



PROJETO, CONFORTO E SAÚDE: um refúgio urbano para as ondas de calor

Bianca Bonachela de Oliveira

**PROJETO,
CONFORTO E
SAÚDE:
um refúgio urbano
para as ondas de
calor**

Trabalho Final de Graduação
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo
da Universidade de São Paulo (FAU -USP)

Bianca Bonachela de Oliveira
Orientadora: Profa. Dra. Denise Helena Silva Duarte

São Paulo, 2021

AGRADECIMENTOS

Dedico este trabalho à minha família, em especial à minha mãe, quem não mediou esforços para dar apoio a uma jovem cujo sonho era estudar na FAU-USP.

Agradeço também por ter tido a oportunidade de conhecer as melhores pessoas durante os anos de graduação: Carol, Lara e Yêdda, minhas “fiéis escudeiras”. Com quem tanto me diverti e aprendi aos longo dos 6 anos e alguns quebrados de FAU. Em especial à Guilherme e toda sua família pelo carinho e apoio. Ao meu irmão Tiago que me ajudou com a diagramação do caderno.

Aos amigos Gabriel, Lucas, Alan, Diego, Letícia, Rafael, Luís, Bia Basílio e Camila dentre tantos outros cuja amizade pretendo levar para vida.

Aos amigos Érika e Ângelo pelas conversas sempre reconfortantes e pelos sábios conselhos.

À Professora Denise, ou “De”, quem sempre gentilmente compartilhou seus conhecimentos e por quem tenho imensa admiração pela dedicação, zelo e compreensão que tanto demonstrou durante os anos conjuntos de pesquisa.

Também sou muito agradecida pelas amizades que, direta ou indiretamente, se tornaram possíveis nos anos subsequentes à minha entrada no LABAUT, dentre eles, aqueles provenientes do grupo dos “Verdinhos” (principalmente Luciana, Daniel e Bruna) e, no âmbito profissional, Gabriel, Felipe e Professor Martins.

RESUMO

Palavras-chave:

Conforto
Projeto
Saúde
Ondas de calor

Em decorrência das mudanças climáticas, eventos climáticos extremos têm se tornado cada vez mais intensos e mais frequentes. Colocando a cidade de São Paulo na discussão, este trabalho abordou as consequências que as ondas de calor podem ter dentro do ambiente urbano, destacando os riscos que a exposição prolongada ao calor extremo pode trazer ao corpo humano, principalmente à população mais vulnerável (idosos e crianças), assim como investigou como o ambiente urbano e os edifícios podem amplificar ou amenizar os efeitos adversos causados pelas ondas de calor por meio da melhoria do microclima urbano. Tendo por objetivo o projeto de um refúgio urbano às ondas de calor, este estudo foi estruturado em duas etapas: a primeira parte consistiu em pesquisa teórica e levantamento de dados, enquanto a segunda parte consistiu em um exercício projetual. Na primeira parte, os principais conceitos envolvidos nos estudos de clima urbano foram discutidos (mudanças climáticas, clima urbano, microclima, onda de calor e ilha de calor urbana) assim como foi apresentada breve contextualização sobre como as cidades estão se adaptando às mudanças climáticas e ao adensamento urbano estimados para os próximos anos, por meio do planejamento e do desenho urbano. A segunda parte consistiu no projeto de um complexo de equipamentos públicos (incluindo Casa de Cultura, creche, UBS e piscinas comunitárias) na cidade de São Paulo que funcionasse como um “cooling center” ou “refúgio urbano” às ondas de calor dentro de um “hot spot” previamente identificado através de mapa termal de superfície da cidade.

ABSTRACT

Key-words:

Comfort
Design
Health
Heat Waves

As a consequence of climate change, extreme weather events have become more intense and frequent; addressing this scope locally in São Paulo, this study focuses on the consequences brought by heat waves within the urban environment, highlighting the risks that prolonged exposure to intense heat can bring to the human body, primarily to the most vulnerable population (elderly and children), and, mainly, how the urban environment and the buildings can maximize or soften the adverse effects caused by heat waves ameliorating the urban microclimate. With the aim of designing an urban refuge for heat waves, the study was planned into two stages: the first part consists of theoretical research and data raising and the second consists of a design exercise. In the first stage, the main concepts of urban climate are discussed (climate change, heat waves, urban climate, microclimate and urban heat islands) and the work presents a brief contextualization on how some cities have been adapted to climate change and urban density expected for the coming years through large-scale urban planning premises. The second stage is the design exercise of a public buildings complex (composed by a culture house, daycare center, a basic health unit ("UBS") and community swimming pools) within the city of São Paulo that functions as a "cooling center" or "urban refuge" to the heat waves inside a hot spot location previously identified through a thermal surface temperature map of the city.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA	012
2. OBJETO E OBJETIVO	017
3. MATERIAL E MÉTODO	017
A. ETAPA TEÓRICA	019
4. CONCEITOS BÁSICOS RELACIONADOS AO CLIMA URBANO	020
4.1 CLIMA, MICROCLIMA URBANO E ILHA DE CALOR	022
4.2 MUDANÇAS CLIMÁTICAS E ONDAS DE CALOR	026
4.3 ONDAS DE CALOR NO BRASIL E SEUS RISCOS À SAÚDE HUMANA	027
5. FERRAMENTAS PARA O PLANEJAMENTO E DESENHO DE UM HABITAT RESILIENTE	033
5.1 TRABALHANDO POR UMA NAÇÃO ADAPTADA	034
5.2 DESENHO DE UMA CIDADE SADIA E ADAPTÁVEL	036
5.3 DESENHANDO UM EDIFÍCIO ADAPTÁVEL	052
B. ETAPA PROPOSITIVA	057
6. EXERCÍCIO PROJETUAL	058
6.1 DEFINIÇÃO DO LOCAL DE INTERVENÇÃO	060
6.2 DEFINIÇÃO DO PROGRAMA ARQUITETÔNICO DO REFÚGIO URBANO	064
6.3 UM POUCO MAIS SOBRE O LOCAL DE INTERVENÇÃO	072
6.4 PROPOSTA DE REFÚGIO URBANO NO DISTRITO DE SÃO MATEUS	086
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÕES	124
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	128

1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

1
Disponível em <<https://population.un.org/wup/Publications/Files/WUP2018-Report.pdf>>. Acesso em 18/10/2020

2
Disponível em <<https://www.un.org/development/desa/publications/2018-revision-of-world-urbanization-prospects.html>>. Acesso em 18/10/2020

3
Disponível em <<https://educa.ibge.gov.br/jovens/conheca-o-brasil/populacao/18313-populacao-rural-e-urbana.html>>. Acesso em 18/10/2020

“*The future of the world’s population is urban*” (ONU, 2018). Esta é a primeira constatação presente no mais recente relatório analítico das Nações Unidas sobre os levantamentos de dados e projeções de concentração da população mundial para os próximos anos. Segundo este documento, intitulado “*World Urbanization Prospects. The 2018 Revision*”¹, em 2018, 55 % da população mundial vivia em ambiente urbano, número que tende a aumentar para 68 % até o ano de 2050, o que significa um acréscimo de mais de 2,5 bilhões de habitantes dentro das cidades nos próximos 30 anos.²

Tais números ficam ainda mais expressivos quando observada a realidade brasileira. Segundo Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) de 2015, cerca de 84,72% dos brasileiros viviam em cidades.³ Esses dados revelam a urgência e a importância de se discutir a prática do planejamento nas cidades e, principalmente, de que maneira é coordenado o adensamento urbano, tendo como premissa assegurar que as gerações futuras tenham a oportunidade de viver em ambiente urbano sustentável, resiliente, saudável e confortável.

Dentre os diversos desafios a serem enfrentados pelas cidades nos próximos anos, destaca-se neste trabalho aquele atrelado ao bem-estar e à saúde do ser humano no requisito de conforto térmico (ou mesmo stress térmico em situações mais extremas) quando considerado o aumento da temperatura do meio urbano, entendendo este efeito como consequência de uma ocupação urbana cuja morfologia, superfícies, constituição de materiais e componentes construtivos dos edifícios, atrelados à alta taxa de ocupação do solo (com sua impermeabilização e supressão de vegetação), acabam por dificultar a perda do calor acumulado no ambiente construído, impactando sobremaneira o microclima local quando somado às fontes antropogênicas de calor.

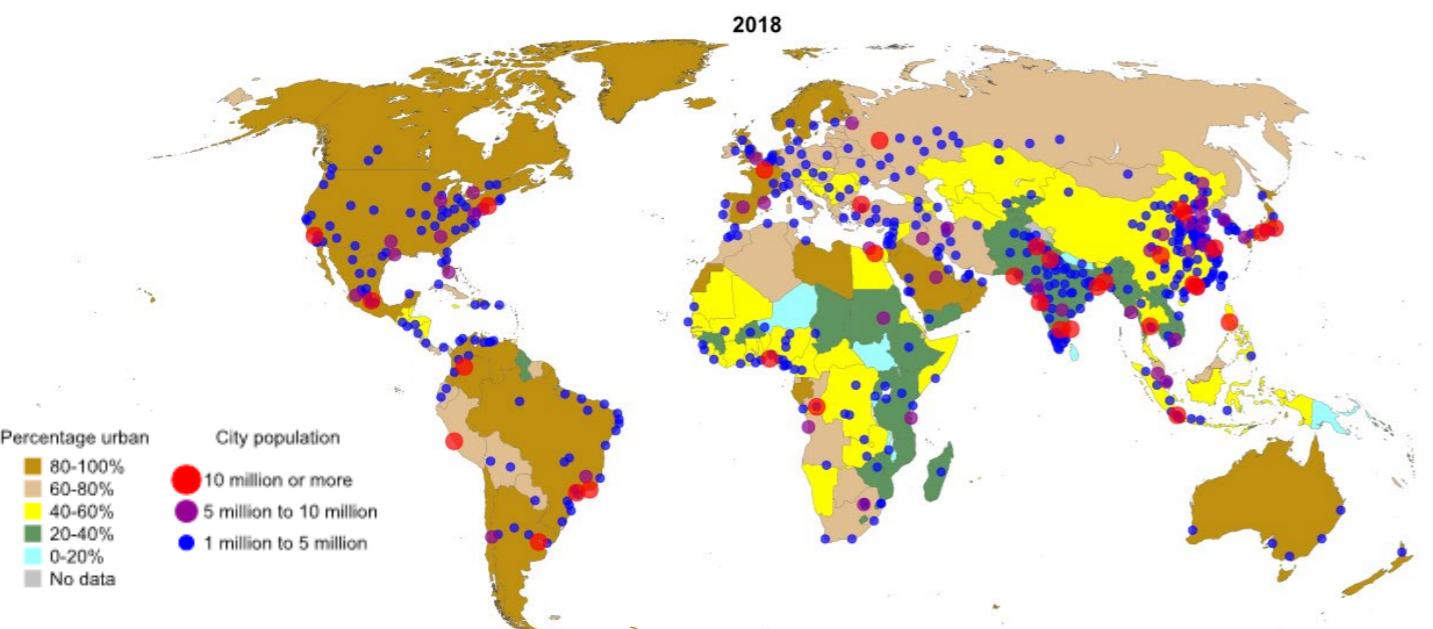


Figura 1.
Dados populacionais e de urbanização mundial do ano de 2018.
Fonte: ONU (2018)

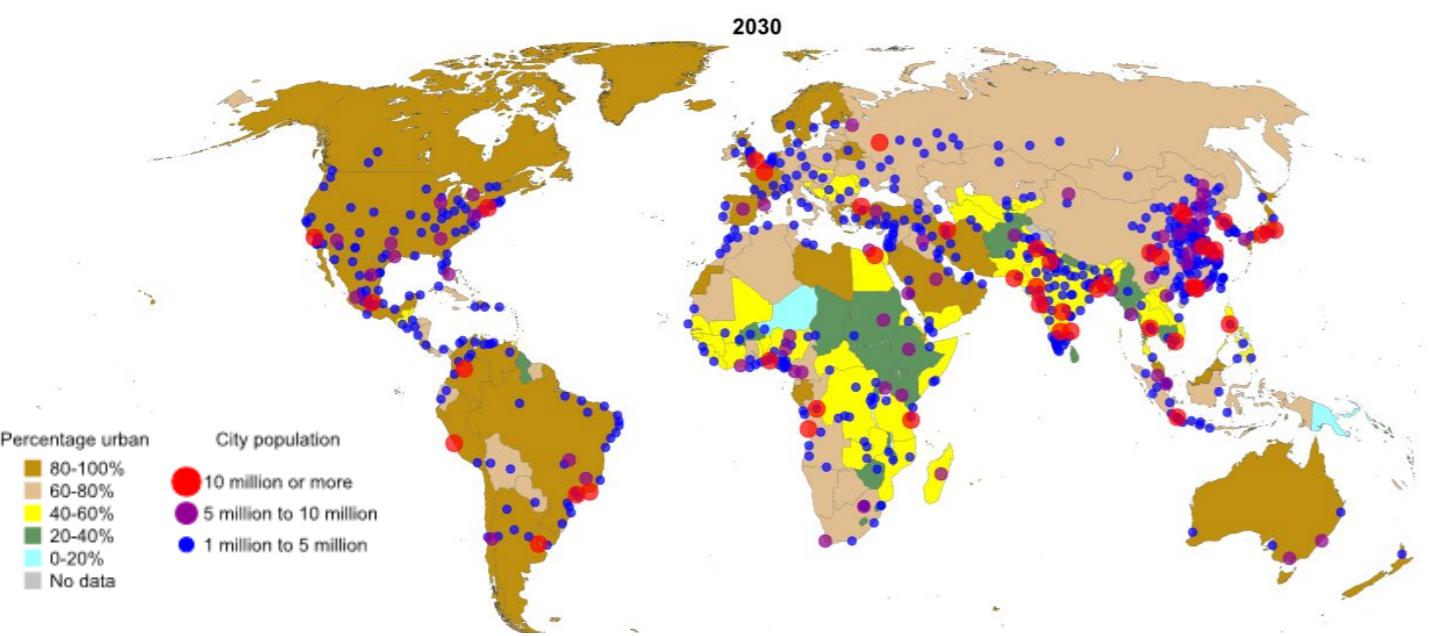


Figura 2.
Projeção sobre dados populacionais e urbanização mundial para o ano de 2030. Fonte: ONU (2018)⁴

O aumento da temperatura do ar devido à urbanização ganha relevância por amplificar eventos como as ondas de calor, episódios climáticos naturais e extremos que têm se tornado cada vez mais frequentes e intensos em consequência do aquecimento global, e que começam a ser apontados como causadores de número significativo de mortes por hipertermia (“heat-illness”) por todo o mundo. Mesmo as ondas de calor ocorrendo com maior frequência no Hemisfério Norte, elas também são uma realidade no Brasil. Em 2020 foram emitidos sinais de alerta vermelho (5 °C a mais na temperatura média típica por mais de 5 dias) e laranja (5 °C a mais na temperatura média típica por mais de 3 dias) para grande risco de hipertermia pelo INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) para algumas regiões durante o início de outubro, quando houve a ocorrência de forte onda de calor que se prolongou por cerca de uma semana, evento que levou as regiões sudeste e centro-oeste brasileiras a baterem recordes sucessivos de temperaturas máximas.⁵

Na cidade de São Paulo, por exemplo, entre os dias 30 de setembro a 02 de outubro de 2020 foram registradas três das cinco maiores temperaturas máximas desde o início das medições do INMET em 1943, alcançando os valores de 37,1 °C (dias 30 de setembro e 1 de outubro) e 37,4 °C em 02 de outubro, números que ocupam, respectivamente, o terceiro e segundo lugares neste ranking histórico do órgão governamental.⁶

Numa tentativa de amenizar esse cenário de calor intenso, algumas cidades têm adotado como estratégias a estruturação de planos urbanísticos com enfoque na melhoria das condições microclimáticas. Tal melhoria seria alcançada por meio da incorporação massiva de vegetação em florestas urbanas, além da arborização de vias, locais que acabam por cumprir tripla função: diminuição da temperatura, aumento da umidade local e eixo de ligação entre importantes resquícios de mata nativa ou infraestruturas verdes urbanas, funcionando como “corredores ecológicos”.

Uma segunda estratégia baseia-se no incentivo à criação de uma rede de espaços chamados de “cooling centers”. Em alguns países desenvolvidos eles geralmente são localizados dentro de edifícios públicos ou privados condicionados artificialmente, com acesso público, nos quais a comunidade é orientada a frequentar com intuito de se resguardar das consequências adversas que o calor extremo pode causar no corpo humano ou, simplesmente, para se “refrescar”. Contudo, salienta-se que essa segunda medida possui caráter emergencial, já que ela, por si só, não ameniza ou resolve o problema das ondas de calor quando vistas num cenário de longo prazo, podendo, aliás, ter reflexos indesejados no futuro por incentivar indiretamente a adoção e a dependência de sistemas de condicionamento artificial nas edificações.

4
Disponível em <<https://population.un.org/wup/Maps/>>. Acesso em 18/10/2020

5
Disponível em <<https://g1.globo.com/natureza/noticia/2020/10/06/onda-de-calor-continua-e-inmet-alerta-para-risco-de-morte-em-parte-do-brasil.ghtml>>. Acesso em 23/10/2020

6
Disponível em <<https://www.estadao.com.br/>>. Acesso em 23/10/2020

entorno imediato, gerando mais calor antropogênico para o ambiente urbano e aumentando a demanda por mais geração de energia elétrica. Mesmo hoje, depois de muita discussão sobre o assunto de conforto da edificação em regiões de clima tropical, não são incomuns projetos de arquitetura que não preveem uso de ventilação natural, seja porque opta-se pelo selamento total da edificação ou porque até mesmo durante a sua etapa de concepção a premissa de projeto de caixilharias operáveis é deixado em segundo plano pois supõe-se que, no momento de escolha entre condicionamento artificial e ventilação natural o usuário opte sempre pela primeira opção quando essa existir. O grande problema é que a falta de “permeabilidade” à ventilação natural prejudica sobremaneira o desempenho térmico da edificação por dificultar a perda do calor acumulado em sua massa construída ao longo do dia (DUARTE, 2015).

Em outras palavras, a climatização artificial de um edifício por todo ou quase todo o seu tempo de operação acaba por transformá-lo num grande elemento construído que conserva e irradia calor, impactando negativamente o microclima local, além de prejudicar seu próprio desempenho energético, uma vez que passa a caber ao sistema de ar condicionado a função de retirar a carga térmica acumulada, realidades que contrastam com as indicações dos ODS (Objetivos de Desenvolvimento Sustentável) da ONU⁷ de construção de uma cidade resiliente e sustentável ao entender que o micro (edifício), quando replicado sucessivamente, acaba por impactar o macro (cidade).

Apesar das considerações expostas é válido ressaltar que a ideia de uma rede de centros de “resfriamento” é muito boa, contudo, por que não juntar as duas estratégias de mitigação das ondas de calor? Por que não incentivar projetos de edifícios que se entrelaçam a projetos de áreas verdes? Por que não fomentar a busca pelo desenvolvimento de uma arquitetura que possibilite o conforto térmico de seus usuários em função do seu desenho e materialidade, com impactos positivos para o seu entorno, melhorando-o, funcionando como edifícios verdadeiramente ambientais que poderiam ser vistos como refúgios urbanos das ondas de calor?

7

Disponível em <<https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/11>>. Acesso em 29/10/2020

2.

OBJETO E OBJETIVO

O objeto deste trabalho é a relação entre o edifício ambiental e a cidade, o objetivo é o exercício projetual de um equipamento público na cidade de São Paulo que funcione como um “cooling center” ou, traduzido livremente neste trabalho, como “oásis urbano” ou “refúgio urbano”, explorando como principais premissas de projeto: (1) interligação e incorporação da vegetação e da água na edificação, baseando-se na literatura que aponta os efeitos positivos de resfriamento que pode trazer ao microclima local e seu entorno imediato; (2) adoção de estratégias de projeto adequadas às características ambientais locais, incluindo o desenho, o tratamento das superfícies e a escolha de materiais e componentes construtivos nos vários espaços que compõem o equipamento público pretendido.

3.

MATERIAL E MÉTODO

O trabalho está estruturado da seguinte forma:

Etapa teórica, momento em que é feita revisão de literatura nos conceitos básicos relacionados ao clima urbano visando identificar quais características morfológicas das cidades mais impactam no seu microclima e sua relação com a amplificação de eventos extremos, como as ondas de calor.

Uma vez estudados os conceitos e identificados os aspectos que contribuem com o aumento de temperatura no meio urbano, foi realizada uma breve pesquisa em documentos de planos urbanísticos, leis de uso e ocupação do solo e literatura científica sobre o tema, em particular sobre políticas e estratégias que certas cidades ao redor do mundo têm adotado buscando melhorar aspectos ambientais do meio construído. Tal pesquisa visou investigar como a morfologia das cidades e dos edifícios podem minimizar impactos negativos ou, até mesmo, contribuir positivamente com o microclima urbano, quando estão em pauta aspectos de conforto ambiental e suas inter-relações com o desenho urbano e do edifício.

Após esse embasamento teórico, transcorreu-se a etapa propositiva, quando foi realizado o estudo projetual de um refúgio para as ondas de calor na cidade de São Paulo. O local de intervenção foi selecionado por ser próximo a um “hot spot”, identificado pelo mapa termal de temperatura de superfície elaborado por FERREIRA (2019), assim como por apresentar possibilidades de conexão através de corredor verde com áreas que compreendem emanescentes de Mata Atlântica, conforme bases disponibilizadas pelo Geosampa⁸. A ideia de incorporação de corredor verde partiu do conhecimento de que a infraestrutura verde e azul possuem relevância no balanço energético devido tanto ao processo de evapotranspiração quanto por evitar aquecimento excessivo do meio urbano através do sombreamento das superfícies.

8

Disponível em <http://geosampa.prefeitura.sp.gov.br/PaginasPublicas/_SBC.aspx>. Acesso em 22/07/2021

A.

ETAPA TEÓRICA

4. CONCEITOS BÁSICOS RELACIONADO AO CLIMA URBANO

Com o intuito de se resguardar de possíveis equívocos, tanto por parte da autora do trabalho, quanto do leitor, julgou-se necessária a conceituação dos principais fenômenos microclimáticos tratados neste estudo.

Para a padronização dos conceitos descritos abaixo foram adotadas as definições de Oke et al (2017). O primeiro autor é a principal referência nos estudos de clima urbano, com contribuições fundamentais no tema desde a década de 1970.

4.1

CLIMA, MICROCLIMA URBANO E ILHA DE CALOR

Um clima é caracterizado pela sequência típica de eventos meteorológicos encontrados em certo local, quantificados através de termos climáticos estatísticos (temperatura, precipitação, vento, entre outros) conjuntamente a fatores físicos (latitude, maritimidade e continentalidade). Em função dessas informações são agrupadas as regiões com características climáticas semelhantes em diferentes tipos de macroclimas (OKE et al, 2017).

Em um entendimento simplificado, um microclima seria uma especificidade climática dentro de um dado macroclima, sendo o produto da interação deste clima com uma paisagem local, ou seja, um microclima está estreitamente relacionado ao balanço energético das regiões atmosféricas mais próximas à superfície terrestre, dentro de um recorte espacial de um macroclima. Em seus estudos de clima urbano, Oke analisa a atmosfera por recortes em diferentes escalas. As escalas mais impactadas pelo microclima são as que compreendem as camadas atmosféricas mais próximas ao solo, chamadas de “*Urban Boundary Layer*” (UBL) e “*Urban Canopy Layer*” (UCL), conforme Figura 3.

Por “*Urban Canopy Layer*” denomina-se a camada de ar que se estende do solo até o nível médio das coberturas das edificações. É neste espaço onde ocorrem as discrepâncias mais visíveis de microclimas em consequência de cenários urbanos constituídos pelas mais diversas geometrias, materiais etc. (DUARTE, 2018), fatores esses que interferem na absorção e liberação do calor do meio físico urbano.

O balanço de energia do ambiente urbano é expresso matematicamente pela relação ao lado:

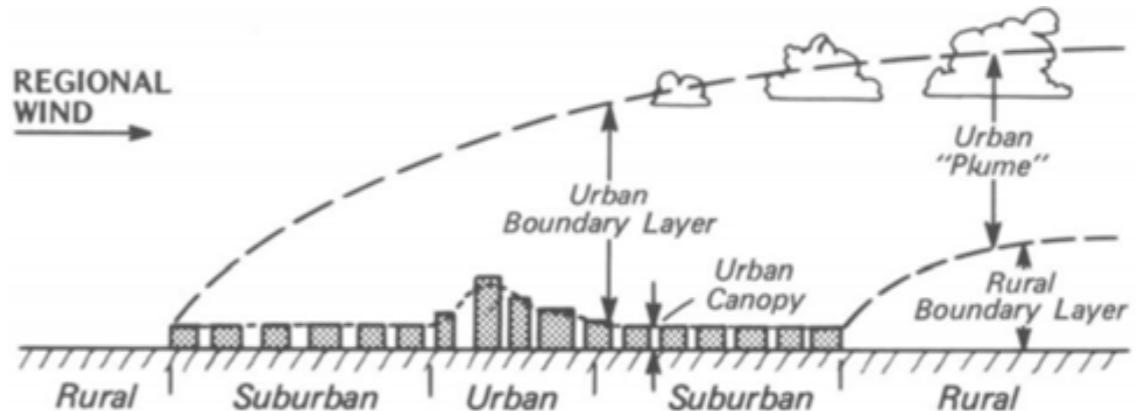


Figura 3.
Esquema Ilustrativo do conceito de “Urban Boundary Layer” (UBL) e “Urban Canopy Layer” (UCL), (após Oke, 1976).

$$Q_{\text{ganho de calor}} = Q_{\text{perda de calor}} (\text{W/m}^2)$$

$$QR + QT = QE + QL + QS + QA (\text{W/m}^2)$$

Onde:

QR – Radiação líquida

- Somatória da energia de radiação solar e radiação de onda longa recebida.

QT – Calor antropogênico

- Calor produzido pelas atividades do ser humano no meio terrestre (veículos, unidades de ar condicionado, indústrias etc.).

QE – Fluxo de calor sensível perdido por convecção

- Processo físico no qual as moléculas mais quentes acabam por ficar mais “leves” cedendo espaço nas camadas atmosféricas mais baixas às moléculas com temperaturas mais baixas e, portanto, mais “pesadas”. Este fenômeno causa um fluxo de ar vertical correspondente aos principais fluxos de ventos presentes nas cidades.

QL – Fluxo de calor latente perdido por evaporação

- Possui relação direta com a quantidade de água presente no ambiente considerado (presentes em rios, solo e vegetação). Quanto maior a presença de água no meio mais ela tende a sofrer pelo processo de evaporação e/ou evapotranspiração, os quais “roubam” energia (calor) do meio para efetivamente ocorrer, gerando, portanto, sensação de resfriamento em seu entorno imediato.

QS – Energia estocada em áreas urbanas

- Energia retida dentro do meio urbano devido à sua materialidade, geometria, superfícies, etc.

QA – Energia líquida por advecção na forma de calor sensível ou latente (parcela desprezível, a não ser nas bordas urbano/rural)

- Perda de energia por fluxos de ar horizontais.

Fonte: DUARTE baseado em OKE, (2018, modificado pela autora).

Uma vez entendidos os fatores considerados no balanço de energia, torna-se de mais fácil assimilação dizer que essa relação está cada vez mais desbalanceada no meio urbano, tanto por conta da diminuição das cargas térmicas perdidas por QE e QL (em consequência da alta impermeabilização do solo, supressão de vegetação, canalização da infraestrutura azul e falta de “respiros” ou corredores de vento urbanos que possibilitem uma ventilação adequada), quanto em decorrência da carga acumulada em QS aumentar cada vez mais (crescimento da mancha cinza urbana). Tal desequilíbrio energético acaba por interferir negativamente tanto no microclima quanto na amplificação dos efeitos das ilhas de calor.

Simplificadamente, a ilha de calor urbana pode ser dividida em dois tipos: “ilha de calor urbana atmosférica” (“Atmospheric Urban Heat Island”) e “ilha de calor de superfície” (“Surface Urban Heat Islands”). (NASA, 2020)⁹

A ilha de calor urbana atmosférica é um fenômeno noturno ocasionado, principalmente, por conta do aquecimento do ar nas áreas urbanizadas devido ao efeito diferencial de resfriamento entre o meio rural e o urbano (carga acumulada em QS). A intensidade da ilha de calor urbana é evidenciada pela diferença de temperatura do ar entre o meio urbano e o rural presentes dentro de um mesmo macroclima, conforme o ilustrado no esquema da Figura 4, ao lado.

Esse fenômeno interfere tanto no aumento da temperatura da “Urban Canopy Layer” (UCL) quanto da “Urban Boundary Layer” (UBL), aqui considerando a UBL a camada de ar imediatamente acima da “Urban Canopy Layer”. Contudo, a elevação de temperatura é sentida de maneira mais branda na UBL, onde há a presença de correntes de vento mais intensas que auxiliam na dispersão do calor, e decorrente também da maior homogeneização de temperatura de toda a camada de ar.

