-científica aqui apresentada é um primeiro passo.

## Referências

- AMORIM, M.C.C.T; DUBREUIL, V.; AMORIM, T.A. Day and night surface and atmospheric heat islands in a continental and temperate tropical environment. **Urban Climate**, Elsevier, 2021, 38, pp.10091810.1016/j.uclim.2021.100918
- ALVIM, A. T. B. **Política pública, planejamento e gestão urbano-ambiental: os desafios da integração**. In: PHILLIPPI, A. e BRUNA, G. C (ed.) *Gestão Urbana e Sustentabilidade*. Barueri: Manole, 2018, pp. 612-654.
- ANELLI, R. L. S. As cidades e o aquecimento global: desafios para o planejamento urbano, as engenharias e as ciências sociais e básicas. **Journal of Urban Technology and Sustainability**, vol. 03, edição 01, 2020. DOI: <https://doi.org/10.47842/juts.v3i1.17>.
- BARROS, H. R. **A relação entre ilha de calor urbana, o uso e cobertura do solo e o balanço de energia no município de São Paulo: avaliação do campo térmico nos parques públicos de lazer**. Mestrado em Geografia Física (Dissertação). Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. Universidade de São Paulo. 2016.
- ELMQVIST, T., ANDERSSON, E., FRANTZESKAKI, N. et al. Sustainability and resilience for transformation in the urban century. **Nat Sustain** 2, 267–273, 2019. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41893-019-0250-1>. Acesso em 27 de julho de 2022.
- EUROPEAN COMMISSION. **Evaluating the Impact of Nature-based Solutions: A Handbook**

**for Practitioners.** Directorate-General for Research and Innovation Directorate C — Healthy Planet. Unit C3 — Climate and Planetary Boundaries. 2021. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/d7d496b5-ad4e-11eb-9767-01aa75ed71a1>

FERREIRA, L. S. **Vegetação, temperatura de superfície e morfologia urbana, um retrato da região metropolitana de São Paulo.** São Paulo: Tese de Doutorado, FAU USP, 2019. MMBB. **Projeto para o Córrego do Antonico.** 2012. Disponível em <https://www.mmbb.com.br/projects/view/68>

FLORES, R.J.L., KARAM, H.A., MARQUES FILHO, E.P. and PEREIRA FILHO, A.J. (2015) **Estimation of Atmospheric Turbidity and Surface Radiative Parameters Using Broadband Clear Sky Solar Irradiance Models in Rio de Janeiro, Brazil.** *Theoretical and Applied Climatology*, 1, 1-12.

GARTLAND, Lisa. **Ilhas de Calor: como mitigar zonas de calor em áreas urbanas.** São Paulo: Oficina de Textos, 2010.

GHOFRANI, Z. et al. A Comprehensive Review of Blue-Green Infrastructure Concepts. **International Journal of Environment and Sustainability.** Vol.6 N.1, pp. 15-36. 2017. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/316778761\\_A\\_Comprehensive\\_Review\\_of\\_Blue-Green\\_Infrastructure\\_Concepts](https://www.researchgate.net/publication/316778761_A_Comprehensive_Review_of_Blue-Green_Infrastructure_Concepts). Acesso em: 22 de julho de 2022.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **Comunicado de Prensa del IPCC 28 de fevereiro de 2022.** Disponível em: [https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/downloads/press/IPCC\\_AR6\\_WGII\\_PressRelease-Spanish.pdf](https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/downloads/press/IPCC_AR6_WGII_PressRelease-Spanish.pdf). Acesso em: 26 de julho de 2022.

MARENGO, José A. Mudanças climáticas, impactos e políticas públicas para reduzir impactos. **ClimaCom Cultura Científica - pesquisa, jornalismo e arte.** Ano 5 - N 13, Dezembro de 2018, ISSN 2359-4705. Disponível em: <http://climacom.mudancasclimaticas.net.br/wp-content/uploads/2019/02/CA1.pdf>

MARQUES, T. H. N., RIZZI, D., FERRAZ, V., & HERZOG, C. P. Soluções baseadas na natureza: conceituação, aplicabilidade e complexidade no contexto latino-americano, casos do Brasil e Peru. **Revista LABVERDE**, 11(1), 2021. 12-49. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/issn.2179-2275.labverde.2021.189419>. Acesso em: 27 de julho de 2022.

MASCARÓ, Lucia. **Vegetação Urbana.** Porto Alegre: Masquatro Editora, 2010.

NOBRE, C. et al. **Vulnerability of Brazilian Megacities to Climate Change: the São Paulo Metropolitan Region (RMSP).** In: MOTTA, Ronaldo Seroa da [ed.]. *Climate Change in Brazil: economic, social and regulatory aspects.* Brasília: IPEA, 2011, 197-219.

PAULEIT, Stephan et. al. **Guidelines for climate-oriented communities in Bavaria.** Munich: Centre for Urban Ecology and Climate Adaptation. TUM. 2020.

PELLEGRINO, P. **Estratégias para uma Infraestrutura Verde.** São Paulo: Editora Manole Ltda, 2017.

RESENZWEIG, C. & W. SOLECKI. 2018. Action pathways for transforming cities. **Nat. Clim. Change** 8: 756–759. apud MARENGO, J. et ali. 2020. Trends in extreme rainfall and hydrogeometeorological disasters in the Metropolitan Area of São Paulo: a review. *Annals N.Y. Acad. Sci.* 1–16

SECRETARIA MUNICIPAL DE INFRAESTRUTURA URBANA E OBRAS (SIURB/PMSP). **Caderno de Bacia Hidrográfica: bacia do córrego Pirajuçara.** São Paulo: Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica – São Paulo: FCTH/SIURB, 2020.

SANT'ANNA, C. G. **A Infraestrutura Verde e sua contribuição para o desenho da paisagem da cidade.** Tese de Doutorado. FAU UNB, Brasília, 2020.

STEWART, I. D.; OKE, T. R. Local climate zones for urban temperature studies. **Bulletin of the Bulletin of the American Meteorological Society**, v. 93, n. 12, p. 1879-900, 2012.

### Notas de Fim

---

<sup>i</sup> No percurso de debate público do zoneamento aprovado em 2016, movimentos como o Defenda São Paulo e o AME Jardins, dentre outros, participaram ativamente apontando críticas às propostas de flexibilização das zonas exclusivamente residenciais.