Analogamente, também se estuda a “ilha de calor de superfície”, assim denominado o efeito de quando as temperaturas das superfícies urbanas atingem valores superiores daqueles encontrados em seu entorno. Um exemplo de configuração urbana que mais usualmente se reflete na formação de ilha de calor de superfície são as diferentes temperaturas encontradas entre superfícies impermeáveis (normalmente as constituintes das cidades) e superfícies naturais (solo úmido ou devido à presença de vegetação). Contudo, conforme interpretação de mapas termais de superfície elaborados por FERREIRA (2019), é possível constatar que a morfologia urbana também influencia na temperatura superficial, uma vez que foi identificado que as regiões mais verticalizadas podem apresentar temperaturas de superfície menores daquelas mais horizontalizadas devido ao sombreamento causados pelos edifícios altos durante o dia. Esse fenômeno é mais intenso durante o dia, tendo sua magnitude variável conforme a estação do ano, sendo mais pronunciado durante o verão.

9

Disponível em <https://appliedsciences.nasa.gov/sites/default/files/2020-11/UHI_Part1_v5.pdf>. Acesso em 20/12/2020

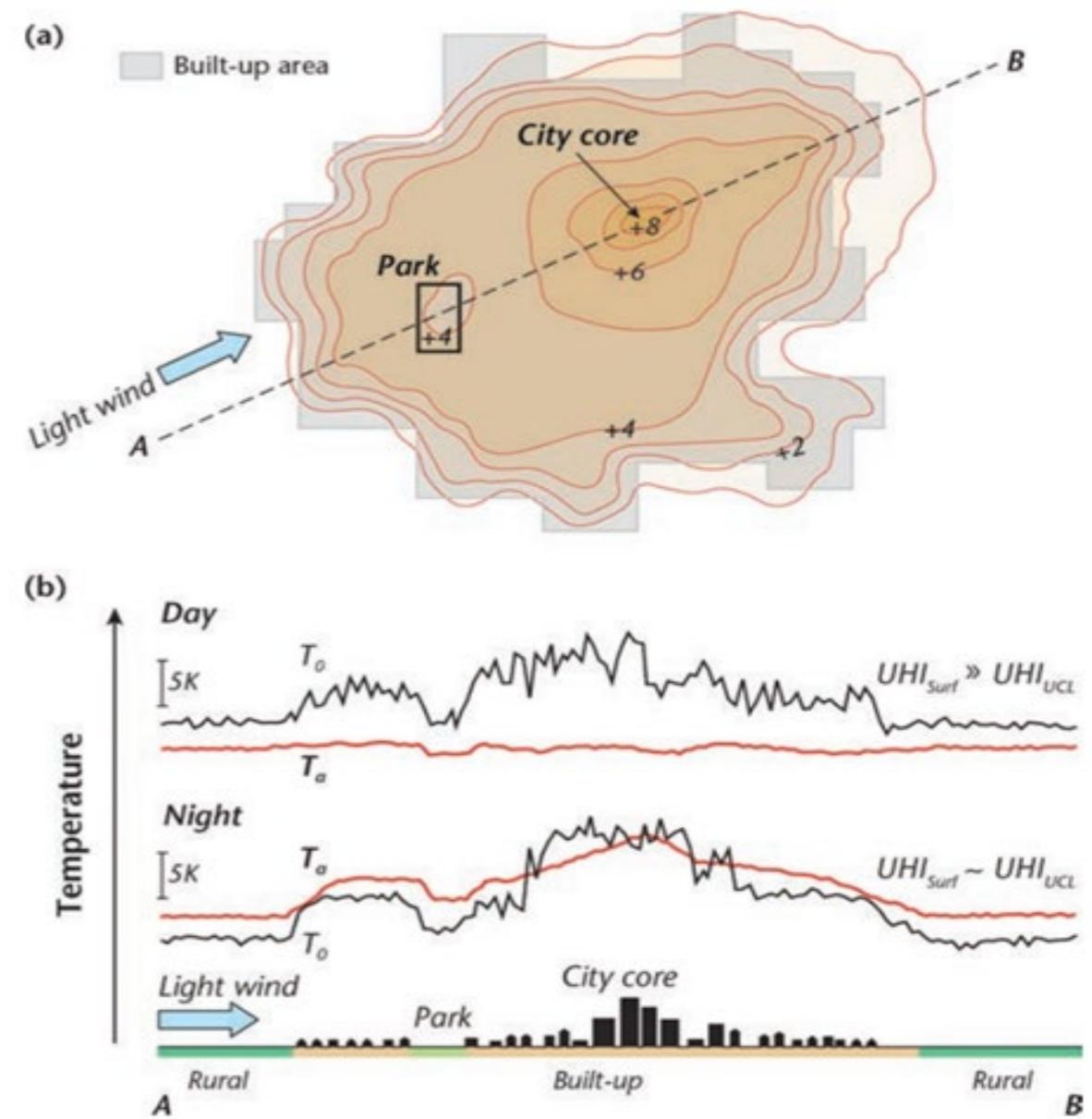


Figura 4. Esquema representativo dos conceitos de ilha de calor numa cidade plana. A linha em vermelho representa a “ilha de calor urbana atmosférica” enquanto a linha em preto a “ilha de calor de superfície”.

Fonte: OKE et al, 2017

4.2

MUDANÇAS CLIMÁTICAS E ONDAS DE CALOR

Entende-se como mudanças climáticas os reflexos do desequilíbrio do Sistema Climático Global (“*Global Climate System*”) causado pelo crescimento da concentração de gases poluentes na troposfera (gases do efeito estufa e aerossóis). Entre as consequências apontadas como interligadas a essa realidade estão o aumento da temperatura do ar acima de regiões terrestres, temperaturas maiores nos oceanos, aumento do nível do mar e redução na cobertura anual de gelo e neve. O “*Intergovernmental Panel on Climate Change*” ou “*IPCC*” (2013) aponta como muito provável que tais consequências continuem a acontecer com maior frequência nas próximas décadas, contribuindo com efeitos climáticos adversos tais como contrastes mais demarcados entre as estações secas e úmidas e aumento da intensidade de tempestades e ondas de calor (Oke et al, 2017).

A onda de calor é um fenômeno natural, geralmente caracterizado pela sucessão de pelo menos três dias consecutivos com temperatura máximas ou mínimas acima do esperado para dada época do ano a uma certa região (GEIRINHAS, 2017)¹⁰. É válido salientar que a intensidade das ondas de calor pode ser amplificada dentro do espaço urbano pelo fenômeno das ilhas de calor.

10

Disponível em <<https://revistapesquisa.fapesp.br/ondas-de-calor-mais-intensas-longas-e-frequentes/>>. Acesso em 07/11/2020

4.3

ONDAS DE CALOR NO BRASIL E SEUS RISCOS À SAÚDE HUMANA

A quantidade de dias de calor extremo na cidade de São Paulo aumentou drasticamente nas últimas décadas; essa foi a conclusão de levantamento executado por GEIRINHAS (2017) segundo o qual o número de dias muito quentes na cidade paulista passou de 15 dias por ano (décadas 60 e 70) para 50 dias em 2014, como pode ser visto no infográfico da Figura 5. Pela imagem, nota-se que essa não é uma realidade isolada da cidade de São Paulo. Recife e Manaus, por exemplo, também possuem aumento perceptível de dias muito quentes a partir de meados da década de 1990.



Figura 5.

Infográfico sobre a quantidade de dias extremamente quentes em algumas cidades brasileiras. Fonte: GEIRINHAS et al (2017).¹¹

11

Disponível em <https://revistapesquisa.fapesp.br/wp-content/uploads/2017/12/026-029_ondas-de-calor_262.jpg>. Acesso em 08/11/2020

O mesmo aumento da quantidade e intensidade de dias muito quentes é visto em várias outras localidades do globo, como aponta a Organização Meteorológica Mundial (WMO) que, nos dias 21 e 22 de julho de 2016, atribuiu dois recordes de temperaturas mais altas já registradas à Mitrabah, no Kuwait (onde fez 54 °C) e, no dia seguinte, em Basra, no Iraque (53,9 °C).

Outro recorde foi batido na França, em julho e junho de 2019, quando foi registrada a maior temperatura já vista no país (46°C), alcançada durante a última onda de calor enfrentada e a qual foi apontada como responsável pela morte de aproximadamente 1500 pessoas, entre elas, cerca de metade era composta por idosos com mais de 75 anos.

De acordo com Agnès Buzyn, ministra da saúde francesa, os dados governamentais mostraram um aumento de 9,1 % na média anual de óbitos durante o verão de 2019, números que, apesar de serem relevantes são bem inferiores àqueles vistos em 2003, quando a ocorrência de uma onda de calor intensa se perdurou durante 20 dias levando à morte mais de 19.400 pessoas em toda a França.¹²

Mais recentemente, entre o final de junho e início de julho de 2021, o Canadá enfrentou forte onda de calor, período quando o país registrou recordes sucessivos de temperaturas máximas, alcançando o valor de 49,6 °C na província da Colúmbia Britânica. Durante o evento climático, a polícia de Vancouver relatou a ocorrência de mais de 150 mortes súbitas durante os primeiros 5 dias de ondas de calor, segundo reportagem da BBC News. Em conversa com um dos sargentos de Vancouver, foi relatado que este seria um número altíssimo e que o usual era que os policiais enfrentassem apenas 3 a 4 ocorrências de mortes súbitas diárias. Ainda segundo a reportagem, o mais comum eram vítimas de morte súbita idosos ou pessoas que já sofriam por doenças pré-existentes.¹³

A correlação direta entre o calor excessivo, seu efeito no corpo humano e o aumento de óbitos durante a ocorrência de ondas de calor é ainda objeto de estudos em diversos países, contudo já foi identificado que os que mais sofrem com as altas temperaturas são os idosos e as crianças, grupos que apresentam o sistema termorregulatório corporal (“thermoregulatory system”) em estágios mais sensíveis quando analisado o ciclo de vida humano, seja por conta do envelhecimento do corpo ou por este ainda se encontrar em formação. Entre as doenças mais citadas como agravadas e/ou causadoras de óbitos durante as ondas de calor (“heat related illness”) estão a hipertermia e doenças cardiovasculares e respiratórias diversas.

Hipertermia, segundo a Sociedade Brasileira de Geriatria e Gerontologia (SBGG)¹⁴ é aquela que ocorre quando a temperatura corporal é superior a 37,4°C, bem acima, portanto, da temperatura considerada normal (em torno de 36°C). Quando ocorre essa elevação da temperatura corporal, o organismo utiliza-se da estratégia de resfriamento induzida pelo suor. A hipertermia pode ocorrer por conta da exposição prolongada ao calor ou quando o indivíduo fica muito tempo exposto ao sol e não se hidrata de maneira adequada. Tal desidratação interfere no correto funcionamento do processo de resfriamento corporal, podendo causar diversas consequências:

“Os sintomas são dores abdominais, contraturas musculares, vômito, dor de cabeça, tontura, fraqueza, excesso ou falta de suor, sintomas neurológicos como irritabilidade, alucinações, delírios, convulsões e coma.

Quando o calor do ambiente é extremo, afeta os órgãos internos e causa lesões no coração, nas células musculares, vasos sanguíneos, o que ao prejudicar os órgãos internos pode levar a pessoa a morte, segundo a entidade.”

SBGG (2013)

Sobre a relação entre doenças cardiovasculares e respiratórias com as ondas de calor, Diniz et al (2020)¹⁵ afirmam que:

“(...) Studies show that the elderly population is among the most vulnerable to heat waves due to them having the most sensitive thermoregulatory system. Physiological responses to environmental conditions deteriorate with aging and some medications further interact with thermoregulation, increasing the risk. According to the World Health Organization (WHO), high air temperatures contribute directly to deaths from cardiovascular and respiratory diseases, particularly among the elderly, as high temperatures, in addition to affecting thermoregulation also increase ozone and other pollutants that exacerbate cardiovascular and respiratory diseases, which sometimes result in deaths.”

O fato de a população idosa ser a mais frágil às ondas de calor é uma realidade preocupante, uma vez que a estrutura etária brasileira e mundial tende a envelhecer cada vez mais. De acordo com projeções da ONU (Figuras 6 e 7), hoje cerca de 5 a 10 % da população brasileira é composta por pessoas com mais de 65 anos, em 2050 é esperado que essa quantidade chegue a 20-25%.

12

Disponível em <<https://www1.folha.uol.com.br/mundo/2019/09/onda-de-calor-deixa-1500-mortos-na-franca.shtml>>. Acesso em 08/11/2020

13

Disponível em <<https://www.bbc.com/portuguese/internacional-57672256>>. Acesso em 05/07/2021

14

Disponível em <<https://sbgg.org.br/cuidados-para-evitar-a-hipertermia-em-idosos-no-verao/>>. Acesso em 05/07/2021.

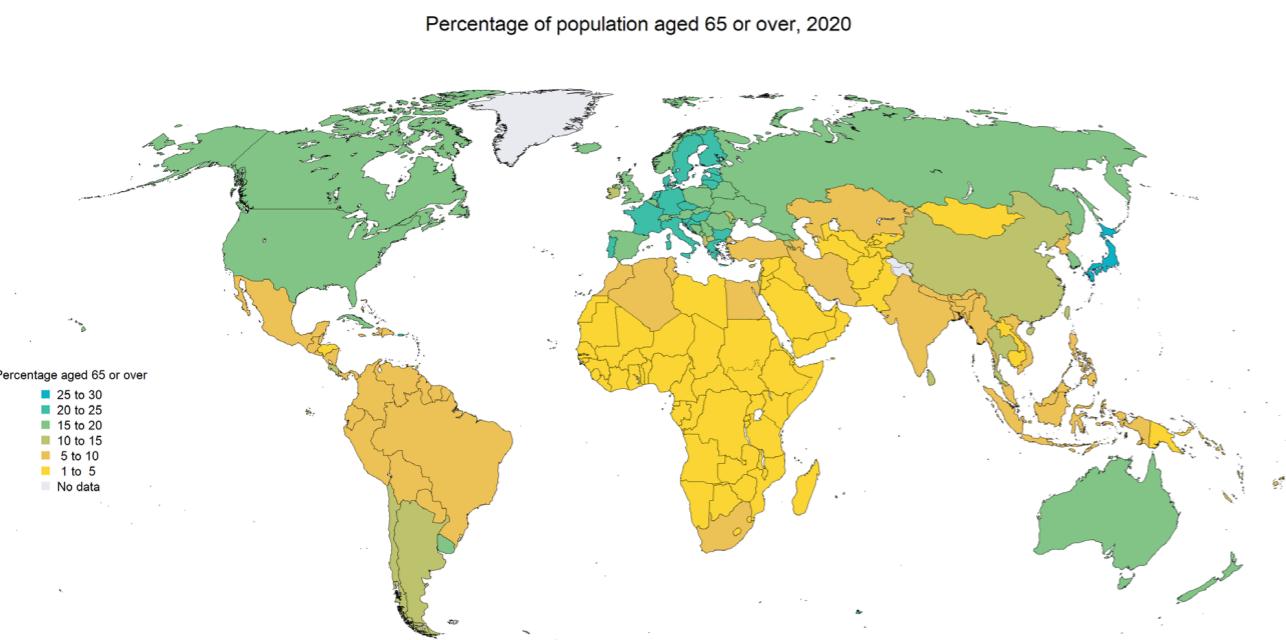


Figura 6.
Porcentagem de população idosa mundial em 2020. (ONU, 2020)¹⁶

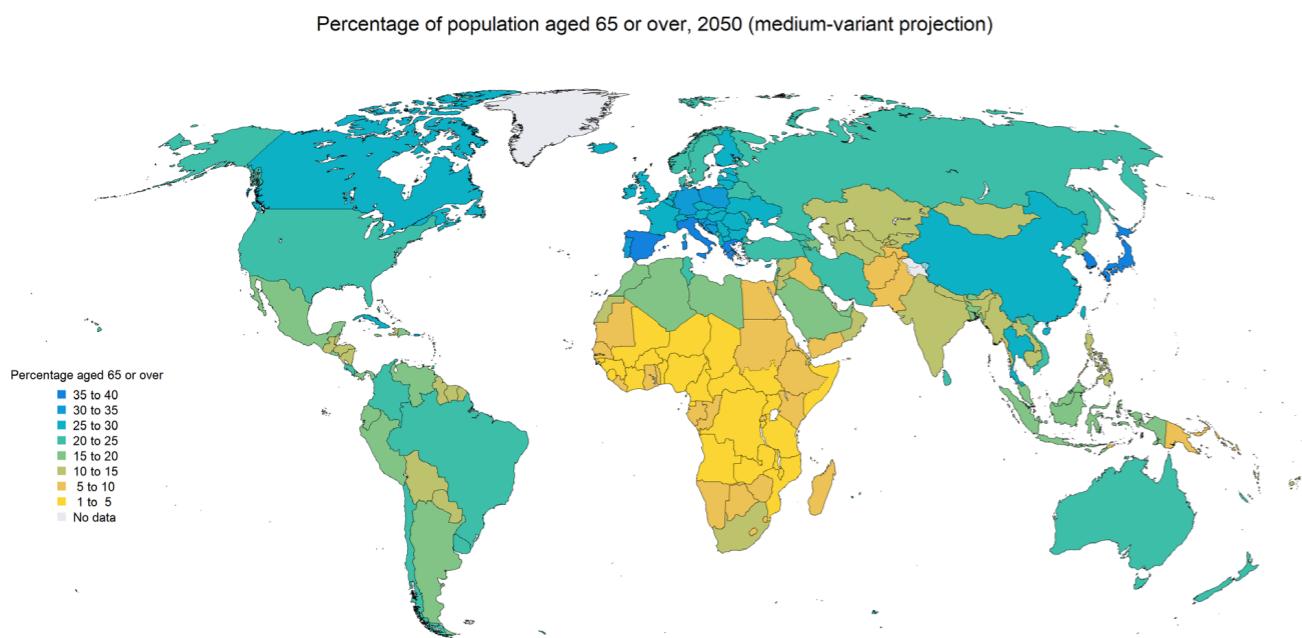


Figura 7.
Projeção da população idosa mundial em 2050. (ONU, 2020)

Tentando sistematizar como a humanidade poderia se adaptar às ondas de calor, DINIZ et al (2020) expõem as seguintes estratégias divididas em “6 níveis de adaptação” listados a seguir, conforme WIGHT et al (2016) e GUO et al (2017) elencam em seus respectivos trabalhos.

- 1. Individual:** quando é dada a informação ao cidadão, que fica ciente do que significa e do risco das ondas de calor;
- 2. Interpessoal:** quando informações são facilmente compartilhadas entre os cidadãos;
- 3. Comunidade:** estreitamento dos laços comunitários é apontado como algo essencial por impulsionar estruturas comunitárias de ajuda mútua;
- 4. Institucional:** existência de procedimentos e regulamentos a serem seguidos durante esses eventos extremos;
- 5. Meio ambiente:** minimização dos efeitos do calor intenso por meio da melhoria do ambiente a partir de planejamento e gestão urbana;
- 6. Política pública:** melhoria dos serviços de saúde.

Estratégias estas que, de modo geral, já vêm sendo discutidas e, algumas vezes, implementadas por entidades governamentais e não governamentais de todo o mundo por meio dos planos de adaptação e mitigação às mudanças climáticas.

16

Disponível em <<https://population.un.org/wpp/Maps/>>.
Acesso em 10/11/2020

5.

**FERRAMENTAS PARA
O PLANEJAMENTO
E DESENHO DE UM
HABITAT RESILIENTE**

5.1

TRABALHANDO POR UMA NAÇÃO ADAPTADA

A ONU, por meio da UNFCCC (“United Nations Framework Convention on Climate Change”), aponta que a mudança do clima demanda duas frentes de ações complementares para lidar com a nova realidade: mitigação e adaptação (UNFCCC, 2017).¹⁷

São enquadradas como mitigação as ações que visam desacelerar ou atenuar os efeitos de mudanças climáticas por meio de políticas, planos ou acordos nacionais e internacionais cujo principal propósito jaz na redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE). Para terem efeitos significativos, as medidas de mitigação precisam partir de um esforço global entre nações que requer tanto amplo avanço tecnológico no ramo de produção de energia (priorizando a produção de energia limpa) quanto mudanças comportamentais de toda a população.

Hoje, as principais ações de mitigação às mudanças climáticas geralmente estão ligadas ao Acordo de Paris, documento assinado e ratificado por mais de 140 países em dezembro de 2015, no qual foi assegurado o compromisso de se diminuir a quantidade de emissão de GEE na atmosfera, tendo como meta manter o aumento da temperatura do planeta abaixo dos 2°C (ONU, 2015).¹⁸

Compromissos internacionais como o Acordo de Paris possuem sua importância por servirem como justificativa perante o governo federal na exigência de financiamento em planos urbanísticos locais sobre os temas de mudanças climáticas ou de políticas pontuais de financiamento de pesquisas, mudança de matriz energética urbana e incorporação de infraestrutura verde (ideia de sequestro de carbono).

17

Disponível em <https://d3nehc6y19qzo4.cloudfront.net/downloads/guia_adaptação_wwf_iclei_revfinal_01dez_2.pdf>. Acesso em 26/12/2020

18

Disponível em <<https://www.undp.org/content/dam/brazil/docs/ODS/undp-br-ods-ParisAgreement.pdf>>. Acesso em 26/12/2020

Além da mitigação, a adaptação às mudanças climáticas é indispensável, uma vez que, apesar de todos os esforços, a mudança do clima ocorrerá, em certa medida, em decorrência dos GEE já existentes na atmosfera e que vão permanecer por décadas, ou mesmo por séculos. Outra diferença conceitual entre mitigação e adaptação diz respeito à escala das interações: enquanto a primeira tem reflexos em escala global, a segunda tem impactos na escala local e sua natureza depende exclusivamente das necessidades específicas de cada região afetada.

Exemplos de práticas de adaptação da cidade à eventos climáticos extremos incluem, por exemplo, uma infraestrutura adequada de estradas, portos, instalações de geração de energia, de proteção contra inundações, um ordenamento territorial coerente com as questões ambientais, além de estratégias de adaptação na construção de novos edifícios e na reabilitação de edifícios existentes.

5.2

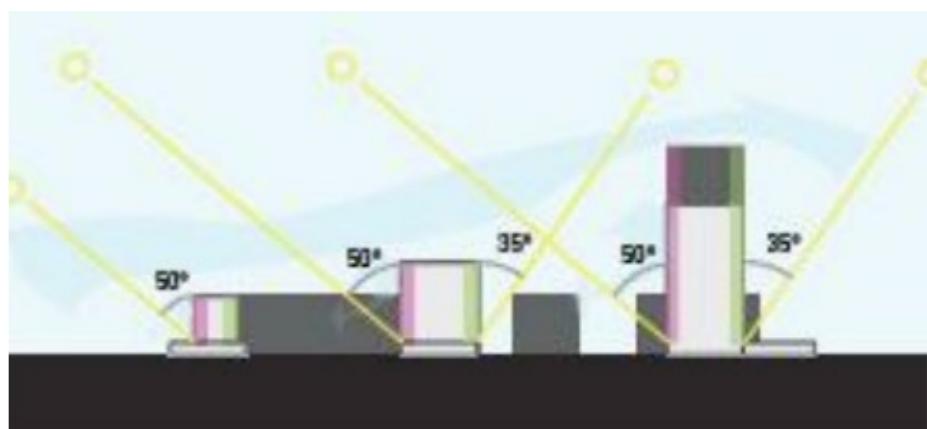
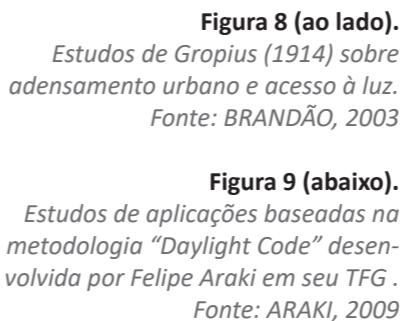
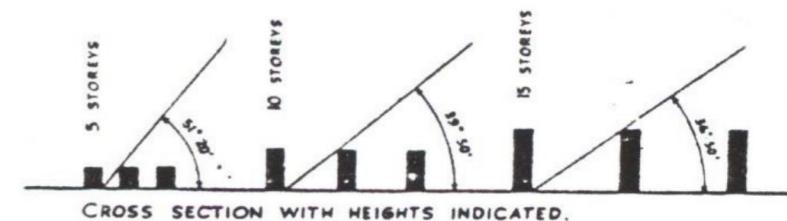
DESENHO DE UMA CIDADE SADIA E ADAPTÁVEL

Considerando as mudanças climáticas como algo que já está entre nós, equipes multidisciplinares, incluindo arquitetos e urbanistas, começam a enfrentar o grande desafio de compatibilizar o crescimento das cidades e o adensamento urbano previsto de forma mais adequada do ponto de vista ambiental e minimizar, dessa forma, os efeitos que eventos climáticos extremos ou crises sanitárias como o Covid-19 podem causar dentro dos conglomerados urbanos. Nessa linha de pensamento, principalmente nas últimas décadas, começam a surgir e a serem defendidos novos conceitos e estratégias de projeto urbano e de edifício conforme premissas previstas em planos climáticos, os quais já começam a impactar planos diretores, leis de uso e ocupação do solo, códigos energéticos e códigos de edificações, nas escalas nacionais e subnacionais.

Acesso ao sol e sombreamento como parâmetros de definição do gabarito máximo e recuos obrigatórios de uma edificação

A utilização de ferramentas de geometria da insolação e a prática da análise de mascaramento do entorno para estudos do acesso à luz do sol vem sendo estudada desde os primeiros anos após a Segunda Guerra Mundial.

Na Inglaterra, estudos sobre a relação da altura das edificações e o direito de acesso ao sol têm registros desde 1912 (William Atkinson) e da década de 1930 (Gropius). Contudo, foi em 1947 que os ingleses Allen & Crompton sugeriram um método mais elaborado de indicador de altura máxima permitida aplicado ao “Daylight Code”, no qual foi proposta definição de ângulos máximos de obstrução permitida entre 65° e 15° , ângulos obtidos em cortes formados pela perpendicular do ponto da base da edificação vizinha com o solo e a reta formada por tal ponto e a altura da edificação a ser construída. Por meio desse recurso foi possível definir um fator de visão de céu (“Sky View Factor”) mínimo para as áreas residenciais e não residenciais tendo como parâmetros qualitativos a quantidade de tempo considerada essencial de direito de acesso ao sol.



Em 1980, em Los Angeles, Knowles & Berry desenvolvem uma ferramenta de zoneamento baseada nos mesmos conceitos do “*Daylight Code*”. Os “envelopes solares” ou “*solar envelope*” é um tipo de representação espacial do “maior volume que uma edificação pode ocupar no terreno de forma a permitir o acesso ao sol e luz natural da vizinhança imediata” (KNOWLES & BERRY, 1980; ASSIS, 2000).¹⁹ A altura de cada uma das fachadas da edificação ou das frentes do lote estudado seguem as alturas solares definidas conforme horários entendidos como interessantes pelo projetista ou por parâmetros pré-estabelecidos por legislação local.²⁰

Fundamentado no “*Daylight Code*” e nos envelopes solares, em Hong Kong foi desenvolvido um parâmetro urbanístico que estabelece quantificação mínima de iluminação que cada cômodo de uma edificação deve ter acesso. Vale ressaltar que, diferente dos métodos descritos anteriormente, o “UVA” (“*Unobstructed vision área*”) avalia especificamente a quantidade de luz nos ambientes e não propriamente o acesso ao sol. O UVA também estabelece angulações máximas aceitáveis entre a base da janela da edificação e o topo da edificação vizinha (Figura 11), exigência que acaba por incentivar a adoção de escalonamento do gabarito dos edifícios, o que aumenta a permeabilidade tanto à luz quanto à ventilação. (HONG KONG BUILDING DEPARTMENT, 2015)²¹

19

Disponível em <<http://www.ambiente-augm.ufscar.br/uploads/A2-040.pdf>>. Acesso em 28/12/2020

20

Disponível em <<https://www.lowtechmagazine.com/2012/03/solar-oriented-cities-1-the-solar-envelope.html>>. Acesso em 28/12/2020

21

Disponível em <<https://www.bd.gov.hk/doc/en/resources/codes-and-references/practice-notes-and-circular-letters/pnap/APP/APP130.pdf>>. Acesso em 30/12/2020

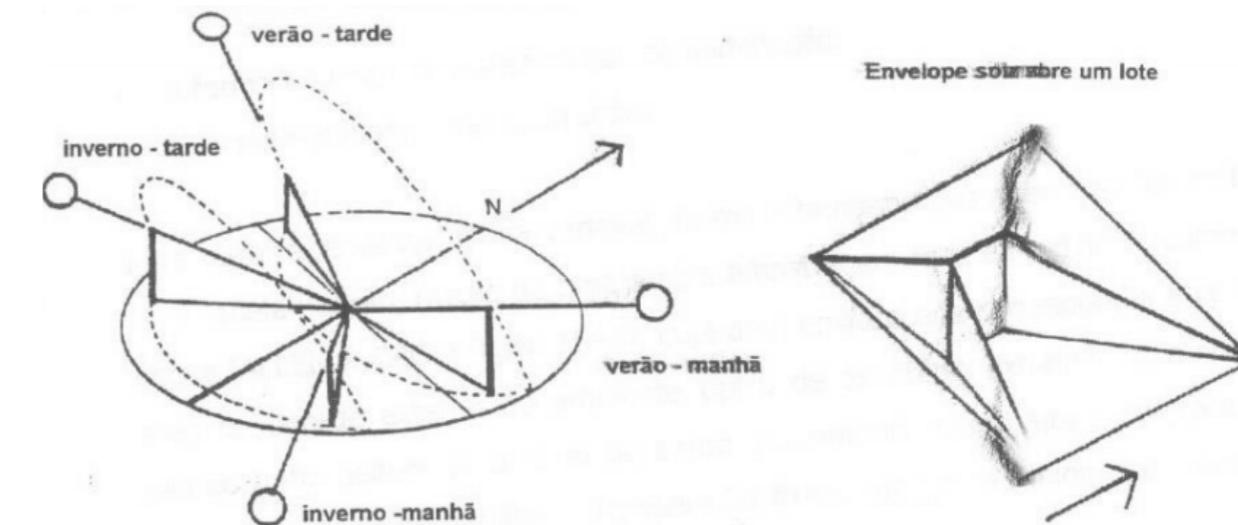


Figura 10 (acima).

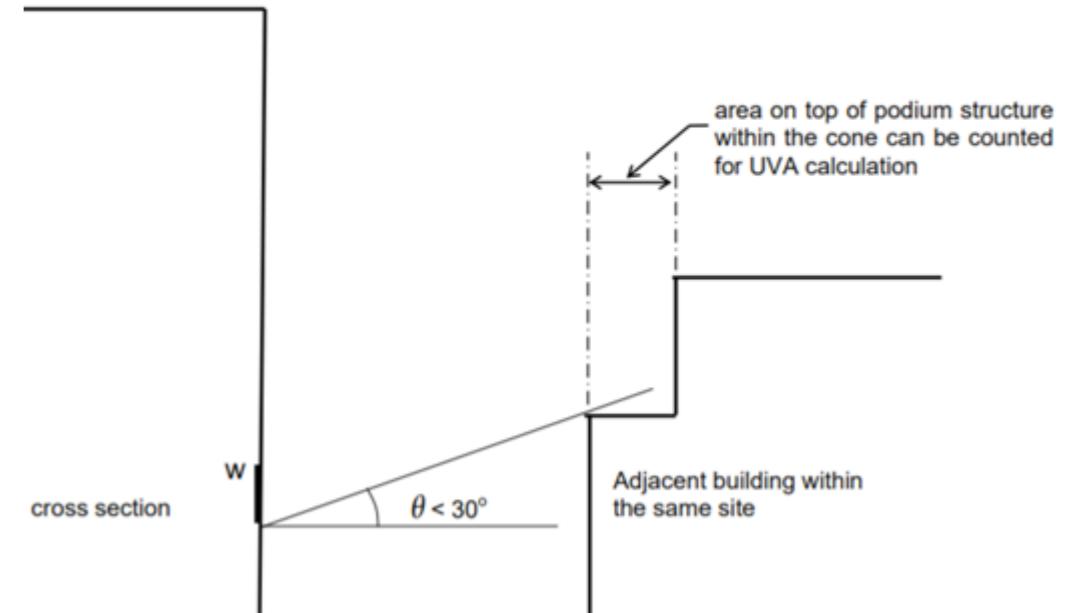
Etapas de elaboração de um envelope solar conforme doutrina de Assis (2001). Fonte: BRANDÃO, 2003.

w = window

If $\theta \leq 30^\circ$ space over building obstructing the cone can be counted for the UVA calculation

Figura 11 (ao lado).

Angulação máxima prevista no cálculo da UVA que incentiva a prática do escalonamento da edificação por abrir brecha naquilo que é considerado como obstrução. Fonte: HONG KONG BUILDING DEPARTMENT, 2015



Ventilação e vegetação

O adensamento desordenado ou excessivo afeta sobremaneira o balanço de energia em áreas urbanas. As consequências são ambientes mais quentes, poluídos e propícios à propagação de doenças.

Em Hong Kong, uma das cidades mais adensadas do planeta, uma pandemia similar ao Covid-19 não é novidade. Em 2003, a cidade teve que criar meios para lidar com a enfermidade causada por outro vírus da mesma família SARS (“Severe Acute Respiratory Syndrome”), momento que é apontado como marco na mudança de pensamento de planejamento de cidade, pois foi constatado que o ‘congestionamento físico’ (“physical congestion of buildings”) entre edificações muito altas eram os responsáveis pela baixa luminosidade e estagnação do ar, contribuindo de forma exacerbada com a propagação de doenças (HONG KONG, 2015).²²

O conhecimento de tal fato levou a população a reivindicar junto ao governo que medidas legais fossem desenvolvidas para assegurar que fosse criado um ambiente urbano mais sadio. Como resposta, o departamento de edificações local reviu suas leis de uso e ocupação do solo incorporando exigências de desempenho luminoso (UVA) e preceitos de desenho da edificação que proporcionassem maior renovação do ar interno, assim como a não obstrução da ventilação no entorno dos edifícios. Na Figura 12 é apresentada de forma esquemática a determinação de disposição de volumes das edificações com distância de pelo menos 15 m na orientação do terreno onde prevalece a maior corrente de vento, contando com 15° de desvio máximo aceitável (HONG KONG BUILDING DEPARTMENT, 2016).²³

Outras medidas previstas pela lei de uso do solo de Hong Kong dizem respeito a limitar larguras máximas das edificações na direção do vento predominante, larguras máximas de fachadas voltadas às ruas (com intuito de evitar o efeito de vento do “Street Canyon”), escalonamento do edifício conforme seu gabarito e pavimentos permeáveis dentro de sua própria volumetria (Figura 13). NG et al (2017)²⁴ apresenta outras premissas consideradas durante o desenvolvimento do UVA que possibilitem renovação de ar eficiente (Figura 14).

22

Disponível em <https://www.pland.gov.hk/pland_en/p_study/comp_s/hk2030/eng/finalreport/pdf/E_FR.pdf>. Acesso em 31/12/2020.

23

Disponível em <<https://www.bd.gov.hk/doc/en/resources/codes-and-references/practice-notes-and-circular-letters/pnap/APP/APP152.pdf>>. Acesso em 31/12/2020.

24

Disponível em <https://www.researchgate.net/publication/321277126_Defining_the_environmental_performance_of_neighbourhoods_in_high-density_cities>. Acesso em 23/07/2021.

Figura 12.
Separação e disposição desejadas conforme legislação local. Fonte: HONG KONG BUILDING DEPARTMENT, 2016

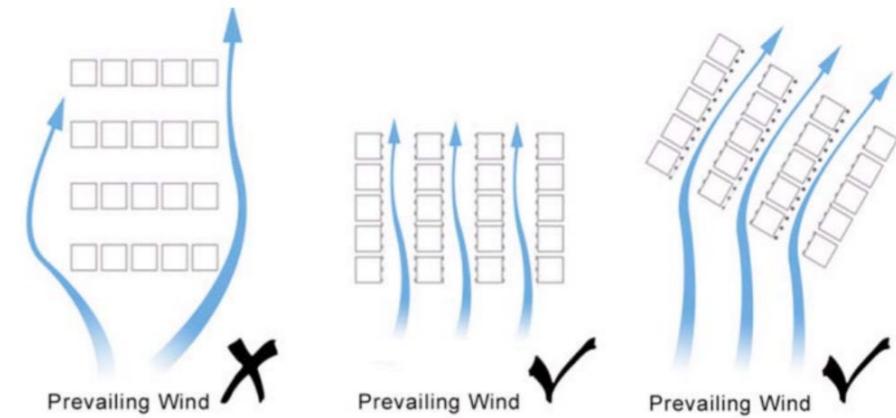


Figura 13.
Ilustração de terraço conforme as premissas da legislação de Hong Kong, o qual busca evitar o efeito do “Street Canyon”. Fenômeno causado pelo corredor formado pelos volumes de edificações que acabam por “enclausurar” o ar local fazendo-o se movimentar apenas em círculos e, portanto, não contribuindo com a renovação do ar. Fonte: NG et al, 2017

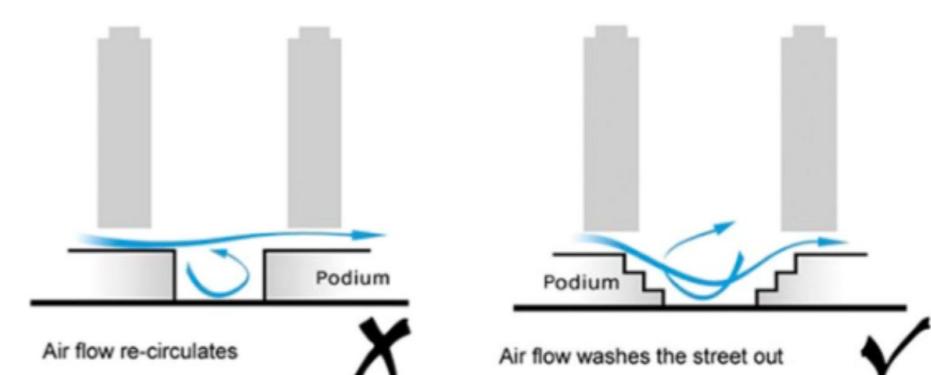
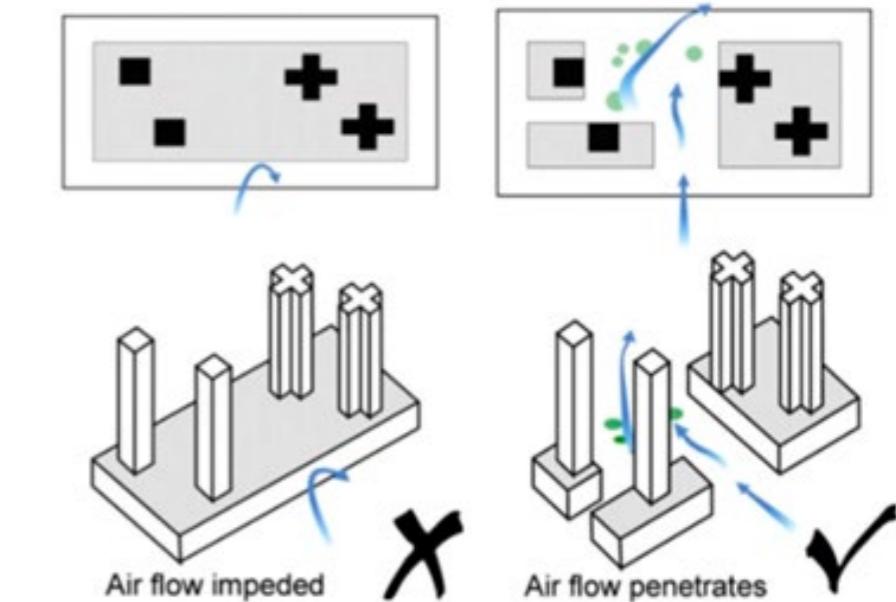


Figura 14.
Diretrizes para reduzir a obstrução ao vento pelos edifícios. Fonte: NG et al, 2017.



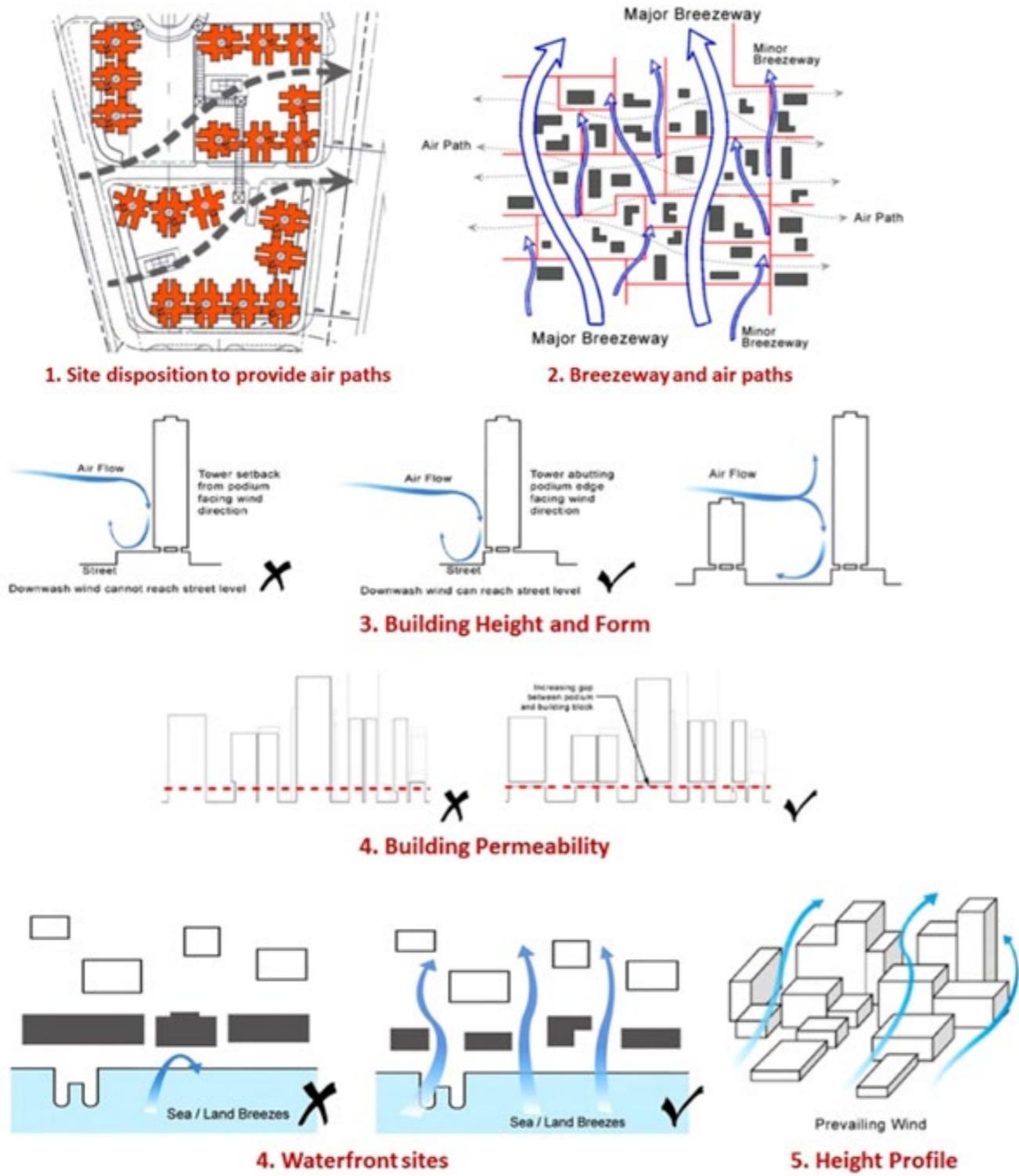


Figura 14 (continuação).

Diretrizes para reduzir a obstrução ao vento pelos edifícios.

Fonte: NG et al, 2017 .

Para além do desenho das edificações, é absolutamente necessário se prever espaços livres na escala urbana, preferencialmente verdes, espaços estes que estão cada vez mais escassos nas cidades devido ao processo intenso e muitas vezes desregulados de ocupação.

Em Lisboa (Portugal), por exemplo, as autoridades de planejamento urbano embasaram as principais premissas do Plano Diretor Municipal vigente²⁵ em um manual de orientação climática desenvolvido por acadêmicos da universidade local,²⁶ resultando em estratégias que privilegiam sobremaneira o conforto ambiental e a qualidade do ar local devido à demarcação de áreas destinadas à criação de infraestruturas verdes ao longo dos principais corredores de vento da cidade, fator que potencializa a ventilação, com a renovação do ar, vindo da costa.

25
Disponível em <http://www.cm-lisboa.pt/fileadmin/VIVER/Urbanismo/urbanismo/planeamento/pdm/AF_REGULAMENTO_PDM_Lx.pdf>. Acesso em 04/01/2021.

26
Este manual foi desenvolvido no ano de 2005 e atende pelo nome de "Orientações Climáticas para o Ordenamento em Lisboa". Disponível em <https://www.researchgate.net/publication/262567483/Orientacoes_Climaticas_para_o_Ordenamento_em_Lisboa>. Acesso em 04/01/2021.

A ventilação permanente propiciada por tais corredores tem papel fundamental por também auxiliar no resfriamento da massa construída e, desse modo, diminuir os efeitos das ilhas de calor urbanas (Figuras 15, 16 e 17 apresentados a próxima página). Outra justificativa para o investimento das novas áreas verdes é sobre os efeitos positivos que os processos de evapotranspiração e sombreamento podem trazer ao microclima da cidade.

Os "corredores estruturantes", como são chamados esses caminhos verdes no plano, são indicados como importantes tanto no sistema de mobilidade (interligando os principais polos econômicos lisbonenses) quanto no sistema ecológico (conexão entre os diversos fragmentos verdes).

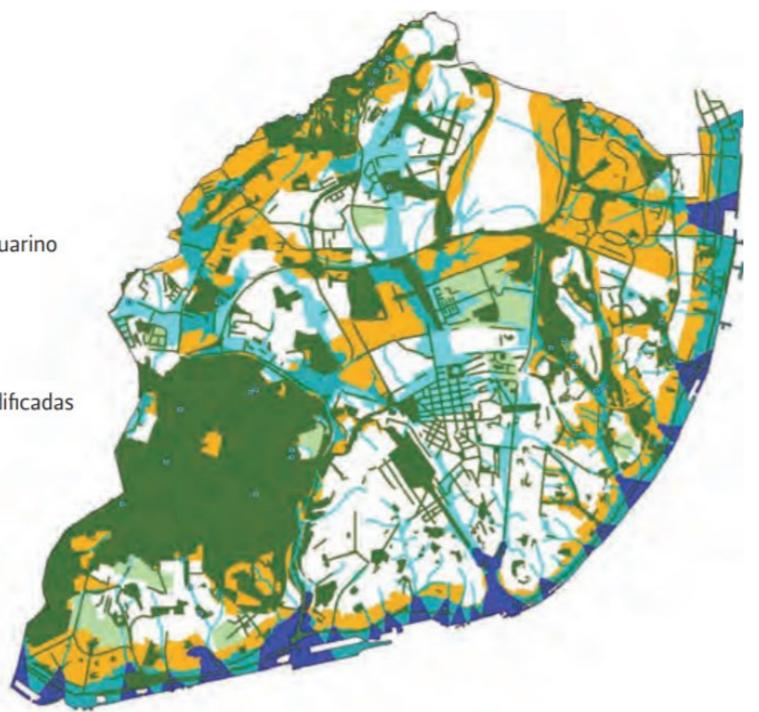
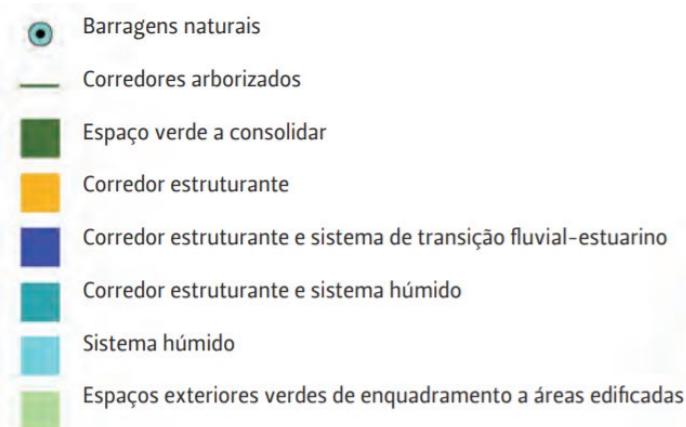


Figura 15.
Estrutura ecológica e principais eixos estruturantes previstos (em amarelo).
Fonte: "Plano de Biodiversidade de 2020 de Lisboa"²⁷.

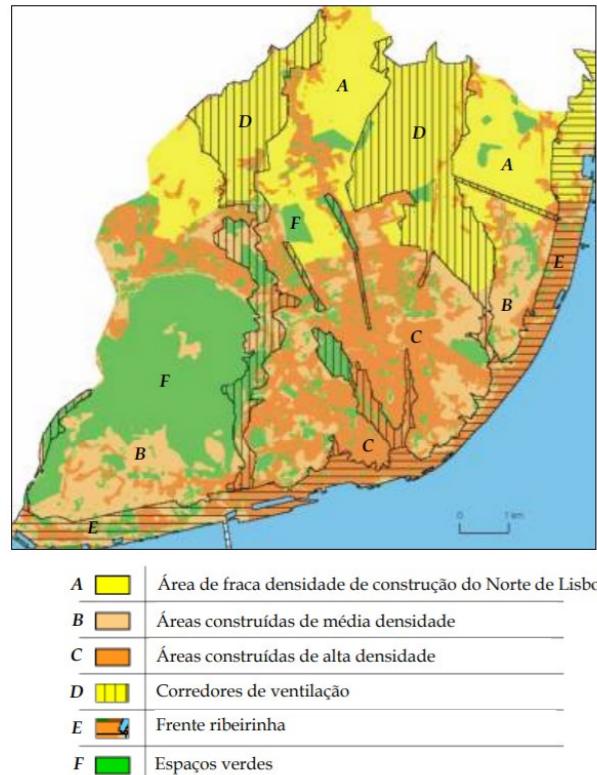


Figura 16.
Morfologia urbana e demarcação dos principais corredores de vento de Lisboa. Fonte: ALCOFORADO et al, 2005

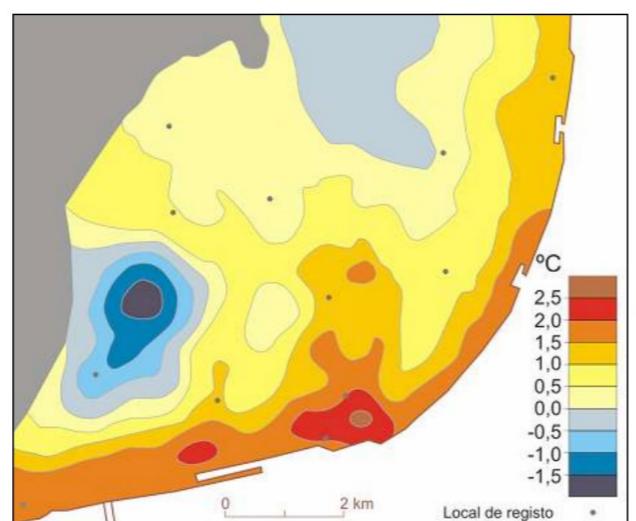


Figura 17.
Ilha de calor urbana de Lisboa: temperaturas normalizadas da atmosfera urbana inferior referentes a noites com vento Norte moderado (Andrade, 2003) onde fica evidente a influência da vegetação na amenização do efeito da ilha de calor urbana.
Fonte: ALCOFORADO et al, 2005

27
Disponível em <https://www.lisboa.pt/fileadmin/cidade_temas/ambiente/biodiversidade/documentos/Biodiversidade_2020.pdf>. Acesso em 04/01/2021.

28
Disponível em <<http://cdn2.buenosaires.gob.ar/desarrollourbano/publicaciones/buenos-aires-ciudad-verde.pdf>>. Acesso em 04/01/2021

Assim como em Lisboa, Buenos Aires (Argentina) justifica a incorporação de vegetação do meio urbano de forma bastante técnica em plano de título "Buenos Aires ciudad verde: una mirada prospectiva al paisaje urbano" (2014)²⁸. Chamada de "paisagem funcional", a infraestrutura verde é citada como importante aspecto de adaptação às mudanças climáticas por atuar como regulador pluvial, evitando enchentes, e como recurso essencial na melhoria do microclima urbano e auxílio na amenização dos impactos das ilhas de calor.

Contudo, o principal desafio de Buenos Aires em relação ao incremento de vegetação recai no problema enfrentado por inúmeras cidades: a falta de espaço. Com malha urbana extremamente urbanizada e consolidada, a resposta encontrada foi investir no espaço público existente, primordialmente na requalificação das ruas que interligam os principais eixos urbanos mediante acréscimo da floresta urbana (Figura 18). Além da arborização de vias, Buenos Aires também coloca como meta buscar incentivar a infraestrutura verde em edificações, por intermédio de construção de terraços verdes nas edificações públicas de toda a cidade.

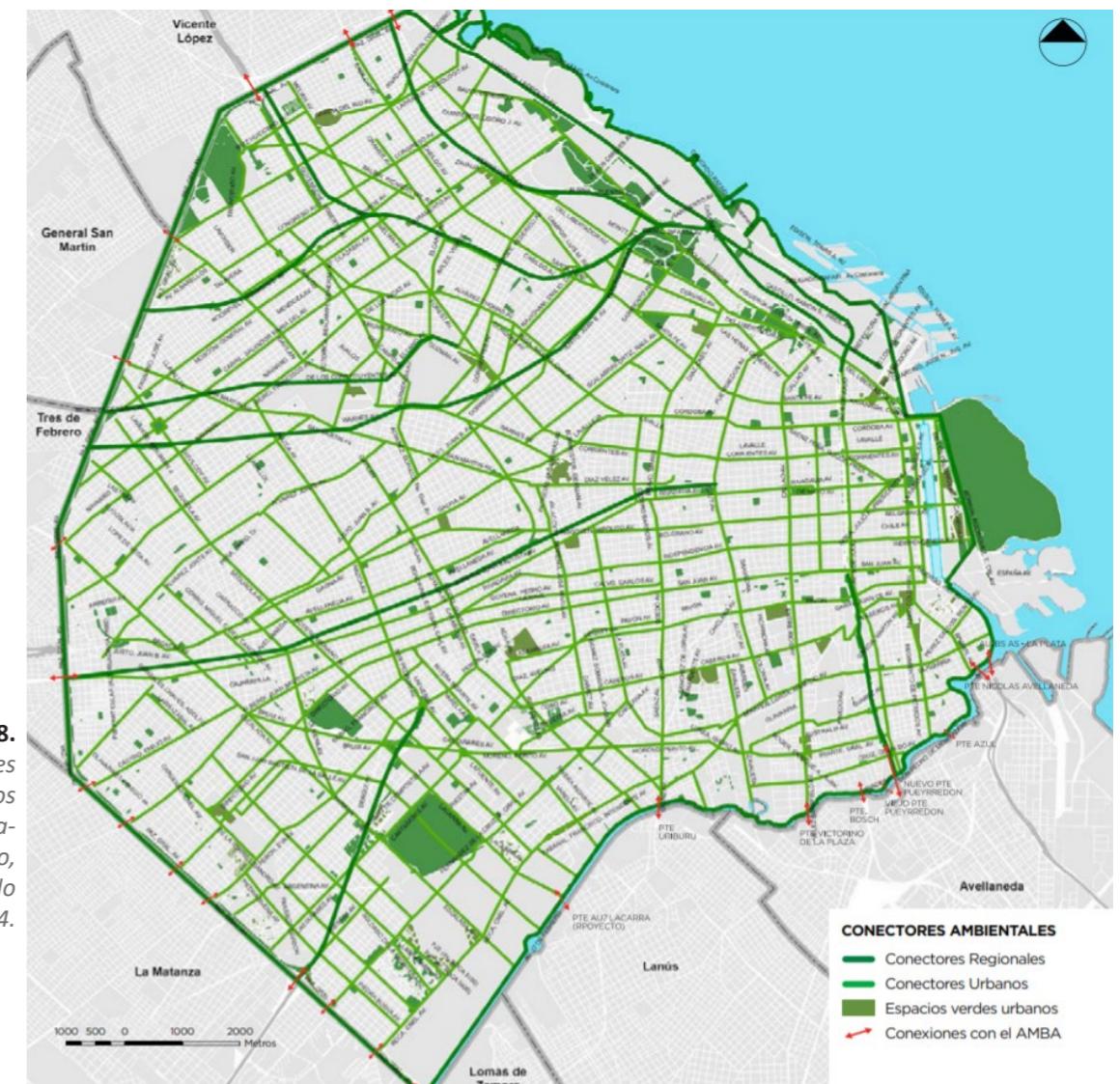


Figura 18.
Corredores verdes planejados por Buenos Aires. Fonte: "Secretaría de Planeamiento, Ministerio de Desarrollo Urbano", 2014.

Diversas outras cidades do planeta seguem a mesma ideia de tentar complementar a estrutura verde das áreas públicas com políticas de incentivo ou até mesmo de teor normativo dentro dos lotes privados. Dentre essas iniciativas destacam-se:

A. Políticas públicas para o espaço privado de acesso público: aplicado geralmente nos locais mais adensados da cidade, estão enquadradas nesta categoria políticas que objetivam estimular a constituição de rede de espaços privados que possibilitem acesso público às suas áreas de convivência internas durante seu período de funcionamento. A depender da área aberta ao público, o empreendedor pode conseguir permissão para construir área superior àquela prevista em lei de zoneamento.

Tabela 1
Algumas cidades que apresentam políticas que incentivam ou exigem a existência de espaços privados com acesso público:

CIDADE	NOMENCLATURAS DE REFERÊNCIA
São Francisco (EUA)	"Privately Owned Public Open Spaces" ou "POPOS" ("San Francisco Plan Code")
Nova York (EUA)	"Privately Owned Public Spaces" ou "POPS" (ARTIGO III, Capítulo 3, lei 33 – 134 do "Zoning Plan of The New York City")
Seattle (EUA)	"Privately Owned Public Open Spaces" ou "POPOS" (ARTIGO 23.49.013 - Bonus Floor Area For Amenities do Zoneamento)
Hong Kong (República Adm. Especial Da China)	"Public Open Space In Private Developments" ou "POSPD" ("Development Bureau")

Fonte: OLIVEIRA, B. B. (2018).

B. Políticas públicas para a construção de terraços verdes no espaço privado: algumas cidades preveem terraços verdes às novas edificações de forma obrigatória a partir de uma certa metragem ou atuam com descontos no momento da expedição do documento do direito de construir nos casos que apresentam tal infraestrutura.

Tabela 2
Algumas cidades que apresentam políticas que incentivam ou exigem a existência de terraços verdes com acesso público:

CIDADE	NOMENCLATURAS DE REFERÊNCIA
Chicago (EUA)	"Green Roofs Initiative Program" ("Chicago Building Department")
Toronto (Canadá)	"Toronto Green Roof Bylaw" ("Toronto Municipal Code")

Fonte: OLIVEIRA, B. B. (2018).

C. Parâmetros urbanísticos que visam a inserção de verde dentro do lote privado: certas cidades criaram um parâmetro urbanístico a ser empregado de modo complementar à taxa de permeabilidade ou gabarito máximo. Esse "índice verde" apresenta um número que representa a "qualidade ambiental" mínima que um certo lote deve possuir. Tal número depende da localização das terras conjuntamente a sua metragem e é computado, geralmente, por meio da somatória de fatores "verdes" presentes no projeto de reforma ou da nova edificação.

Tabela 3
Algumas cidades que apresentam parâmetros urbanísticos verdes:

CIDADE	NOMENCLATURAS DE REFERÊNCIA
Berlim (Alemanha)	"BIOTOPE AREA FACTOR" (BAF)
Malmö (Suécia)	"GREEN SPACE FACTOR" (GSF)
Seattle (Eua)	"SEATTLE GREEN FACTOR" (SGF)
Hong Kong (República Adm. Especial Da China)	"SITE COVERAGE OF GREENERY" (SCG)
São Paulo (Brasil)	"QUOTA AMBIENTAL" (QA)

Fonte: OLIVEIRA, B. B. (2018).

Planejamento urbano voltado ao combate às ondas de calor

Quando pensado num cenário de longo prazo, a melhor estratégia de adaptação para a melhoria do conforto térmico urbano frente às cada vez mais frequentes ondas de calor seria a incorporação de vegetação, entretanto, essa é uma solução que pode demorar décadas para se consolidar, uma vez que existe um tempo de crescimento e maturação do verde.

Contudo, o momento atual já demanda ações visando amenizar o calor durante dias excessivamente quentes. Tendo em mente tal realidade, os mapas termais de ilhas de calor atmosférica e de superfície podem ser importantes aliados no desenvolvimento de planos emergenciais ou de ações permanentes de enfrentamento às ondas de calor. Essas ferramentas, por exemplo, quando cruzadas com os dados espaciais de faixa etária da população, podem indicar regiões mais suscetíveis ou vulneráveis às altas temperaturas, conhecimento que pode coordenar intervenções pontuais em áreas prioritárias: instalação de aspersores de água nas ruas, bebedouros, alguma organização diferenciada nos serviços públicos de saúde ou elaboração de rede de espaços que funcionem como “cooling centers”.

Dentre as estratégias emergenciais na temática de planejamento urbano, a que parece ter maior significância são as redes de “cooling centers”. A definição exata sobre o que seriam tais espaços varia de cidade a cidade; alguns lugares, por exemplo, consideram como “cooling center” apenas edifícios públicos com sistema de ar condicionado²⁹, enquanto outros também enquadram na rede as áreas verdes, piscinas públicas e estabelecimentos privados.

“Cooling centers are free, indoor air-conditioned locations where you can keep cool when there are extreme heat weather conditions. (...”

LOS ANGELES (2021)³⁰

“Cooling centers are places in a community where you can cool down during hot weather, especially if you do not have access to air conditioning. Cooling centers include indoor air-conditioned facilities such as libraries, community and senior centers, schools, and malls. If air-conditioned cooling centers are not available then outdoor recreational areas like local and state parks, beaches, splash pads/spray parks and community pools are other places to cool down.”

NEW YORK CITY (2021)³¹

“A cooling center (or “cooling shelter”) is a location, typically an air-conditioned or cooled building that has been designated as a site to provide

29

Inclusive, ressalta-se que justamente por serem espaços fechados condicionados artificialmente, tiveram que permanecer desativados durante a o verão de 2020 por conta do Covid-19.

30

Disponível em <<https://ready.lacounty.gov/heat/>>. Acesso em 05/01/2021

31

Disponível em <<https://www.health.ny.gov/environmental/weather/cooling/cfaq.htm>>. Acesso em 05/01/2021

32

Disponível em <https://www.researchgate.net/publication/319112587_The_Use_of_Cooling_Centers_to_Prevent_Heat-Related_Illness_Summary_of_Evidence_and_Strategies_for_Implementation_Climate_and_Health_Technical_Report_Series_Climate_and_Health_Program_Centers_for_Disea#fullTextContent>. Acesso em 05/01/2020

33

Disponível em <<https://www.cbc.ca/news/canada/toronto/toronto-southern-ontario-heat-warning-1.4774863>>. Acesso em 05/01/2021.

respite and safety during extreme heat. This may be a government-owned building such as a library or school, an existing community center, religious center, recreation center, or a private business such as a coffee shop, shopping mall, or movie theatre. Some counties have set up cooling sites outdoors in spray parks, community pools, and public parks. Sometimes temporary cool spaces are constructed for events such as a marathon or outdoor concert.”

USA CENTER FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION (2017)³²

Apesar das diferenças, em todas as cidades o modo de funcionamento do programa de “cooling center” parece e se configurar de forma similar: pelo site ou aplicativo de celular é possível ter acesso ao endereço de todos os ambientes “de refresco” cadastrados no banco de dados do município e, na maioria das vezes, com a indicação de rotas de acesso e até mesmo de transporte gratuito para o local.



Figura 19.
Sinalização de “cooling center” em
Toronto (Canadá). Fonte: CBC NEWS,
2018.³³

Além das localizações e rotas de acesso, as plataformas digitais de “*cooling centers*” geralmente também levam ao usuário informações de como se precaver de males causados pelas altas temperaturas, orientações de como tratar possíveis mal-estares e números de serviços de socorro em casos de emergências.

Dentre as cidades que preveem planos ou ações de emergência mais elaborados, voltados para os dias extremamente quentes, destaca-se o caso de Barcelona. A cidade possui um programa estratégico de combate aos efeitos das ondas de calor desde o ano de 2007, momento que o governo começa a colocar em prática anualmente, entre 1 de junho a 15 de setembro, ações específicas para quando existem previsões climáticas para temperaturas acima de 33,6 °C durante mais de 3 dias seguidos. Este programa prevê duas estratégias de ações governamentais a depender do risco previsto:

(A) Fase de perigo: a “Agencia de Salud Pública de Barcelona” (ASPB), junto aos serviços sociais do município, realiza intervenções pontuais em parques e praças como a instalação de aspersores e bebedouros, conforme coordenação do “Centro de Urgencias y Emergencias Sociales de Barcelona” (CUESB).

(B) Fase de emergência: em casos extremos, são previstas às pessoas mais vulneráveis concessões de entregas em domicílios de alimentos e/ou aparelho de ar condicionado a ser instalado na casa do mesmo. Também é prevista a possibilidade do governo prover o deslocamento do cidadão vulnerável até o “centro climatizado” mais próximo.³⁴

Quanto à cidade de São Paulo, cenário principal de estudo deste trabalho, parece não ter ainda previsto nenhum planejamento diferenciado quanto a situações de calor extremo; contudo, vale salientar que foi lançado recentemente o “Plano de Ação Climática do Município de São Paulo 2020-2050”³⁵ ou “PlanClima” (2021) do município, o qual já reconhece o aumento de frequência de ondas de calor. Neste documento também se nota que começam a surgir mapas de zonas de risco nas regiões que devem ser mais afetadas pelas altas temperaturas hoje e nos próximos anos e sugerem-se possíveis intervenções governamentais que podem vir a ser executadas nestes locais.

34

Disponível em <https://ajuntament.barcelona.cat/relacionsinternacionalsi-cooperacio/es/noticia/barcelona-se-adapta-con-medidas-especificas-para-hacer-frente-al-calor-y-las-altas-temperaturas-del-verano_971722>. Acesso em 05/07/2021.

35

Disponível em <<https://brasil.elpais.com/ciencia/2021-07-02/canada-49c-entenda-o-que-esta-por-tras-das-ondas-de-calor-cada-vez-mais-frequentes.html>>. Acesso em 06/07/2021.

36

Disponível em <https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/meio_ambiente/arquivos/PlanClimaSP_BaixaResolucao.pdf>. Acesso em 06/07/2021.

“Em relação ao risco de ondas de calor, é clara a influência das variáveis climáticas na ameaça, com o aumento da ordem de 35% no curto prazo. Nessa situação, é importante destacar a influência que fatores como níveis de atividade econômica, presença de parques e áreas verdes, além de políticas de incentivo ao uso de transporte público e zonas de restrição à circulação de veículos (rodízio) têm em minimizar os fenômenos das ilhas de calor.”

PREFEITURA DE SÃO PAULO (2021)

Neste plano também se discorre sobre a maior vulnerabilidade da população com idade superior a 65 anos às ondas de calor, contudo, tal variável parece não ter sido considerada na elaboração dos indicadores nos mapas de risco.



Figura 20.

Refúgio temporário em “cooling center” montado em Portland durante a última onda de calor enfrentada em junho de 2021.

Fonte: MARANIE STAAB / REUTERS (2021).³⁵

5.3 DESENHANDO UM EDIFÍCIO ADAPTÁVEL

O edifício mais adaptado às mudanças climáticas é aquele que possui bom desempenho térmico e, consequentemente, não impacta negativamente o microclima de seu entorno imediato através da irradiação de calor de seu corpo construído. Ao adotar medidas arquitetônicas que levam em conta os aspectos ambientais do terreno e do entorno, principalmente acesso ao sol e ventilação, esse edifício pode prover espaço habitável e sadio em boa parte ou na totalidade do período em que se perdurar situações climáticas extremas, como durante as ondas de calor.

O fato de que as mudanças climáticas podem acentuar características climatológicas particulares de cada localidade (OKE et al, 2017) reforça ainda a importância do desenvolvimento de uma arquitetura que considere o clima de seu sítio, todavia, essa não é a realidade daquilo que vem sendo produzido no país nos últimos anos. Segundo estudo realizado pela Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC)³⁷ no ano de 2016 junto a 145 representante de construtoras, incorporadoras e projetistas, levantou-se que cerca de 40% dos entrevistados constroem edifícios residenciais com atendimento baixo, baixíssimo ou nenhum de acordo com os requisitos de conforto térmico previstos na NBR 15.575 (Norma de desempenho para edifícios residenciais). Outro fator preocupante, relacionado tanto aos edifícios habitacionais quanto não residenciais, em especial aos de escritórios, é que não é incomum serem construídas edificações envaidraçadas e seladas aos moldes estadunidenses, fato que demonstra a ainda usual importação de lógica estética e construtiva sem grande análise ou critério que o setor ainda enfrenta.³⁸

Pensar que a produção imobiliária de hoje já não apresenta desempenho térmico adequado é algo alarmante quando se dá conta, no caso da cidade de São Paulo, das perspectivas de aumento da temperatura, aumento da intensidade e frequência das ondas de calor. De acordo com ALVES (2019)³⁹, em um cenário de futuro distante (2076 a 2096) estima-se acréscimo de cerca de 4°C à temperatura do ar em São Paulo quando somado o efeito da ilha de calor urbana às simulações de previsão de elevação da temperatura da cidade.

Tais constatações denotam a necessidade de se incentivar a prática de projetar para o futuro com exigências de avaliação de desempenho térmico e energético, além de qualidade espacial e estética, tendo

³⁷
Disponível em <https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2017/11/Norma_de_Desempenho_Panorama_Atual_e_Desafios_Futuros_2016.pdf>. Acesso em 25/07/2021.

³⁸
Disponível em <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16132/tde-31072019-171853/publico/TECAROLINAABRAHAOALVES_rev.pdf>. Acesso em 25/07/2021.

³⁹
Disponível em <<http://projeteee.mma.gov.br/estrategias-bioclimaticas/>>. Acesso em 10/01/2020.

⁴⁰
Disponível em <<https://www.cnnbrasil.com.br/business/2021/06/14/com-crise-energetica-governo-quer-criar-orgao-para-evitar-apagao>>. Acesso 06/07/2021.

como ponto de partida as estratégias básicas de adequação ambiental (LABEEE,2021)⁴⁰, tais como:

- *Maximizar a ventilação natural por meio de:*
 - Pátios internos;
 - Ventilação cruzada;
 - Torres de vento;
 - Efeito chaminé;
 - Resfriamento evaporativo;
- *Sombreamento das fachadas por:*
 - Plantio;
 - Uso de quebra sol horizontal e vertical;
 - Uso de cobogós.
- *Explorar a inércia térmica dos componentes da edificação:*
 - Edificação semienterrada;
 - Parede verde;
 - Teto verde;
 - Tanque d'água por piscinas na cobertura;
 - Trabalhar com materiais que apresentem capacidade térmica elevada.
- *Explorar sistemas que apresentam bom isolamento térmico (materiais de baixa condutividade e elevada resistência térmica);*
- *Nas fachadas, dar preferência à pintura de cores claras que apresentem baixo índice de absorção da radiação solar.*

Sempre é válido ressaltar que o bom desempenho térmico de uma edificação é estritamente relacionado com seu consumo de energia elétrica, posto que a saída mais comum a uma construção que não propicia um bom conforto térmico é a instalação de sistema de ar condicionado, uma realidade insustentável se todos optassem por essa solução, ainda mais quando se coloca em pauta a crise energética que o Brasil enfrentou em 2001 e enfrenta novamente em 2021.

De acordo com portal de notícias da CNN⁴⁰, em meados de junho de 2021 o Governo Federal começou a elaborar medida emergencial de rationamento de energia com intuito de evitar apagões generalizados em todo o país, demonstrando o grande risco do edifício depender primordialmente de sistemas climatizados para efetivamente conseguir funcionar adequadamente provendo conforto e ambiente sadio ao usuário.

Normativa sobre o clima no Brasil e possibilidades de agirem como condicionantes de partidos de projetos arquitetônicos

No Brasil existem duas normas principais que servem como guias na avaliação de qualidade térmica e desempenho térmico de edificações, são elas a NBR 15.575 (“Norma de Desempenho para Edificações Habitacionais”) e a NBR 15.220 (“Desempenho Térmico de Edificações”). Enquanto a NBR 15.575 é voltada essencialmente a edificações habitacionais e compreende método de avaliação de desempenho do edifício, a NBR 15.220 pode auxiliar na concepção inicial do projeto do edifício com relação às estratégias bioclimáticas que podem ser exploradas, conforme classificação climática de sua localização.

Na terceira parte da NBR 15.220, além de ser apresentado o zoneamento bioclimático brasileiro, é proposta metodologia de Givoni (Anexo B da norma). Sobre a carta bioclimática são marcadas as temperaturas máximas e mínimas médias de cada mês do ano da localidade estudada. A posteriori, são identificadas as principais estratégias de projeto sugeridas a essa localidade (Figura 21 e 22).

De acordo com o Zonamento Bioclimático da NBR 15220, a cidade de São Paulo se enquadra na Zona 03 e, conforme carta bioclimática de cidades enquadradas nesta zona, a principal estratégia de condicionamento térmico passivo durante o período do verão sugerido é o investimento em “ventilação cruzada” (Figura 23). Esta constatação foi uma das diretrizes que guiou o partido de projeto de procurar priorizar entre as demais estratégias a ventilação dentro da proposição de refúgio às ondas de calor, apresentada no próximo capítulo.

Essa norma, além de estabelecer “Estratégias de condicionamento térmico passivo” para cada uma das zonas bioclimáticas também apresenta parâmetros de porcentagem de aberturas, valores de transmitância de paredes, unidades de atraso térmico e valores máximos de fator solar por zona; contudo, como os parâmetros da norma são bastante gerais e esta parte da norma é voltada a residências terreas, optou-se por basear-se conceitualmente somente na carta bioclimática para a concepção do “cooling center” (normalmente edifício não residencial).

Figura 21 (ao lado)

Método de classificação bioclimática adotado na NBR 15220. Fonte: Anexo B da NBR 15220 (2005).

B.3 Método para a classificação bioclimática

Adotou-se uma carta bioclimática (ver figura B.2) adaptada a partir da sugerida por Givoni (“Comfort, climate analysis and building design guidelines”. Energy and Building, vol.18, july/92).

Figura 22 (abaixo)

Método são marcadas as temperaturas médias e máximas na carta bioclimática adaptada. Fonte: Anexo B da NBR 15220 (2005).

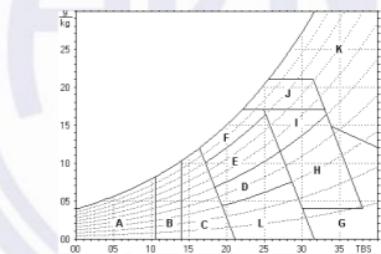


Figura 22 (abaixo)

A – Zona de aquecimento artificial (calefação)	G + H – Zona de resfriamento evaporativo
B – Zona de aquecimento solar da edificação	H + I – Zona de massa térmica de refrigeração
C – Zona de massa térmica para aquecimento	I + J – Zona de ventilação
D – Zona de conforto térmico (baixa umidade)	K – Zona de refrigeração artificial
E – Zona de conforto térmico	L – Zona de umidificação do ar
F – Zona de desumidificação (renovação do ar)	

As zonas da carta correspondem às seguintes estratégias:

6.3 Diretrizes construtivas para a zona bioclimática 3

Na zona bioclimática 3 (ver figuras 6 e 7), devem ser atendidas as diretrizes apresentadas nas tabelas 7, 8 e 9

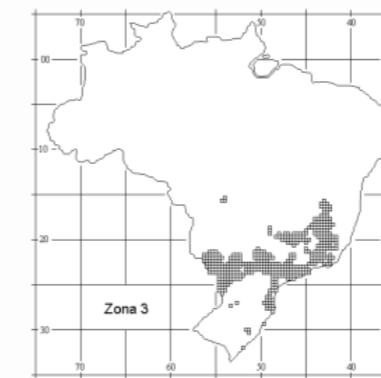


Figura 23 (ao lado)

Carta bioclimática representativa das cidades pertencentes à zona 03. Fonte: NBR 15220 (2005).

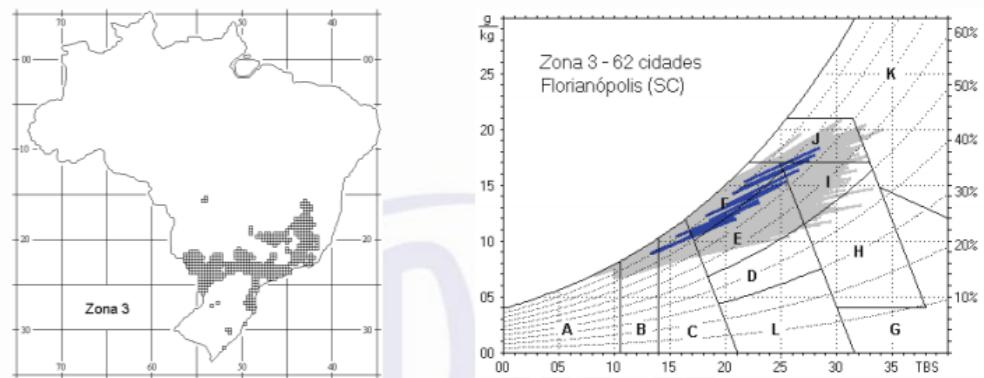


Figura 6 — Zona bioclimática 3

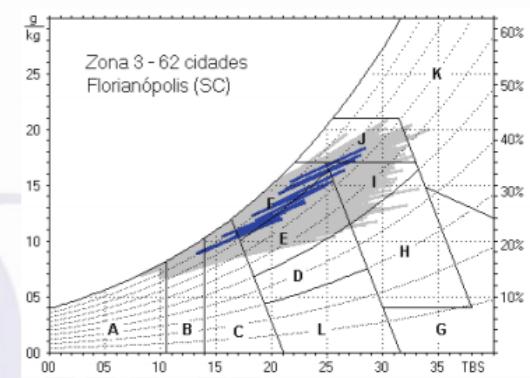


Figura 7 — Carta bioclimática apresentando as normais climatológicas de cidades desta zona, destacando a cidade de Florianópolis, SC

B.

ETAPA PROPOSITIVA

EXERCÍCIO PROJETUAL

6.

Neste capítulo, adota-se como desafio o desenho de um equipamento público que possa funcionar como refúgio ou oásis urbano em um “hot spot” na cidade de São Paulo.

As principais premissas de projeto são a de que esse equipamento público seja não apenas um espaço de amenidade climática, mas que também faça parte de um corredor verde que proporcione a melhoria do micro-clima no seu entorno e que contribua para a manutenção da fauna e flora local ao interligar remanescentes de Mata Atlântica existentes. Para os edifícios que compõem o complexo foi estabelecida como diretriz a incorporação de estratégias bioclimáticas baseadas principalmente na ideia de resfriamento térmico passivo por meio de ventilação, massa térmica e/ou resfriamento evaporativo.

6.1 DEFINIÇÃO DO LOCAL DE INTERVENÇÃO

O local de intervenção foi escolhido por meio da leitura e da associação de quatro mapas como base:

(1) Mapa de Corredores Ecológicos: conforme proposto no Plano Municipal da Mata Atlântica (2017). Por meio deste mapa foi definido o primeiro recorte da área de interesse para intervenção: a região demarcada como “corredor verde urbano” da Zona Leste do município de São Paulo;

(2) Mapa de temperatura média diurna da cidade de São Paulo: desenvolvido por FERREIRA (2019) e apresentado como uma nova ferramenta de planejamento urbano no documento de consulta pública do “Plano de Áreas Protegidas, Áreas Verdes e Espaços Livres” (2020)⁴¹ a ser lançado pela cidade de São Paulo em 2021. Com este mapa, foi possível fazer um recorte de uma área de interesse menor do que a anterior e mais precisa sobre os maiores “hot spots” da região (localizados a oeste do recorte anterior);

(3) Mapa de densidade demográfica e áreas verdes: elaboração própria com as bases disponibilizadas pelo Geosampa. Por meio deste mapa foi possível identificar, dentro da região de interesse, a localização dos resquícios de Mata Atlântica, parques e praças existentes além das áreas verdes previstas a serem incorporadas, conforme premissas do Plano Diretor Municipal (2014). O mapeamento dessas informações foi determinante na análise de possíveis conexões entre as infraestruturas verdes existentes e na percepção de onde a infraestrutura poderia alcançar mais pessoas.

41

Disponível em <<https://participemais.prefeitura.sp.gov.br/system/documents/attachments/000/000/005/original/3266735dfd0033905ff1f720403862bb7574af40.pdf>>. Acesso em 06/07/2021.

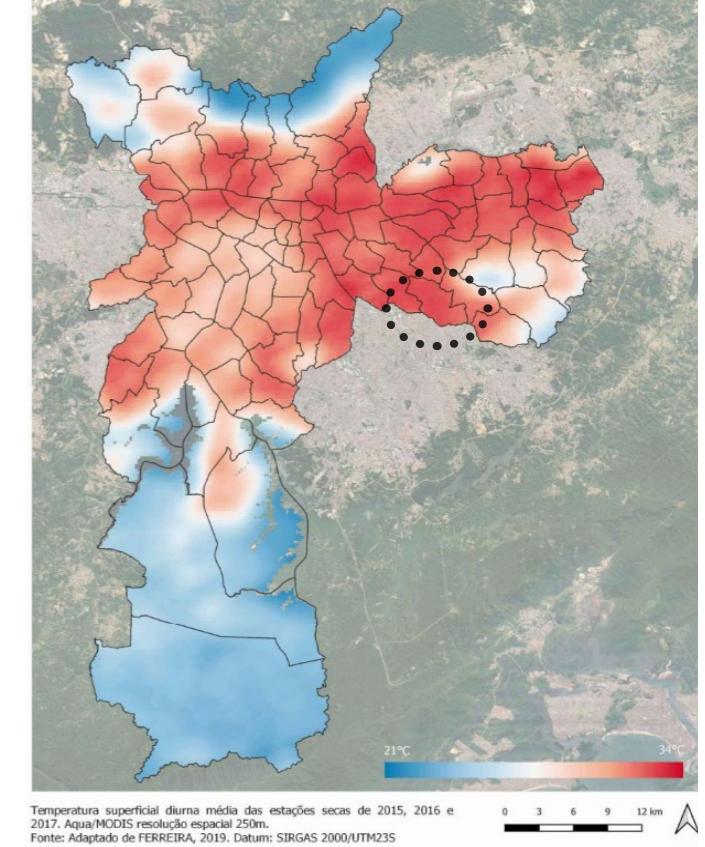
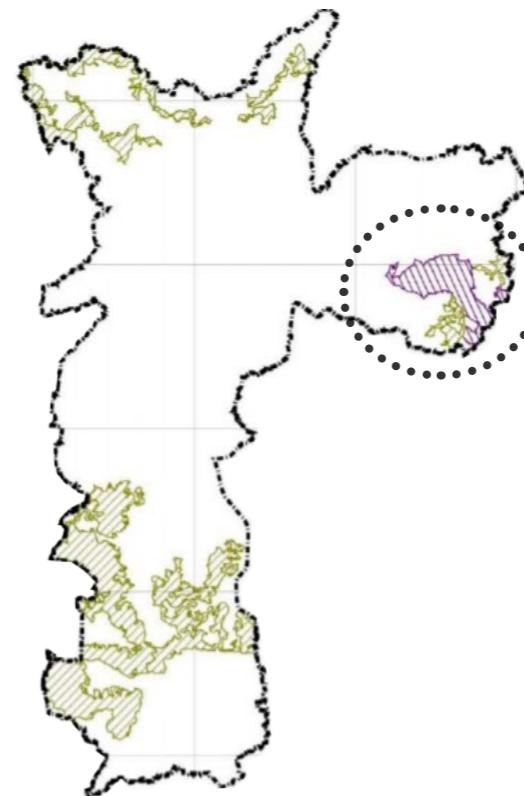
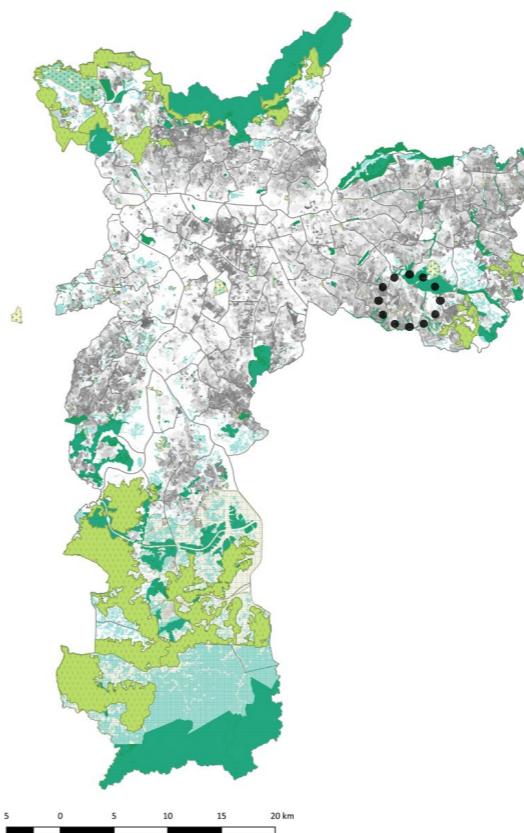


Figura 25 (acima a esquerda).

Mapa de corredores ecológicos. Fonte: PMMA (2017)

Figura 26 (acima a direita).

Mapa de temperatura média diurna. Fonte: PLANPAVEL (2020)



Legenda

- Corredores Ecológicos (PMMA)
- Reserva de Mata Atlântica (PMMA)
- Parque Municipal
- Parques (PDE 2015)
- Unidades de Conservação
- Distritos

Densidade Demográfica (hab./ha)(CENSO 2010)

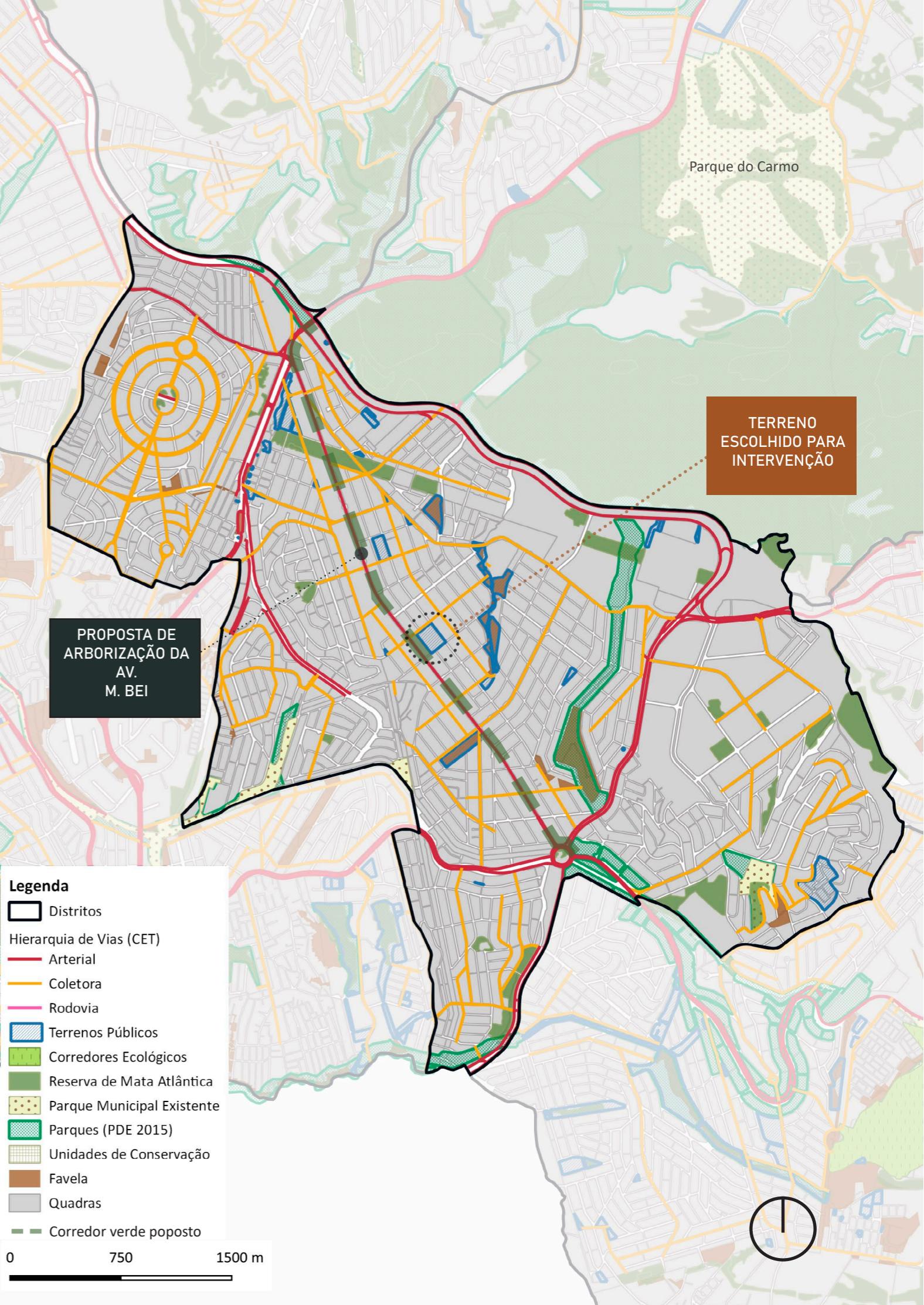
- | |
|---------------|
| 0 - 53 |
| 53 - 92 |
| 92 - 120 |
| 120 - 146 |
| 146 - 173 |
| 173 - 207 |
| 207 - 256 |
| 256 - 351 |
| 351 - 634 |
| maior que 634 |

(4) Mapa de quadras, hierarquia viária, vegetação e terrenos públicos

Como a criação de um “cooling center” pode ser vista como uma questão de saúde pública, colocou-se como premissa que o mesmo se encontrasse em terras públicas e que fosse facilmente acessado pelos principais meios de transporte da região.

Com este mapeamento foi possível chegar à escolha do terreno onde foi proposta a intervenção. O lote foi escolhido dentre os demais por localizar-se às margens da via de circulação mais importante do distrito em que se encontra (São Mateus), assim como pela sua localização coincidir com a possibilidade de implantação de corredor verde entre remanescentes de mata atlântica nos arredores do Parque do Carmo e área demarcada como área propícia para a criação de parque pelo Plano Diretor Municipal de 2014. A ideia da proposta é que este corredor verde seja constituído basicamente com a arborização dos dois lados da Avenida Mateu Bei. Além da proposta de arborização desta avenida, este trabalho também sugere que seja feita uma ramificação deste corredor verde ligando o “cooling center” a uma Escola Estadual próxima.

Figura 28.
Mapa que auxiliou na definição do espaço de intervenção. Fonte: elaboração própria com bases do Geosampa (2021).

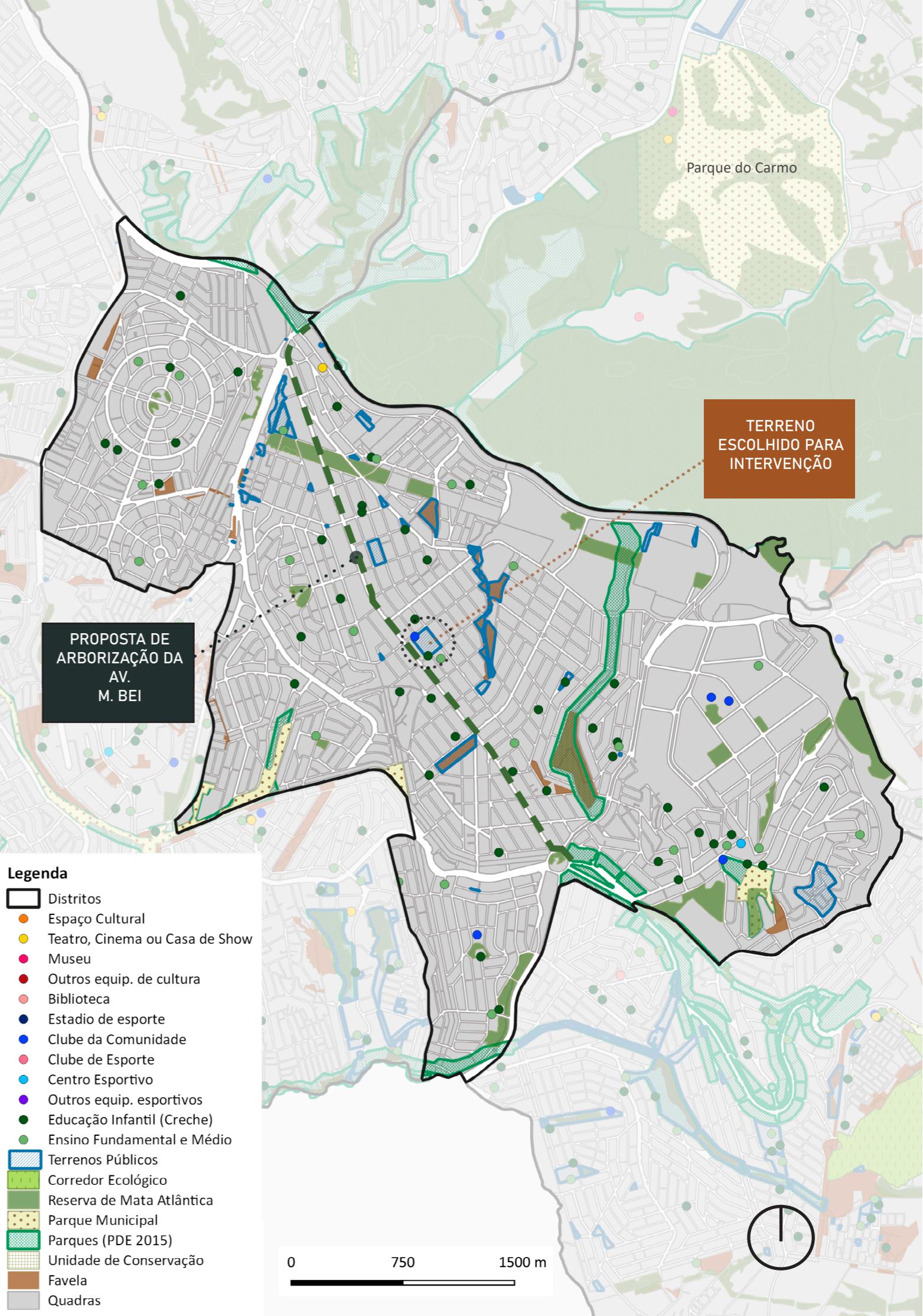


6.2 DEFINIÇÃO DO PROGRAMA ARQUITETÔNICO DO REFÚGIO URBANO

Pela pesquisa feita anteriormente, chegou-se à conclusão de que não existe um programa definido daquilo que poderia efetivamente ser um *“cooling center”*, mas sim dos lugares que poderiam funcionar como um. O Centro de Controle e Prevenção de Doenças dos EUA, por exemplo, lista como edifícios que poderiam funcionar como refúgios: biblioteca, escola, centro comunitário, centro religioso, centro de recreação, parques urbanos, piscinas comunitárias, entre outros.

Justamente por não existir uma definição de uso deste espaço optou-se por se fazer análise do local de intervenção escolhido visando entender se o distrito possui carência de algum tipo de equipamento público. Durante essa pesquisa, foi constatado que São Mateus carece tanto de parques quanto de equipamentos na área de esportes e de cultura.

Figura 29.
Mapa dos equipamentos de cultura e de esportes.
Fonte: Autora, sobre bases do Geosampa (2021).



Justificativas da intervenção

As justificativas para tal investimento são baseadas nas constatações de que:

- (1)** Não existem terrenos vagos na região, sejam públicos ou privados, que poderiam servir como sítio de intervenção para a criação de um parque e demais equipamentos que a região carece sem que houvessem desapropriações de residências;
- (2)** O terreno tem vantagens pela localização, devido à sua proximidade com uma das escolas de ensino fundamental do distrito e sua avenida principal;
- (3)** A quadra do terreno selecionado já é quase em sua totalidade pertencente ao poder público, contudo, os lotes públicos hoje são “impermeáveis” à população local (são murados) além de possuírem grande área subutilizada ou voltada a um grupo muito seletivo da população (caso do campo de futebol);
- (4)** A intervenção traria melhorias no microclima e, consequentemente, na qualidade de vida dos cidadãos do distrito, já que o mesmo tem uso do solo predominantemente residencial;
- (5)** A proposição de amenidades microclimáticas em espaços abertos e edifícios naturalmente ventilados que funcionem como “cooling center” podem ser considerados um investimento em saúde pública, ainda mais no cenário da crise sanitária ocasionada pelo Covid-19, quando ficou escancarado à população a inadequação de edifícios que dependem primordialmente de sistemas de ar condicionado.

Figura 30.
Mapa de uso do solo predominante por quadra, com dados de 2013 e 2014.
Fonte: Autora, sobre bases do Geosampa (2021).

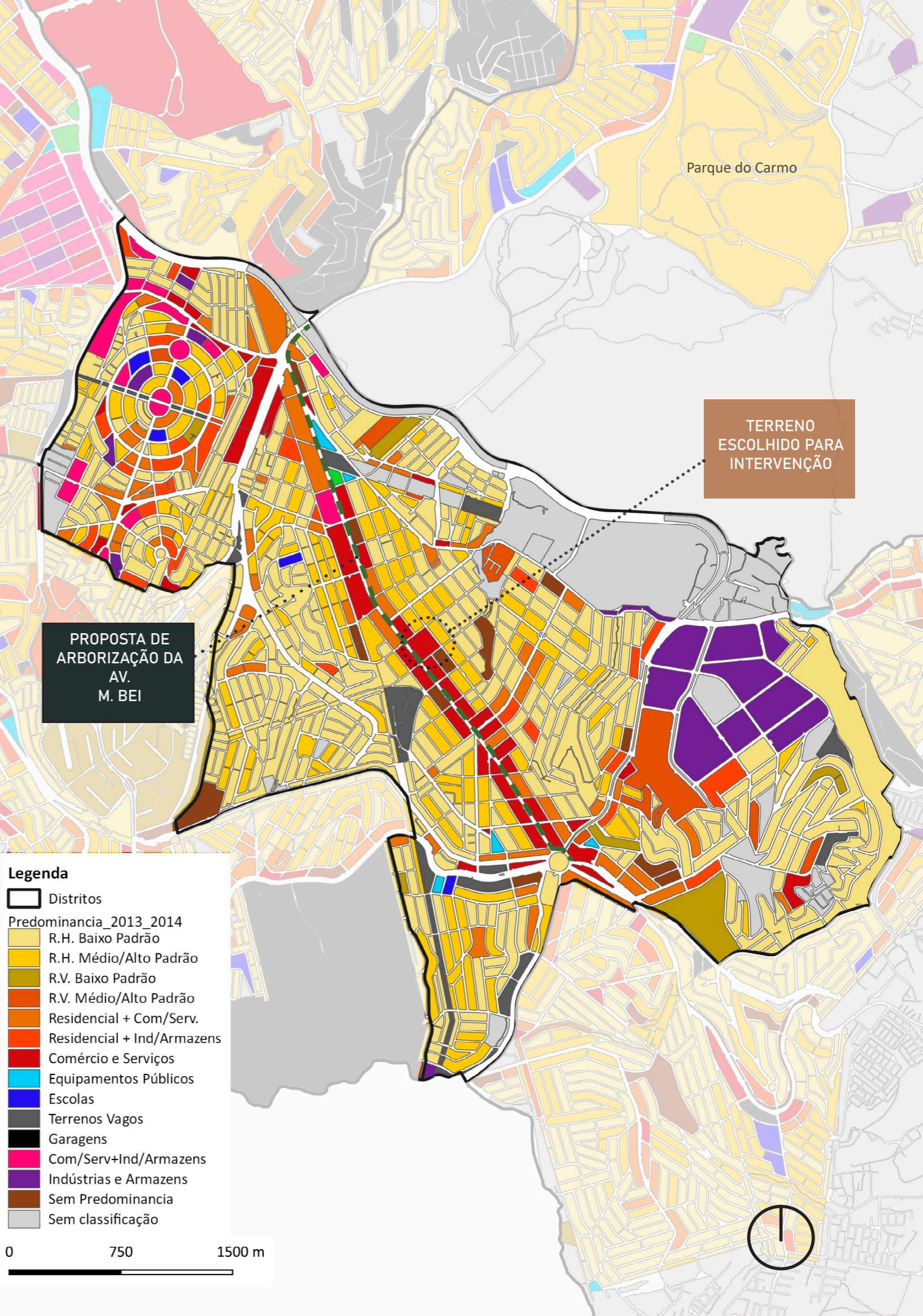




Figura 31.
Rua local típica do distrito de São Mateus (Rua Antônio Prevato). Fonte: Google Maps (2021)



Figura 32.
Vista da Avenida Mateu Bei, a principal via do distrito de São Mateus. Pela imagem é possível notar que existe espaço para a arborização de ambos lados da avenida, conforme proposta deste trabalho. Fonte: Google Maps (2021).



Pré-existências no terreno selecionado

No terreno, hoje, já existem 2 equipamentos públicos: uma creche e uma UBS (equipamentos que foram considerados como reconstruídos no exercício projetual proposto neste trabalho e incorporados ao “cooling center”).

Na quadra selecionada também existem alguns terrenos privados (pequenos estabelecimentos comerciais, estacionamento e posto de gasolina), para estes casos, pontualmente, foi considerada a desapropriação (compra do lote). Assim, para o estudo projetual, a quadra foi considerada como pertencente, em sua totalidade, ao poder público.

Programa

Foi identificada grande similaridade entre as carências no local de intervenção com o programa de um SESC; por isso, para o fechamento do programa foram considerados os “5 pilares” norteadores da tipologia criada e defendida pelo SESC.

EIXO	EQUIPAMENTO PÚBLICO	COORDENAÇÃO DO EQUIPAMENTO
EDUCAÇÃO	“Creche” ou “CEI” (existente no terreno)	Secretaria da Educação
CULTURA	“Casa de Cultura”: programa empregado na disciplina de Projeto IV e que se baseia num ambiente multiuso que poderiam abrigar aulas de artes, danças, teatro, biblioteca etc.	Secretaria da Cultura
LAZER	Parque e piscinas públicos	Secretaria do Verde e Secretaria dos Esportes
SAÚDE	“Unidade Básica de Saúde” ou “UBS” (existente no terreno)	Secretaria da Saúde
ASSISTÊNCIA	Consultas com dentista, nutricionista e de assistência à saúde mental são previstos na UBS	Secretaria da Saúde

Para o projeto proposto, foram considerados como norteadores dos programas de áreas e ambientes dos equipamentos:

Casa de Cultura: Programa disponibilizado na disciplina de Projeto IV;

UBS: Planta padrão de UBS de Minas Gerais;⁴²

CEI: Planta padrão da Prefeitura Municipal de São Paulo.⁴³

42

Disponível em <<https://www.saude.mg.gov.br/images/documentos/PLANTA%20UBS%20PADRAO%20TIPO%20I.pdf>>. Acesso em 07/07/2021.

43

Disponível em <<https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/obras/empreendimentos/index.php?p=256753>>. Acesso em 07/07/2021.



6.3

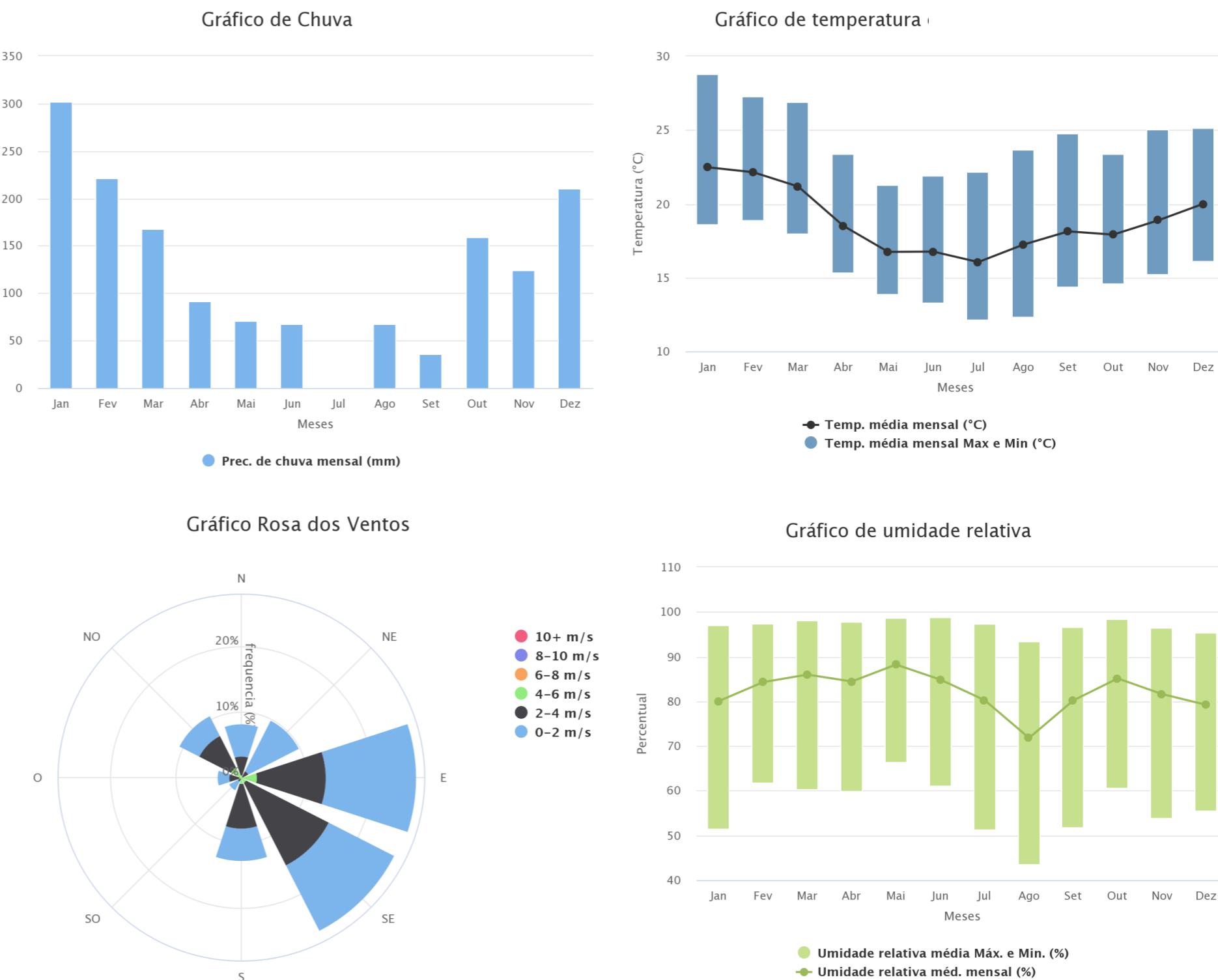
UM POUCO MAIS SOBRE O LOCAL DE INTERVENÇÃO

Clima

A cidade de São Paulo caracteriza-se pelo clima subtropical, ou seja, a estação de verão é marcada pela constituição de dias quentes e úmidos enquanto nos invernos os dias são mais secos e com temperaturas amenas. Apesar disso, certos períodos do ano podem ser marcados pela baixa umidade e temperatura elevada ou, ainda, temperatura amena e umidade elevada.

O período de chuvas geralmente condiz com a época mais quente do ano, mais especificamente, de dezembro a março.

Quanto aos ventos, geralmente apresentam baixa velocidade (0-2 m/s), têm direções predominantes leste e sudeste.

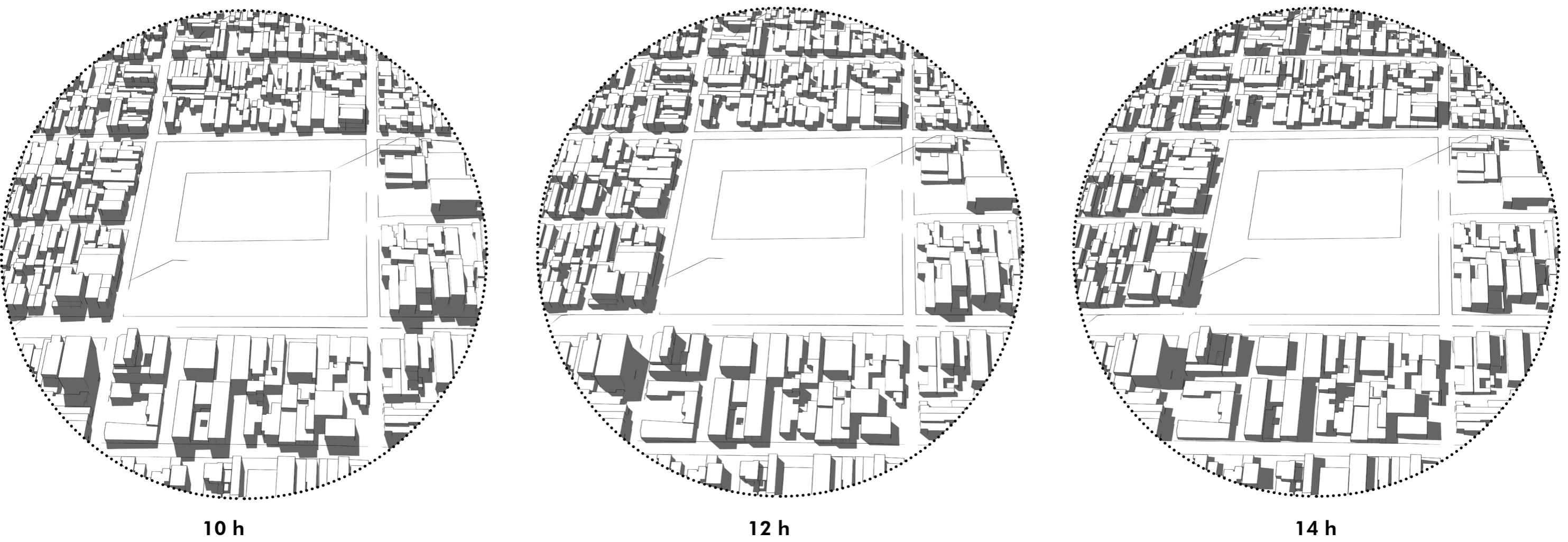


Figuras 34, 35, 36 e 37.
Respectivamente, gráfico de chuvas, temperaturas, rosa dos ventos e umidade relativa da cidade de São Paulo. Fonte: LABEE sobre dados do INMET (2016).

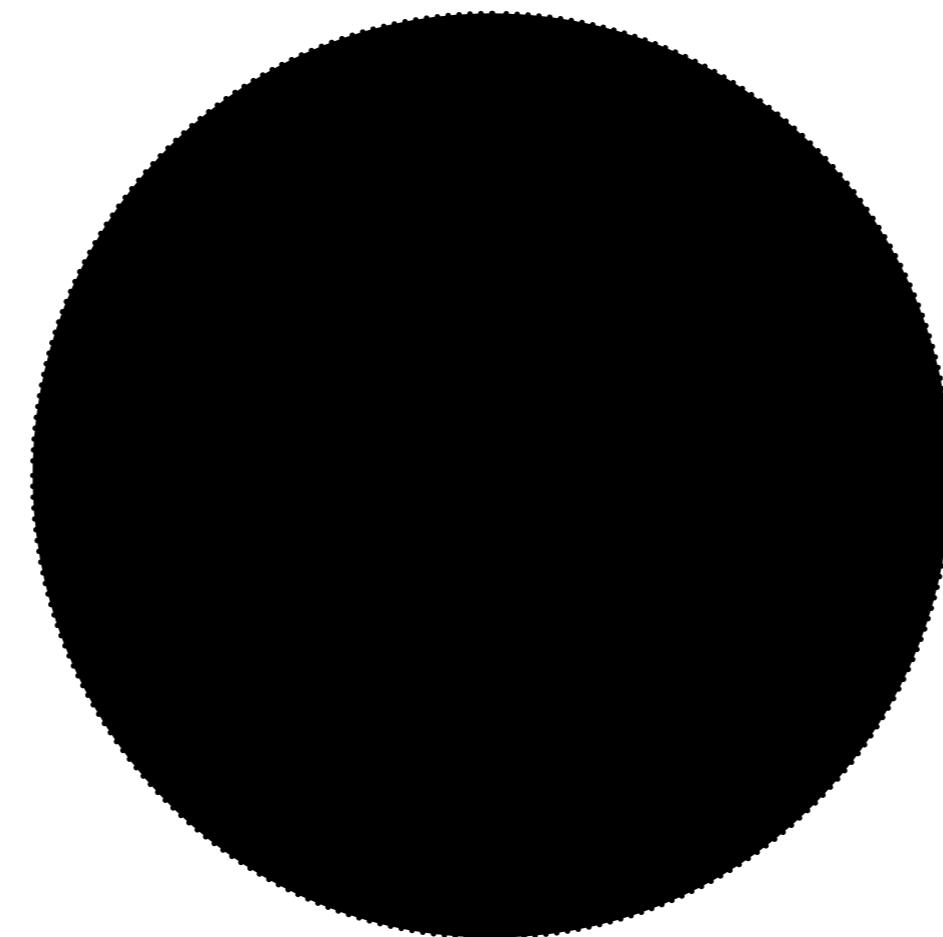
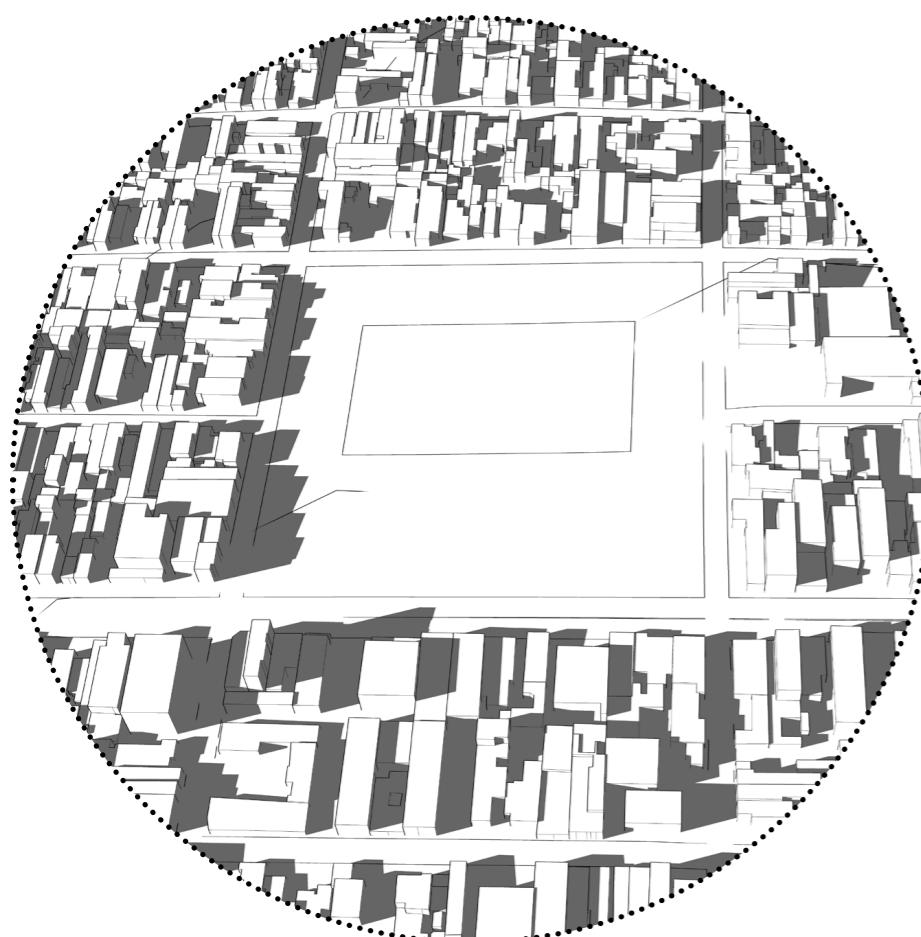
Insolação

Para os estudos de insolação do terreno da intervenção foi utilizado modelo de seu entorno no programa SketchUp e simuladas as situações de sol e sombra durante os solstícios de verão e inverno nos horários de 10h, 12h, 14h, 16h e 18h.

Solstício de Inverno



Solstício de Inverno



* Ressalta-se que as 18h no solstício de inverno não há mais iluminação.

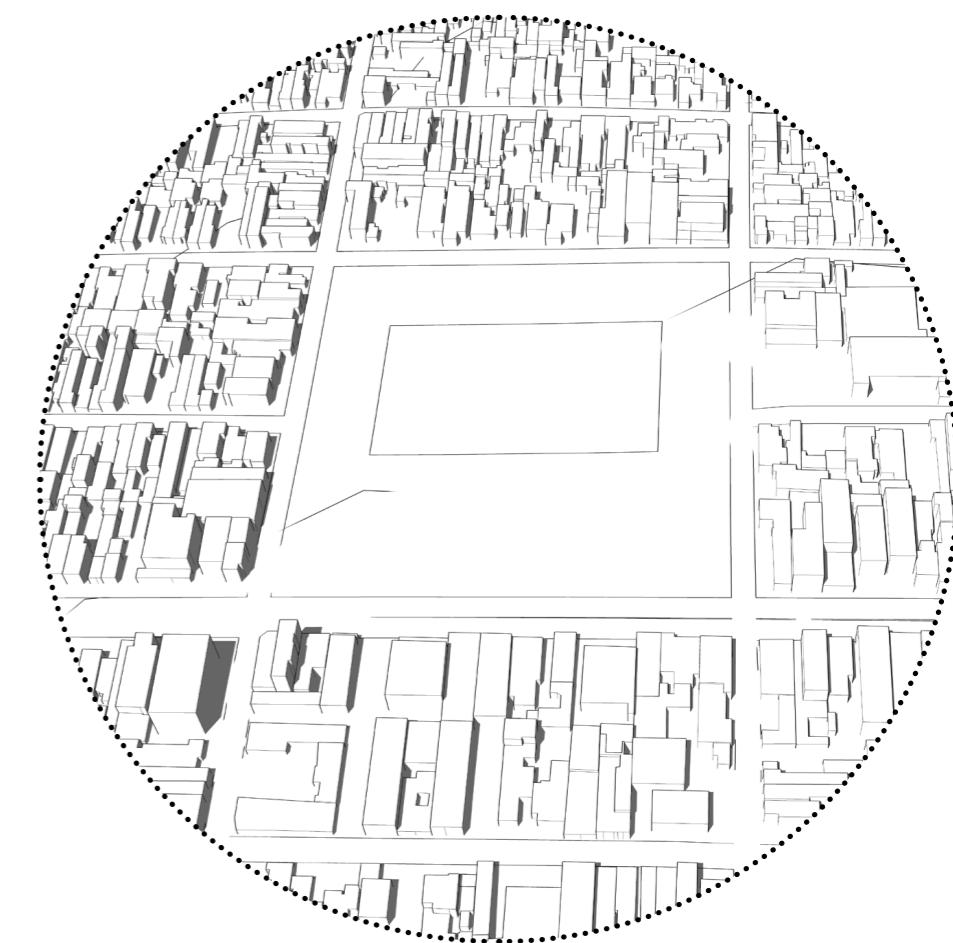
Solstício de Verão



10 h



12 h



14 h

Solstício de Verão



Dos estudos nota-se que há pouca interferência do sombreamento das edificações do entorno dentro do terreno escolhido para intervenção, fator que denota a necessidade de incorporação de elementos de sombra dentro do mesmo para que este funcione efetivamente como um “refúgio urbano”.

Aspectos sociais do distrito

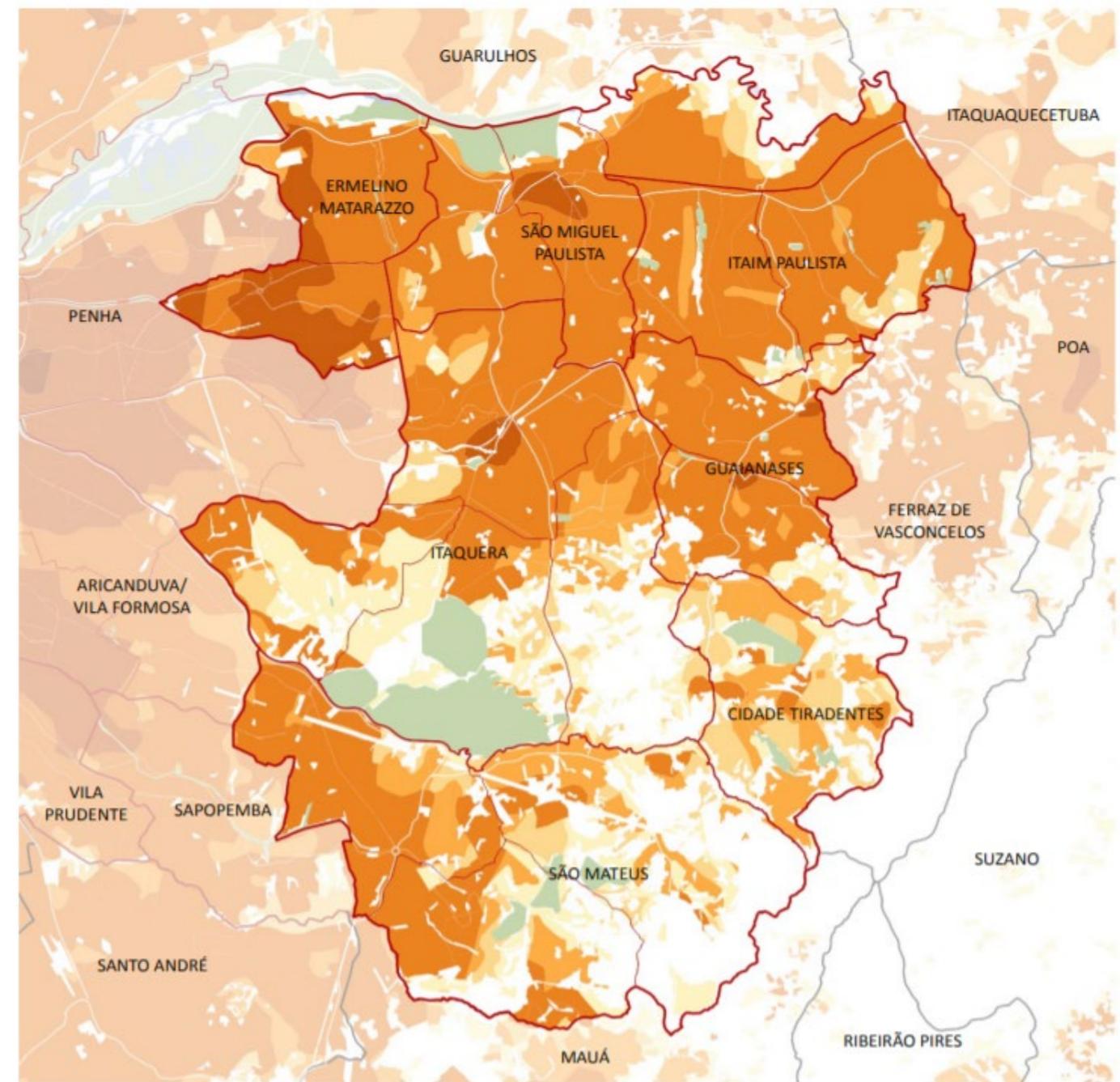
O distrito de São Mateus, assim como a grande parte hoje correspondente à zona leste da cidade de São Paulo, é palco de ocupação territorial relativamente recente. Segundo dados da Prefeitura Municipal de São Paulo⁴⁴, foi precisamente em 1948 que Mateo Bei decide lotear e vender uma de suas propriedades, dando origem ao bairro de São Mateus.

Rapidamente o bairro foi crescendo após sua fundação devido aos preços mais acessíveis das terras, contudo, isso aconteceu sem uma parceria efetiva da prefeitura. Com a população cada vez maior, começam a ficar latentes problemas que expunham a ausência de investimentos públicos: faltavam linhas de ônibus para a região, faltava pavimentação, redes de água, iluminação pública, escolas (no início, a escola mais próxima do bairro ficava a 7 km de distância), delegacias e correio. A década de 1950 no bairro é marcada por intensa luta popular junto aos órgãos públicos em busca de investimentos em infraestrutura. Apesar de todo esforço, o distrito de São Mateus enfrenta ainda hoje a falta de investimentos públicos, principalmente de equipamentos na área de cultura, esportes e infraestrutura de transporte coletivo.

44

Disponível em <[Histórico | Subprefeitura São Mateus | Prefeitura da Cidade de São Paulo](#)>. Acesso em 09/07/2021.

EVOLUÇÃO DA MANCHA URBANA NA MACRORREGIÃO



Figuras 48.
Evolução da mancha urbana na Macrorregião correspondente à zona leste de São Paulo. Fonte: SMDU (2016).

PERÍODOS DE EVOLUÇÃO DA MANCHA URBANA

- 1553 A 1914
- 1915 A 1949
- 1950 A 1974
- 1975 A 1985
- 1986 A 1997
- 1998 A 2002

- LIMITE DE MACRORREGIÕES
- PARQUES
- HIDROGRAFIA

A difícil mobilidade urbana é um fator que impacta bastante a população local que depende de longos tempos de deslocamento entre casa trabalho, já que a disponibilidade de empregos dentro do distrito é extremamente baixa: enquanto a cidade de São Paulo dispõe de cerca de 41 empregos para 100 habitantes, em São Mateus são 9 empregos para cada 100 habitantes. Quanto à renda, a média mensal por domicílio era de R\$1.500 em 2010 (SMDU, 2016)⁴⁵, quando o salário mínimo era equivalente a R\$ 510,00.

Segundo a Prefeitura Municipal de São Paulo, o distrito de São Mateus possui hoje mais de 155 mil habitantes⁴⁶. Sobre a faixa etária da população local, não foram encontrados dados de números absolutos, contudo, segundo dados da SMDU (2016), uma parte significativa é composta por crianças abaixo de 14 anos, assim como pode ser notado no mapa que mostra que a população desta faixa etária aumenta em direção à zona leste da cidade.

Na região também se destacam os índices de vulnerabilidade social abaixo daquela do município de São Paulo e a grande quantidade de domicílios em favelas.

Segundo planos regionais disponibilizados pelo Gestão Urbana (organismo pertencente a prefeitura de São Paulo)⁴⁷, para a Subprefeitura de São Mateus, são priorizadas, dentre outras diretrizes, intervenções que possibilitem o desenvolvimento das centralidades locais de comércio (visando mais vagas de empregos) e políticas que tornem possível o mantimento dos resquícios de mata atlântica presentes no território. Essas duas metas poderiam ser parcialmente alcançadas pela proposta defendida neste trabalho.

45

Disponível em <[*QA-SM.pdf](#) (prefeitura.sp.gov.br)>. Acesso em 09/07/2021.

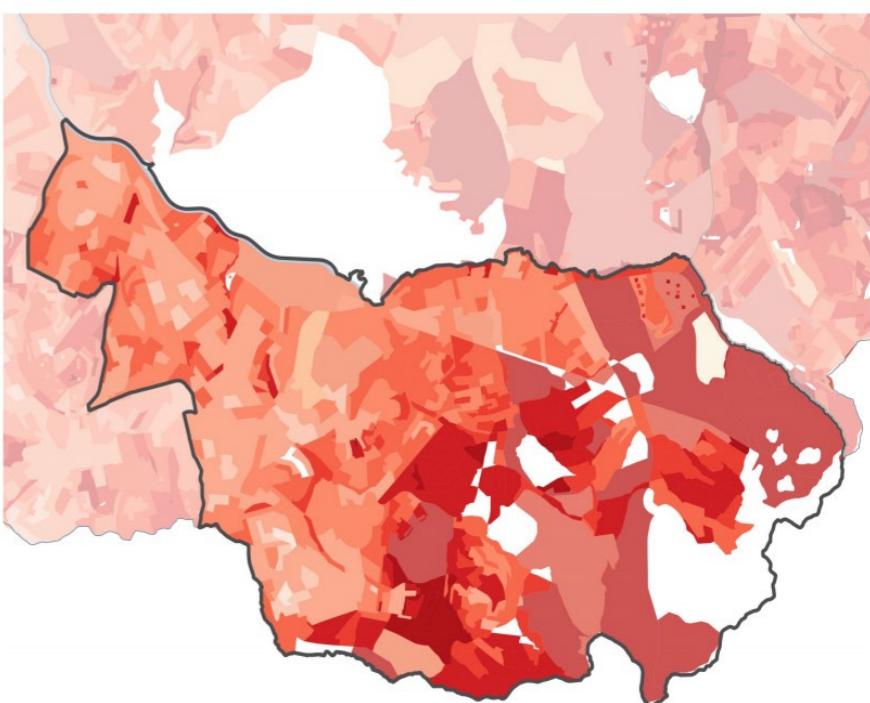
46

Disponível em <https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/subprefeituras/subprefeituras/dados_demograficos/index.php?p=12758>. Acesso em 09/07/2021.

47

Disponível em <[Disponível em <Gestão Urbana SP \(prefeitura.sp.gov.br\)>. Acesso em 09/07/2021.](#)>. Acesso em 09/07/2021.

PORCENTAGEM DE MAIOR INCIDÊNCIA DE CRIANÇAS NO TERRITÓRIO



Figuras 49 (acima).

EPorcentagem de maior incidência de crianças no território. Fonte: SMDU (2016).

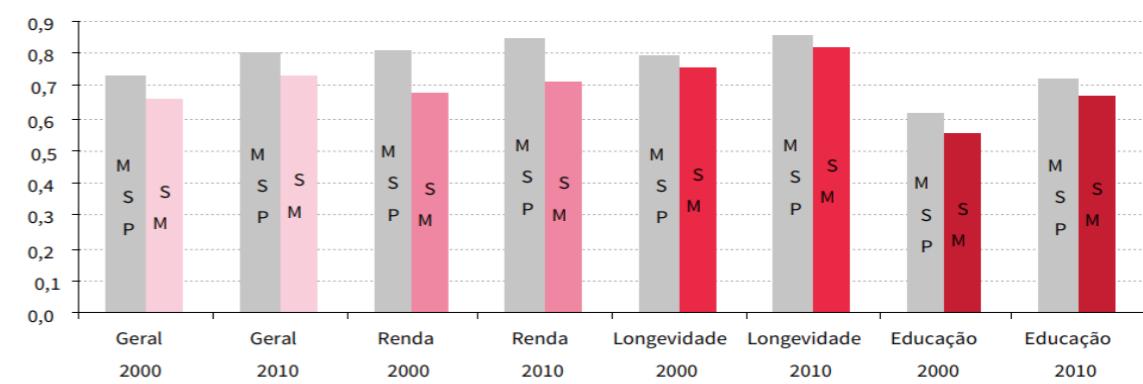
Figuras 50 (ao lado).

Índice de Desenvolvimento Humano do distrito de São Mateus nos anos de 2000 e 2010. Fonte: SMDU (2016).

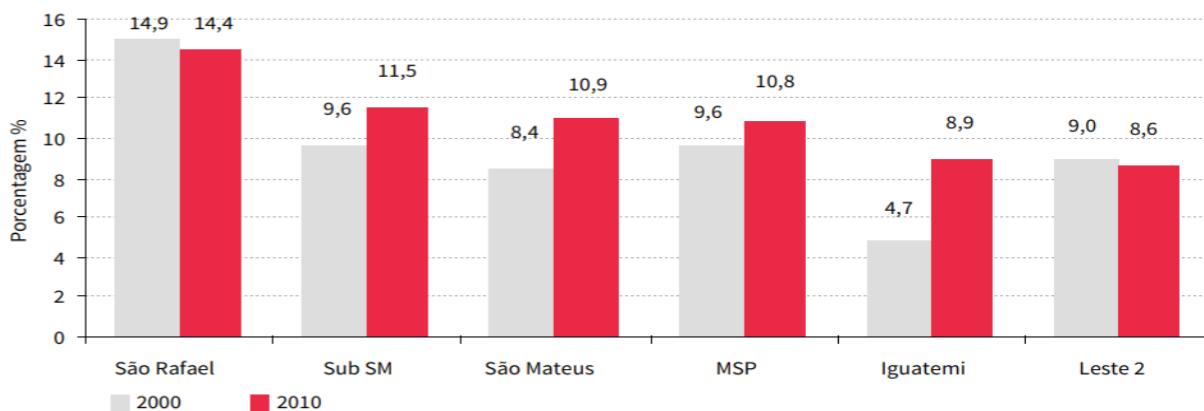
Figuras 51 (abaixo).

Porcentagem de participação de domicílios em favelas conforme total de habitações do território. Fonte: SMDU (2016).

Índice de Desenvolvimento Humano do Município, 2000 e 2010



Participação de domicílios em favelas. Participação dos domicílios sobre o total de domicílios do território



6.4 PROPOSTA DE REFÚGIO URBANO NO DISTRITO DE SÃO MATEUS



PARTIDOS DE PROJETO

CONEXÕES

- (1) Permeabilidade e conexões: priorizar a conexão com a Av. Mateo Bei e com escola fundamental próxima.
- (2) Extensão do caminho verde: prever conexão física com a escola fundamental próxima por meio de arborização de via.
- (3) Conexão em nível com cota da escola: estimular o uso da quadra e dos equipamentos pelos estudantes.

ESTRATÉGIAS PARA ENFRENTAMENTO ÀS ONDAS DE CALOR

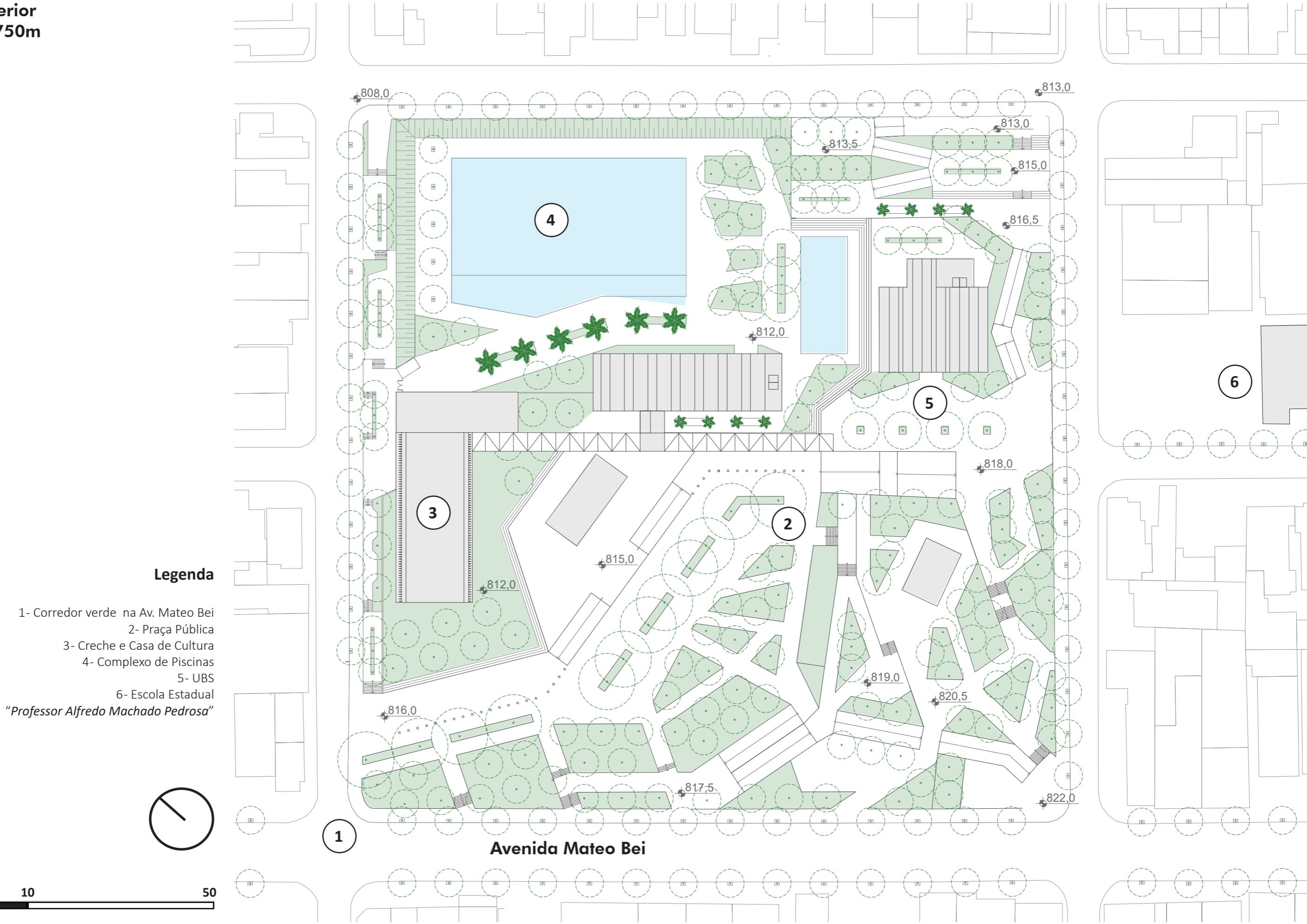
Emergências: caminho central que, além de servir como espaço que poderia comportar eventos (feiras culturais, gastronômicas, entre outras), pode ser acessada por vans ou automóveis que poderiam ser utilizados pela prefeitura, visando transportar a população de risco ao local.

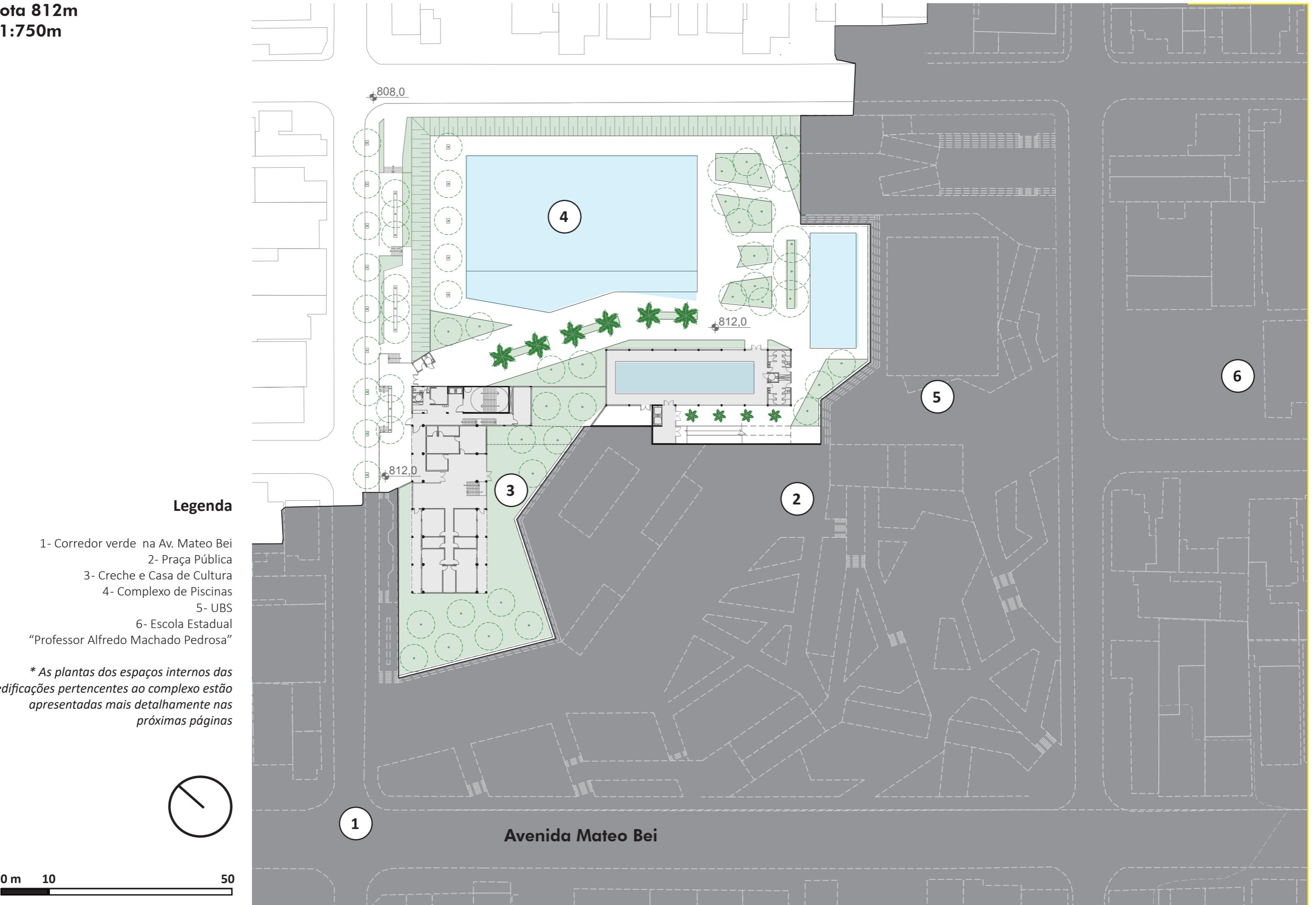
Água: bebedouros espalhados por todo o parque. As piscinas públicas também poderiam ser abertas a toda a população durante os episódios de ondas de calor ou nos finais de semana.

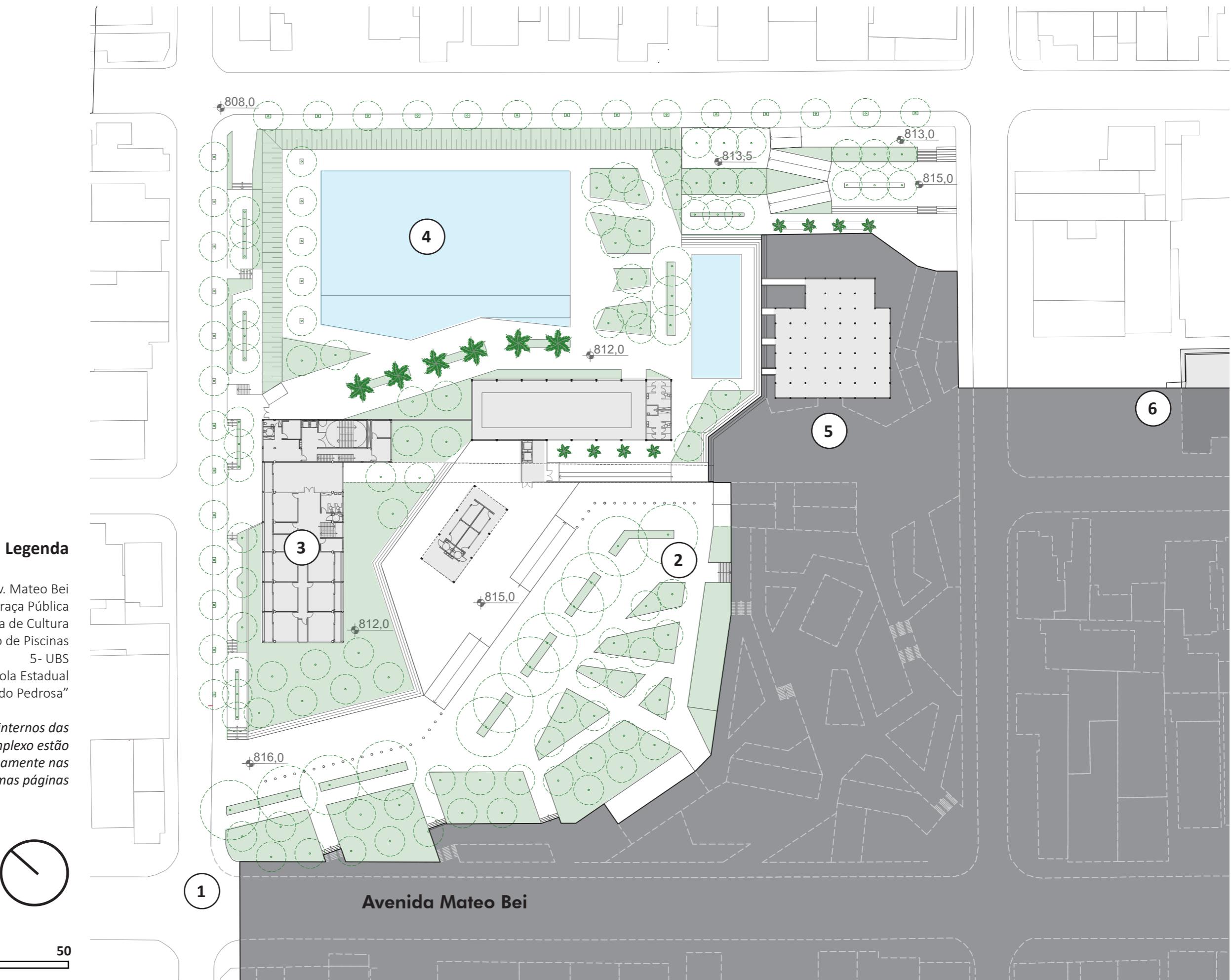
Assistência: a UBS dentro do complexo pode oferecer apoio à população que sofrer de mal-estares. Em episódios extremos, a UBS pode atuar em conjunto com as piscinas, encaminhando para este local os pacientes debilitados.

Amenidade climática: nos espaços abertos, a vegetação e a água são os responsáveis por amenizar a sensação de calor (sombreamento e evapotranspiração). A ideia é que os edifícios também ofereçam conforto aos usuários, dadas as premissas de projeto adotadas.

Vista Superior
Escala 1:750m







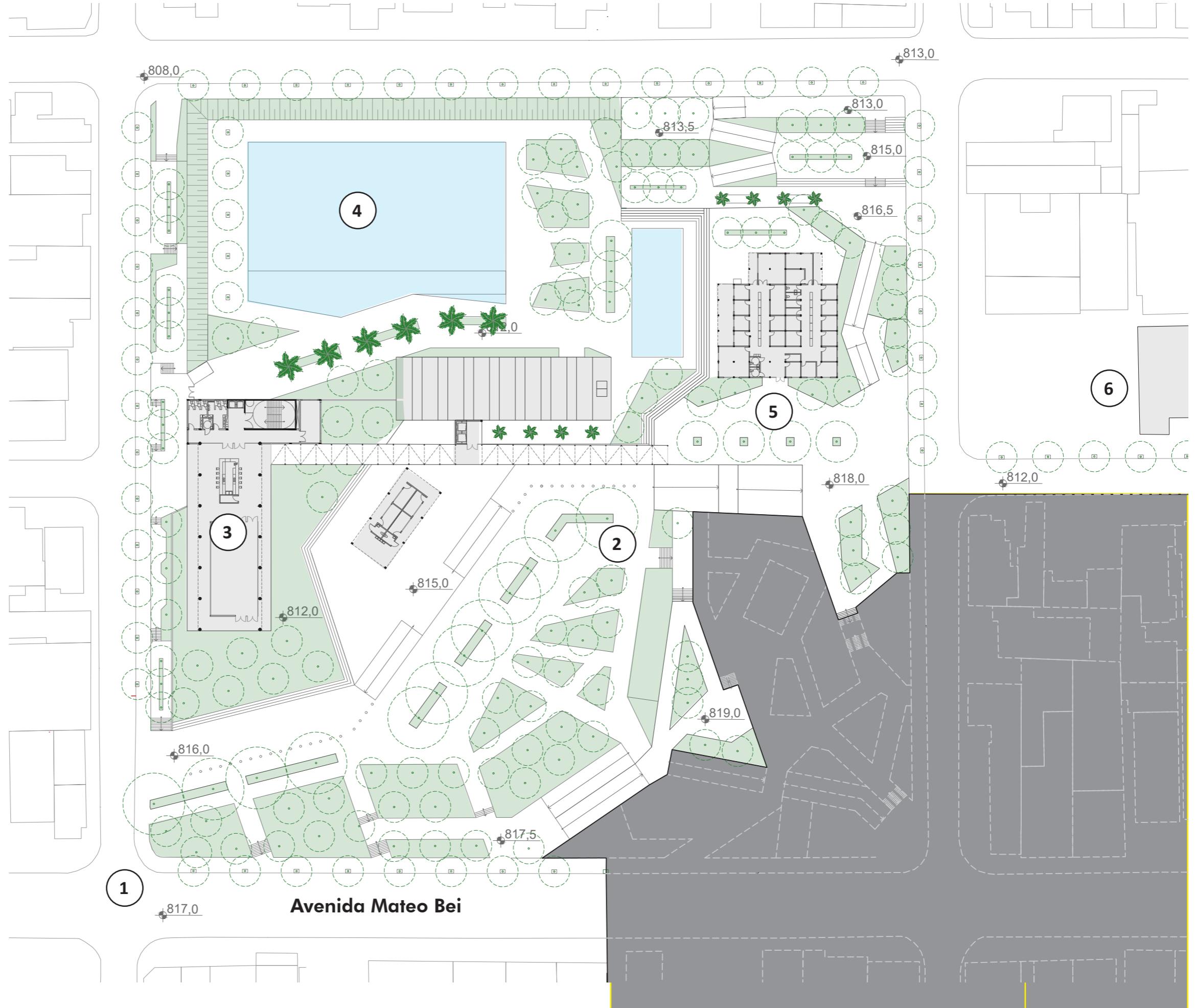
- 1- Corredor verde na Av. Mateo Bei
2- Praça Pública
3- Creche e Casa de Cultura
4- Complexo de Piscinas
5- UBS
6- Escola Estadual
"Professor Alfredo Machado Pedrosa"

* As plantas dos espaços internos das edificações pertencentes ao complexo estão apresentadas mais detalhadamente nas próximas páginas

0 m 10 50



Legenda



**Perspectivas 3D do Refúgio Urbano
(escala pedestre)**





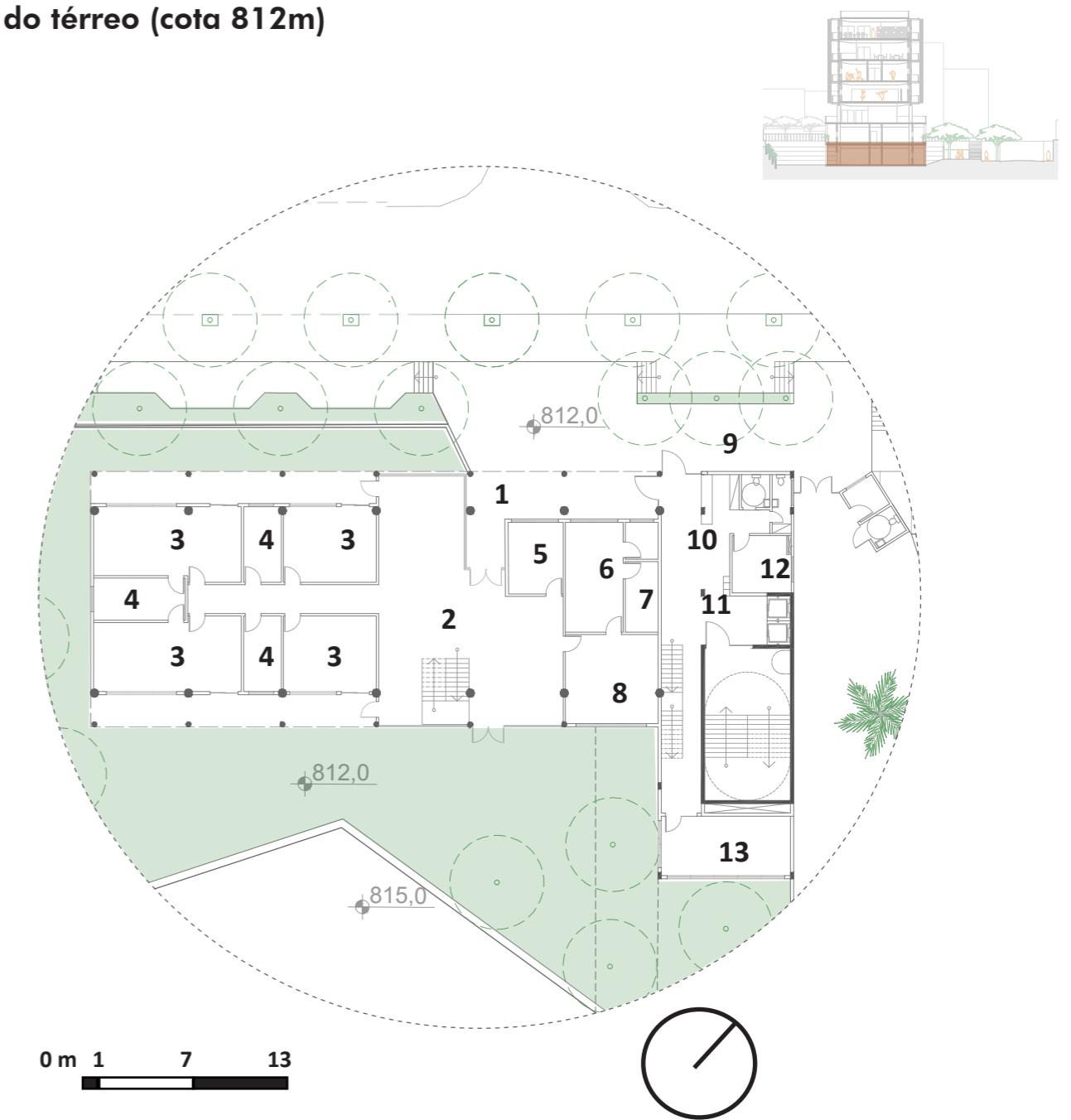






CRECHE E CASA DE CULTURA

Planta do térreo (cota 812m)



LEGENDA

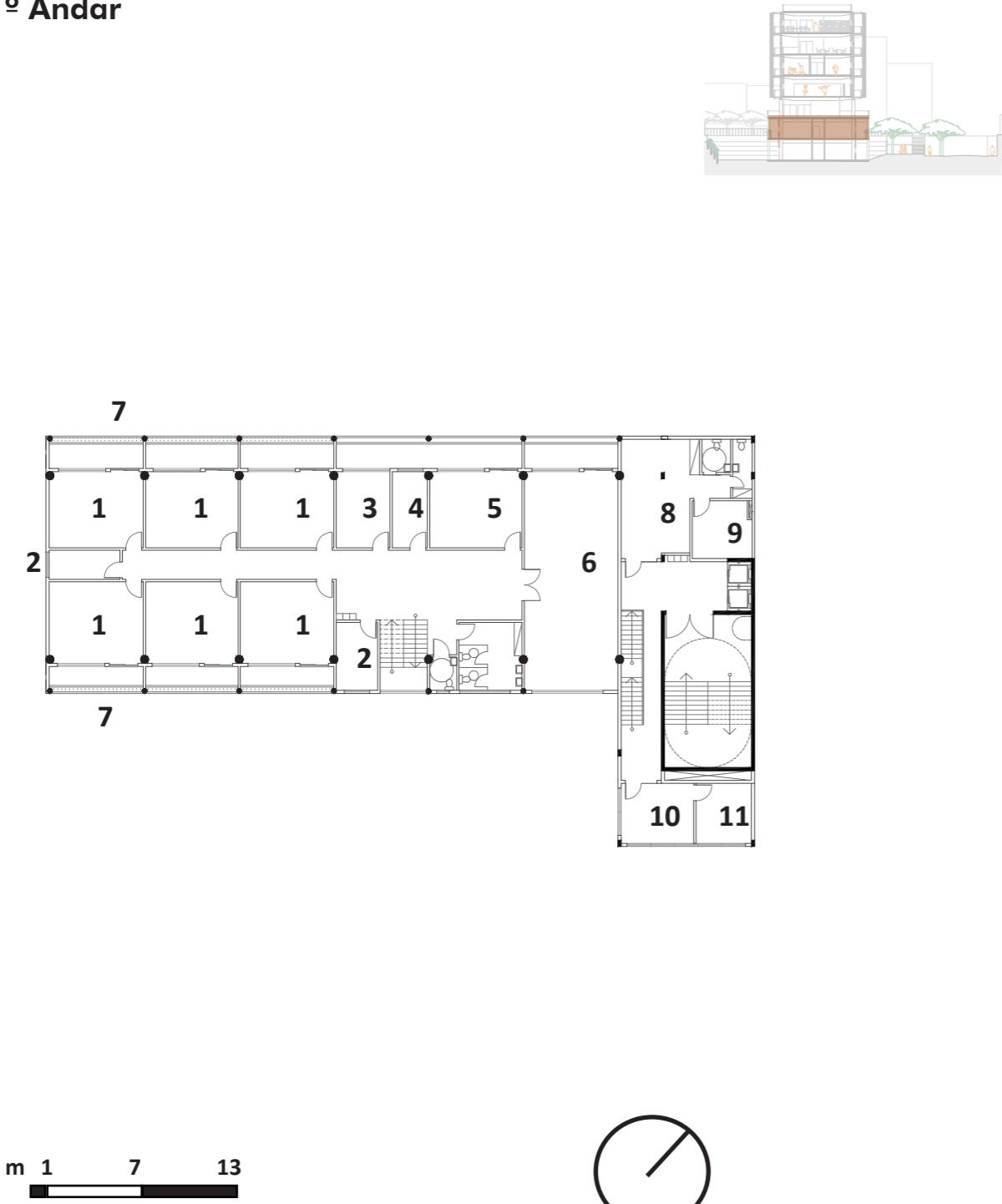
Creche:

- 1- Entrada creche
- 2-Hall e Refeitório
- 3- Berçário
- 4- Trocador infantil
- 5- Secretaria
- 6- Lavanderia
- 7- Depósito
- 8- Cozinha

Casa de Cultura:

- 9 - Entrada secundária da Casa de Cultura
- 10 - Recepção
- 11 - Bebedouros
- 12 - Copa dos funcionários
- 13 - Manutenção (pressurizador)

Planta do 1º Andar



Legenda

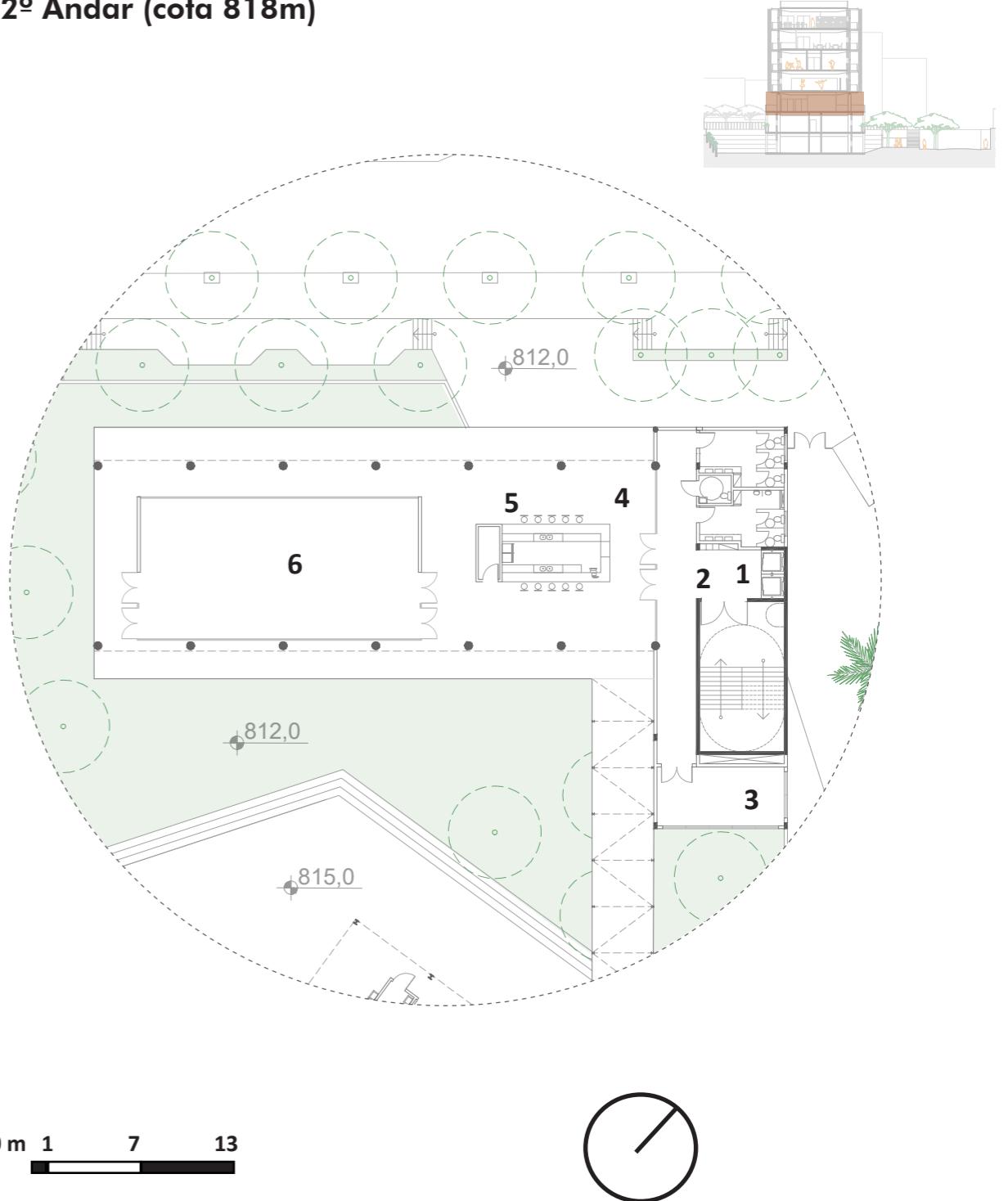
Creche:

- 1 - Sala de aula
- 2 - Banheiro Infantil
- 3 - Diretoria
- 4 - Depósito de materiais escolares
- 5 - Sala dos professores
- 6 - Brinquedoteca
- 7 - Varandas com vasos para plantio

Casa de Cultura:

- 8 - Administração
- 9 - Sala de reunião
- 10 - Administração (Piscinas)
- 11 - Sala de Reunião (Piscinas)

Planta do 2º Andar (cota 818m)

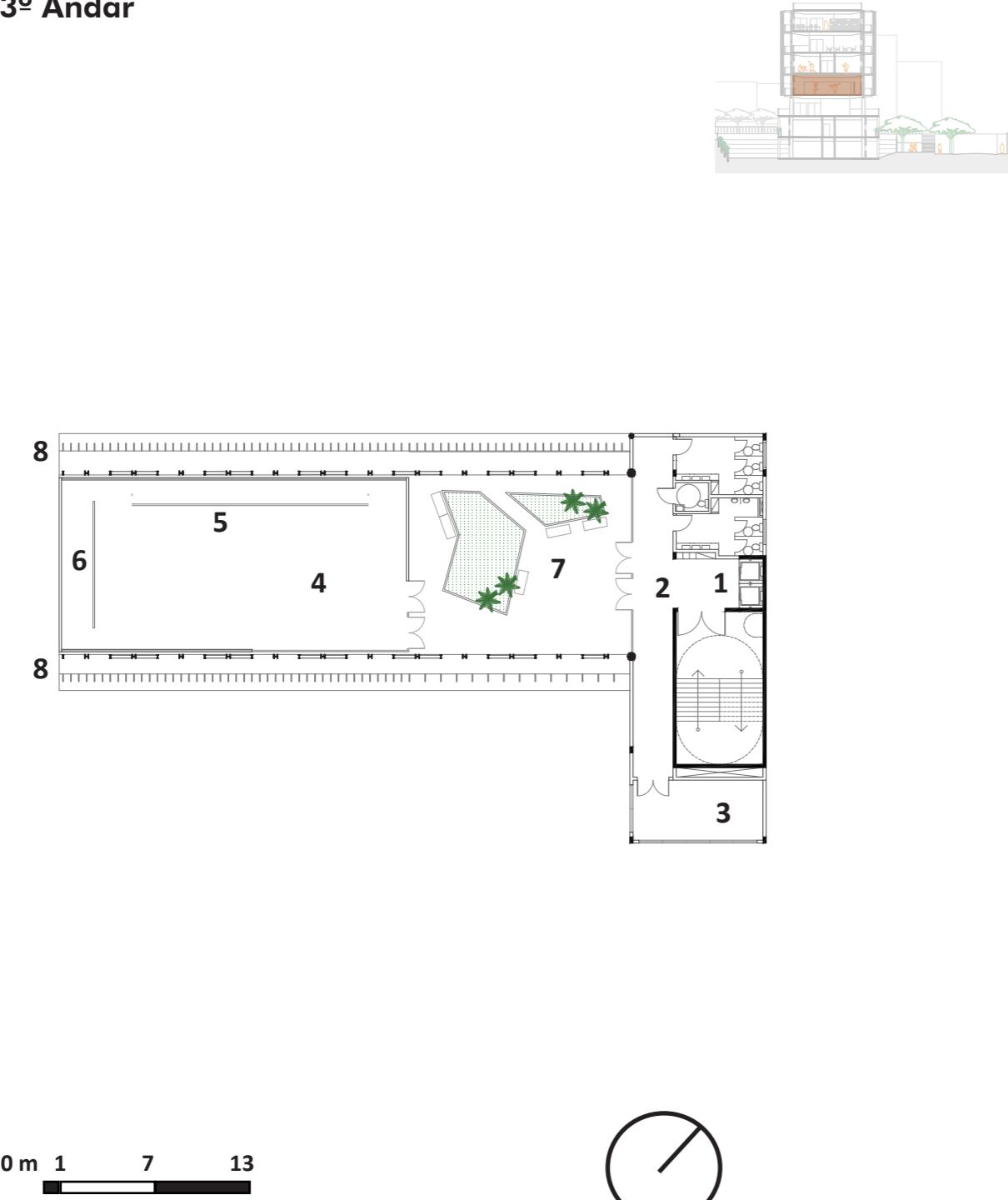


Legenda

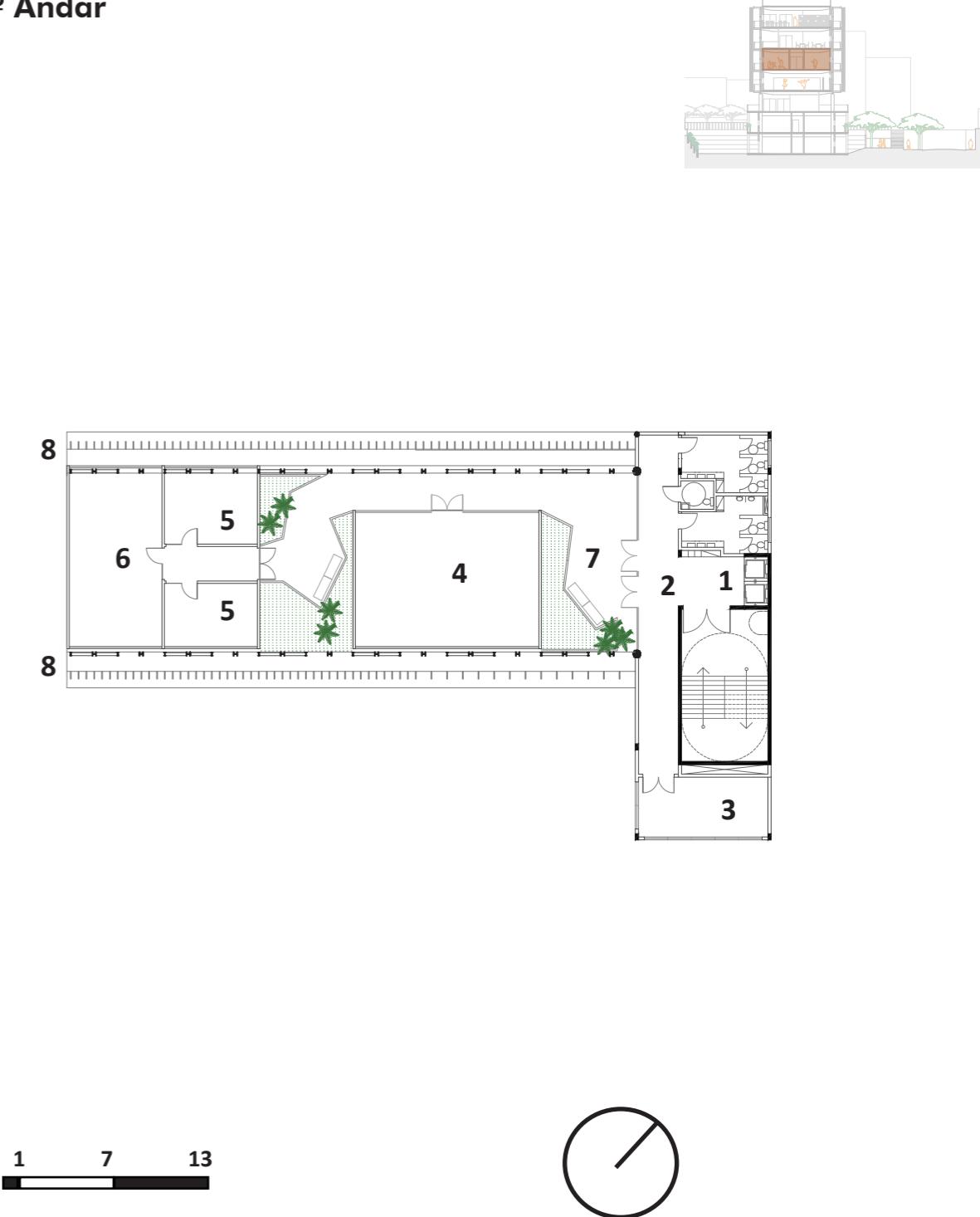
Casa de Cultura:

- 1- Hall dos elevadores e bebedouros
- 2 - Circulação e espaço multiuso que pode vir a ser refrigerado em momentos de episódios extremos de ondas de calor
- 3 - Sala multiuso que funcionaria conforme administração do salão principal do piso
- 4 - Café
- 5 - Depósito do café
- 6 - Salão de exposições

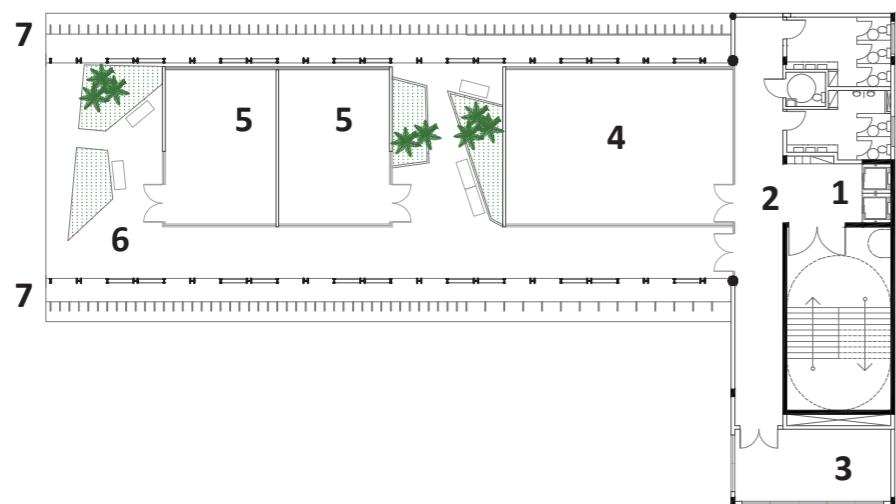
Planta do 3º Andar



Planta do 4º Andar



Planta do 5º Andar



0 m 1 7 13

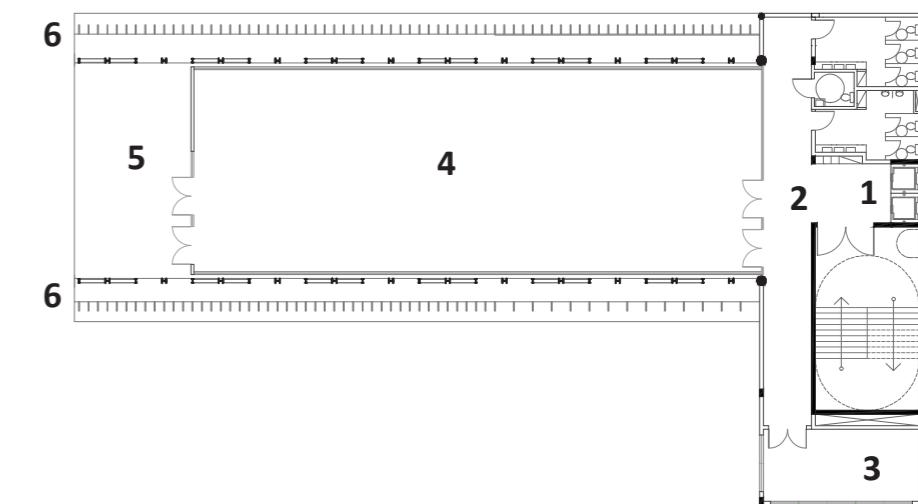
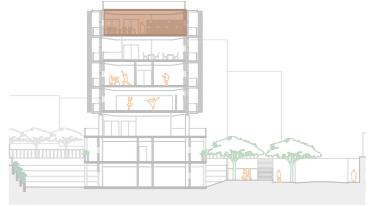


Legenda

Casa de Cultura:

- 1- Hall dos elevadores e bebedouros
- 2 - Circulação e espaço multiuso que pode vir a ser(resfriamento evaporativo) refrigerado em momentos de episódios extremos
- 3 - Sala multiuso que funcionaria conforme administração do salão principal do piso
- 4 - Salão de artes “molhado” (pintura)
- 5 - Salão de artes “seco” (bordado, artesanado, oficinas profissionalizantes)
- 6 - Canteiros vegetados

Planta do 6º Andar



0 m 1 7 13



Legenda

Casa de Cultura:

- 1- Hall dos elevadores e bebedouros
- 2 - Circulação e espaço multiuso que pode vir a ser refrigerado em momentos de episódios extremos de ondas de calor
- 3 - Sala multiuso que funcionaria conforme administração do salão principal do piso
- 4 - Salão da Biblioteca
- 5 - Terraço coberto
- 6 - Brise móvel

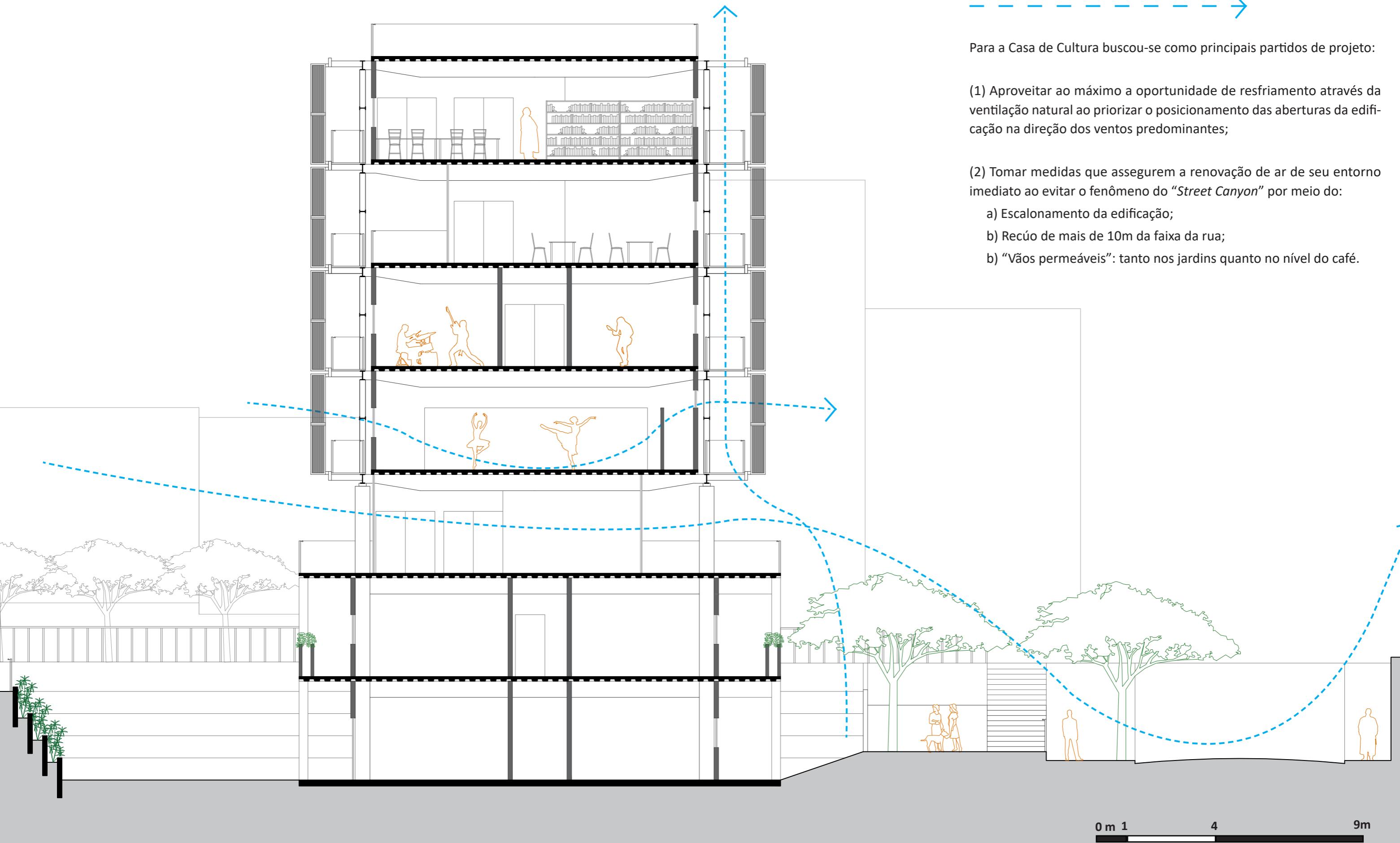
Vista Superior



0 m 1 7 13



Corte



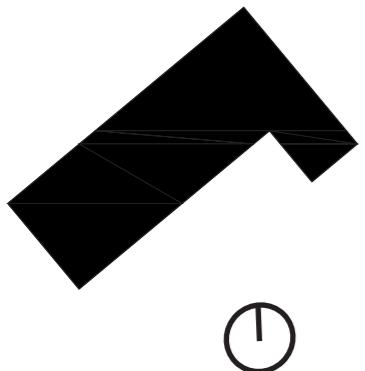
Ventos predominantes (sudeste)



Para a Casa de Cultura buscou-se como principais partidos de projeto:

- (1) Aproveitar ao máximo a oportunidade de resfriamento através da ventilação natural ao priorizar o posicionamento das aberturas da edificação na direção dos ventos predominantes;
- (2) Tomar medidas que assegurem a renovação de ar de seu entorno imediato ao evitar o fenômeno do "Street Canyon" por meio do:
 - a) Escalonamento da edificação;
 - b) Recuo de mais de 10m da faixa da rua;
 - b) "Vãos permeáveis": tanto nos jardins quanto no nível do café.

Brises

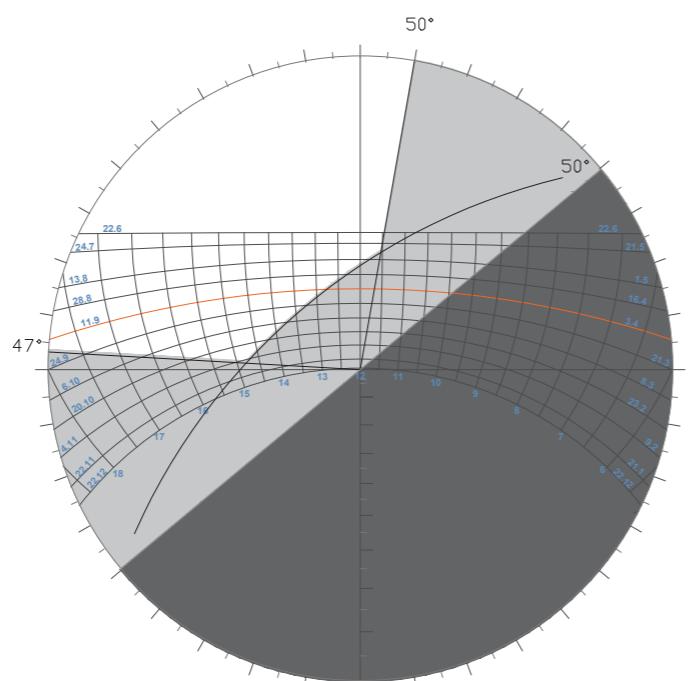


A idéia de se trabalhar com brises que possibilitassem manuseio do usuário surgiu durante o dimensionamento dos brises verticais, quando constatou-se que, para mascarar os horários vistos como críticos (finais de tarde) haveria a necessidade de colocação de brise de largura bastante próxima a dimensão do bloco do edifício em si.

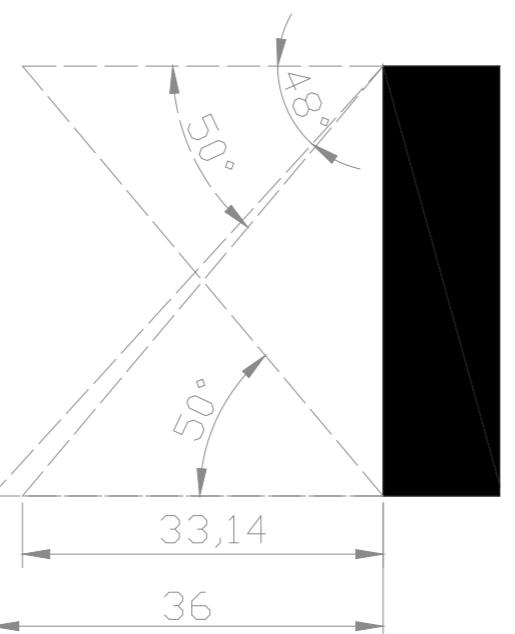
Por quê não, então, propor uma fachada “dinâmica” que possibilitasse, quando conveniente, não somente o controle de radiação direta mas também da iluminosidade?

Outra idéia, baseia-se na proposição de brises horizontais que, além de funcionarem como quebra sol, possuem maior facilidade na manutenção das fachadas da edificação por serem “pisáveis”.

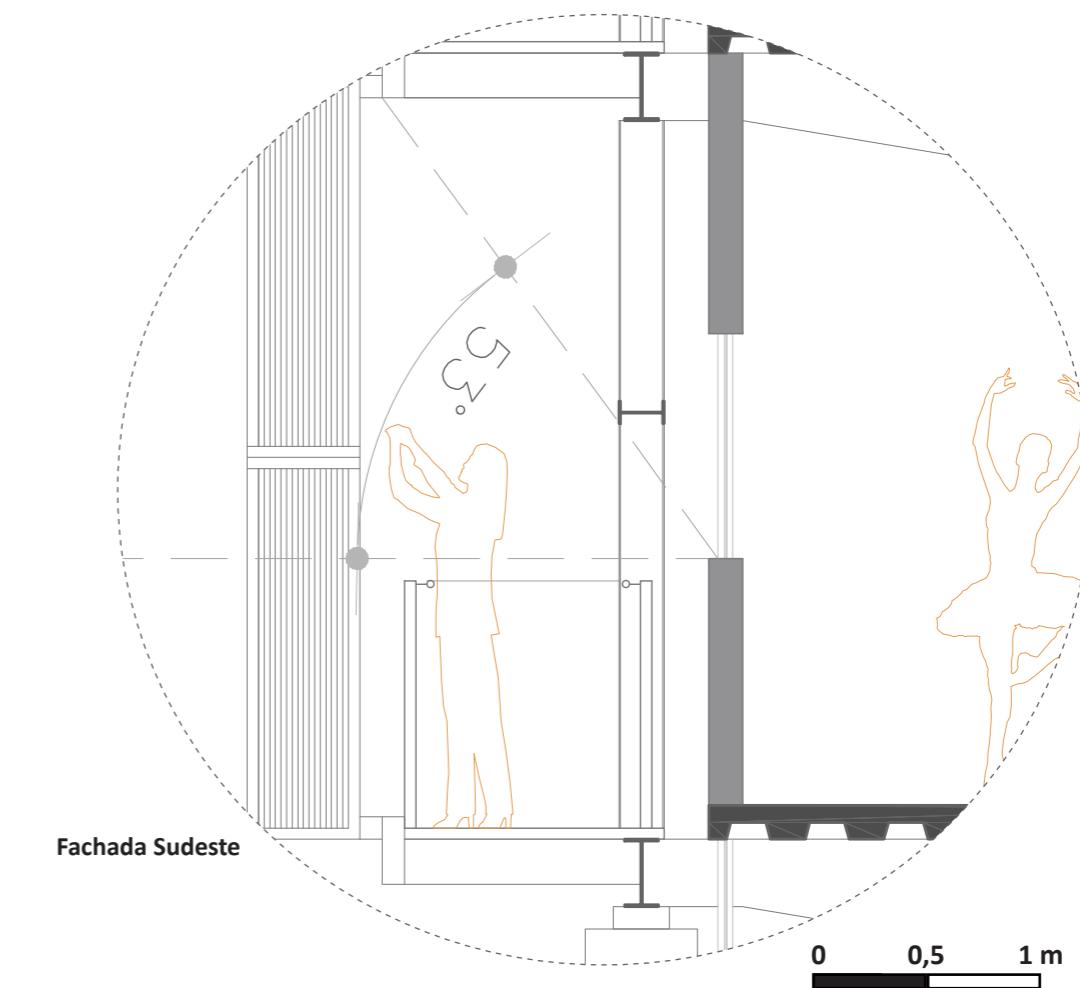
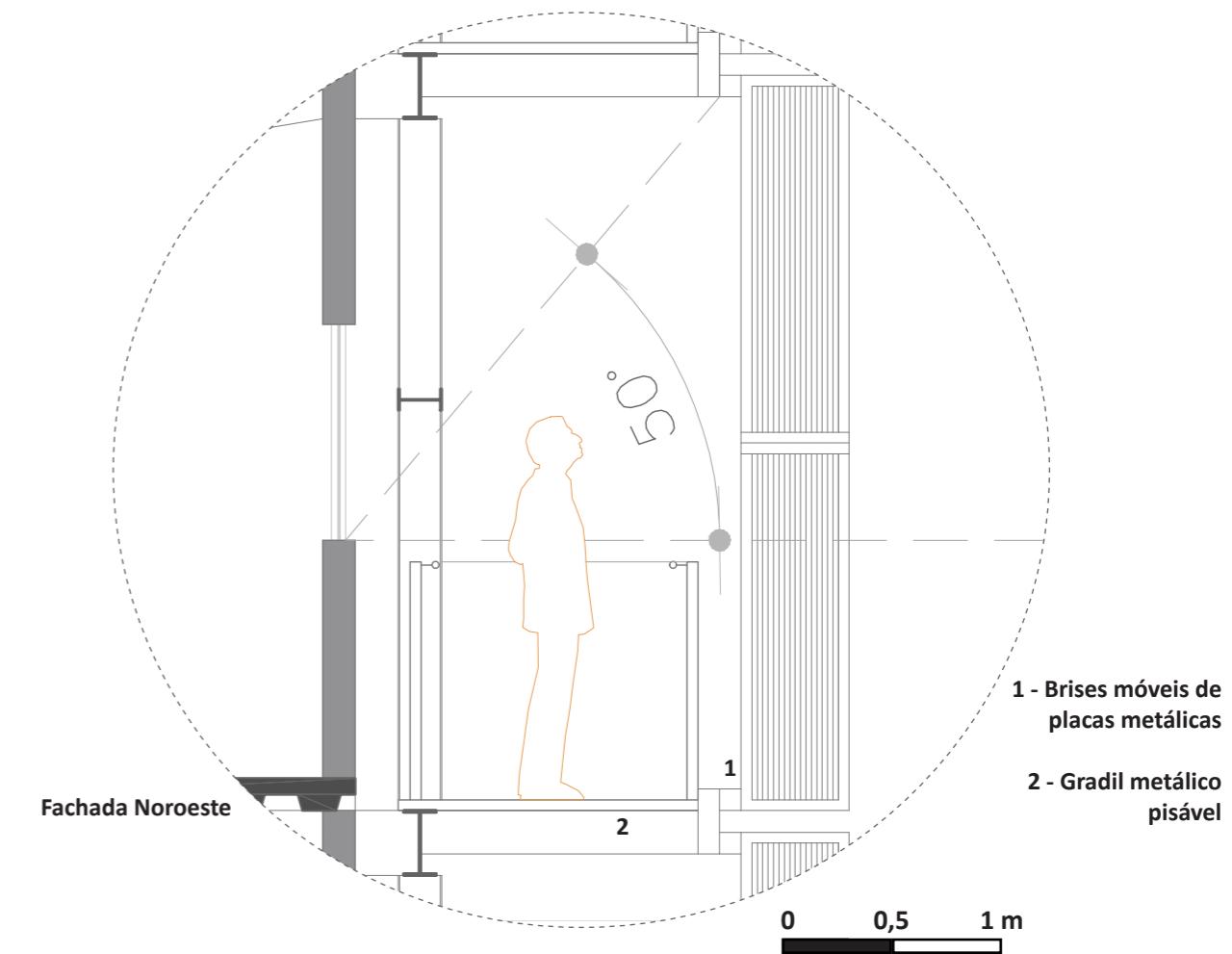
Para as aberturas dos shads, tanto da cobertura da UBS quanto da piscina coberta, buscou-se mesmo mascaramento apresentado acima visto que as direções de fachada coincidem.



Carta solar representando o mascaramento visto como interessante a ser efetuado na fachada noroeste da Casa de Cultura proposta. A linha em laranja representa a época do ano que ocorreu a última onda de calor que atingiu São Paulo (em outubro de 2020).



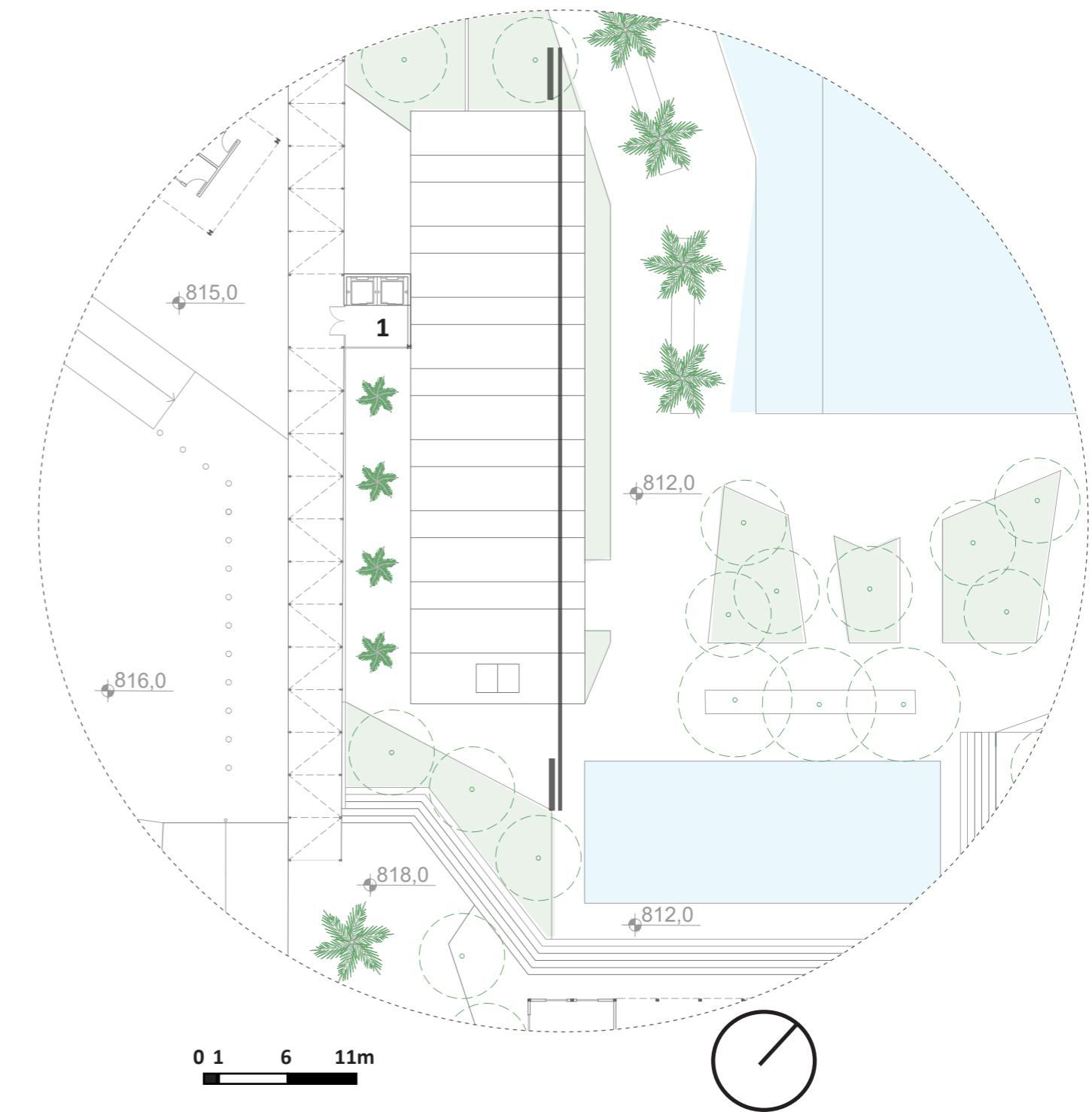
Estudo, em planta, de ângulos beta interessantes a serem aplicados no dimensionamento dos brises verticais.



PISCINA COBERTA



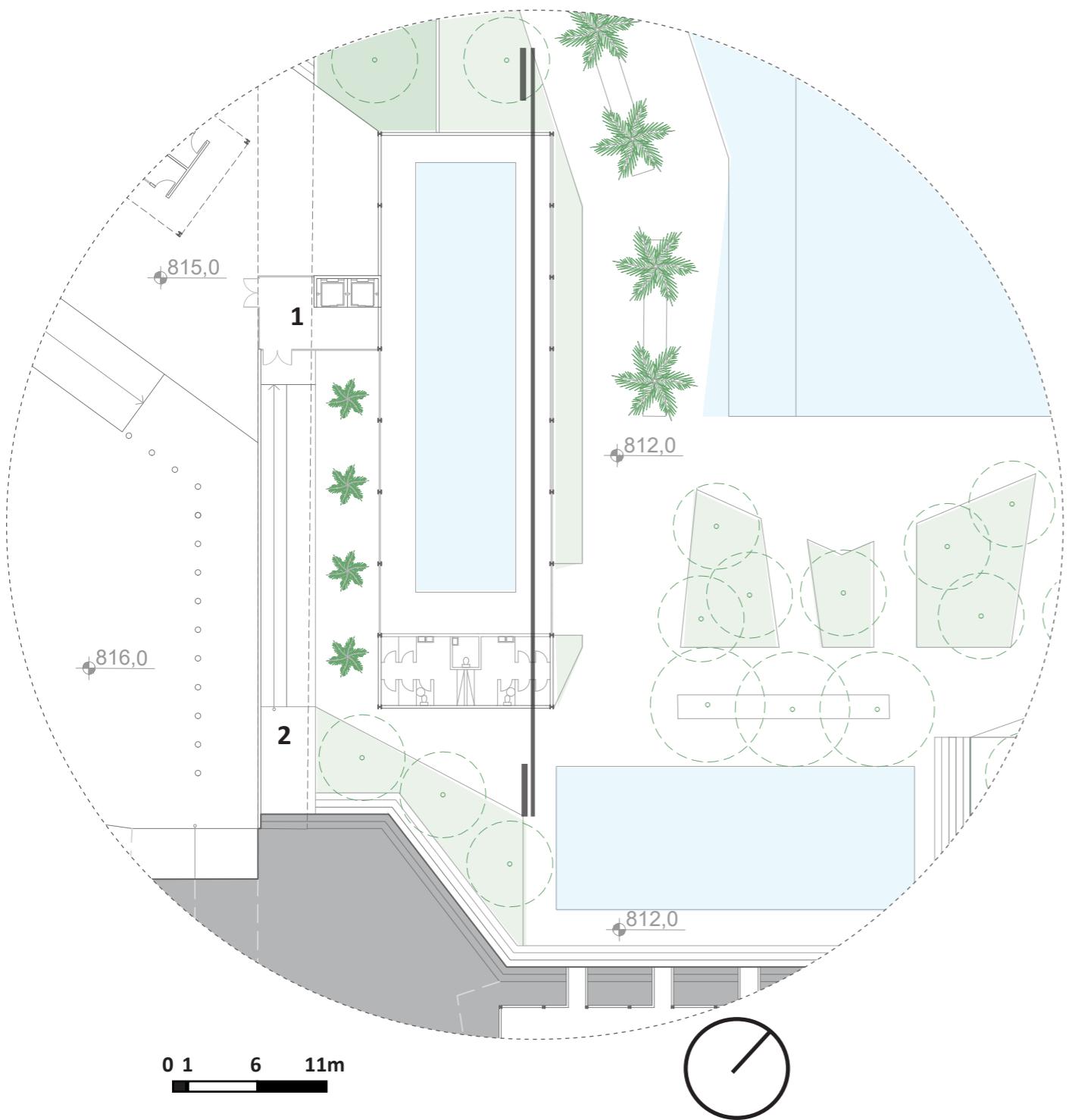
**Acesso ao complexo de piscinas pela estrutura treliçada
(cota 818m)**



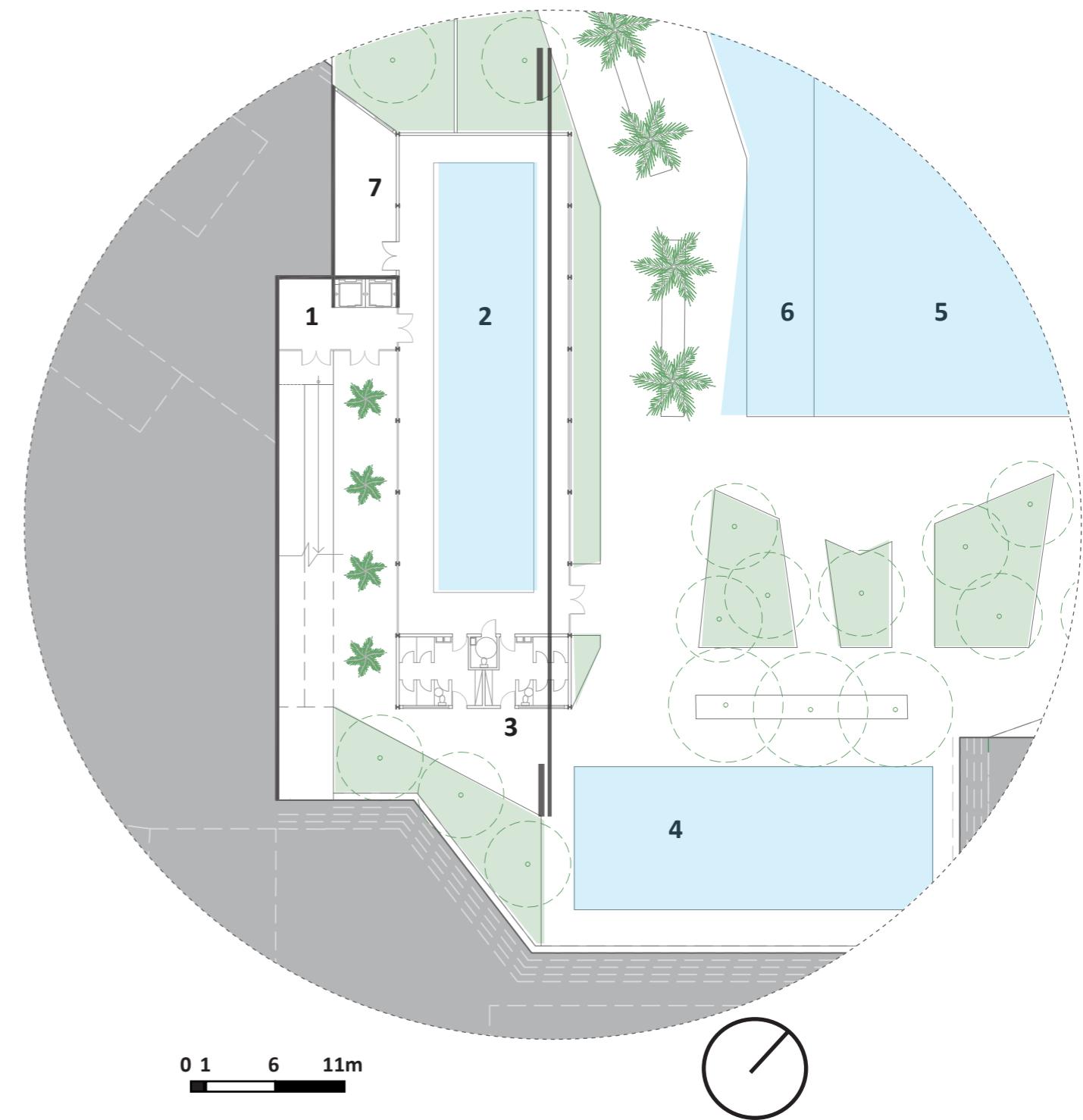
LEGENDA

1 - Acesso elevador pela estrutura treliçada do parque

**Acesso ao complexo de piscinas
(pelo patamar da cota 815m)**



**Planta Piscinas
(cota 812)**



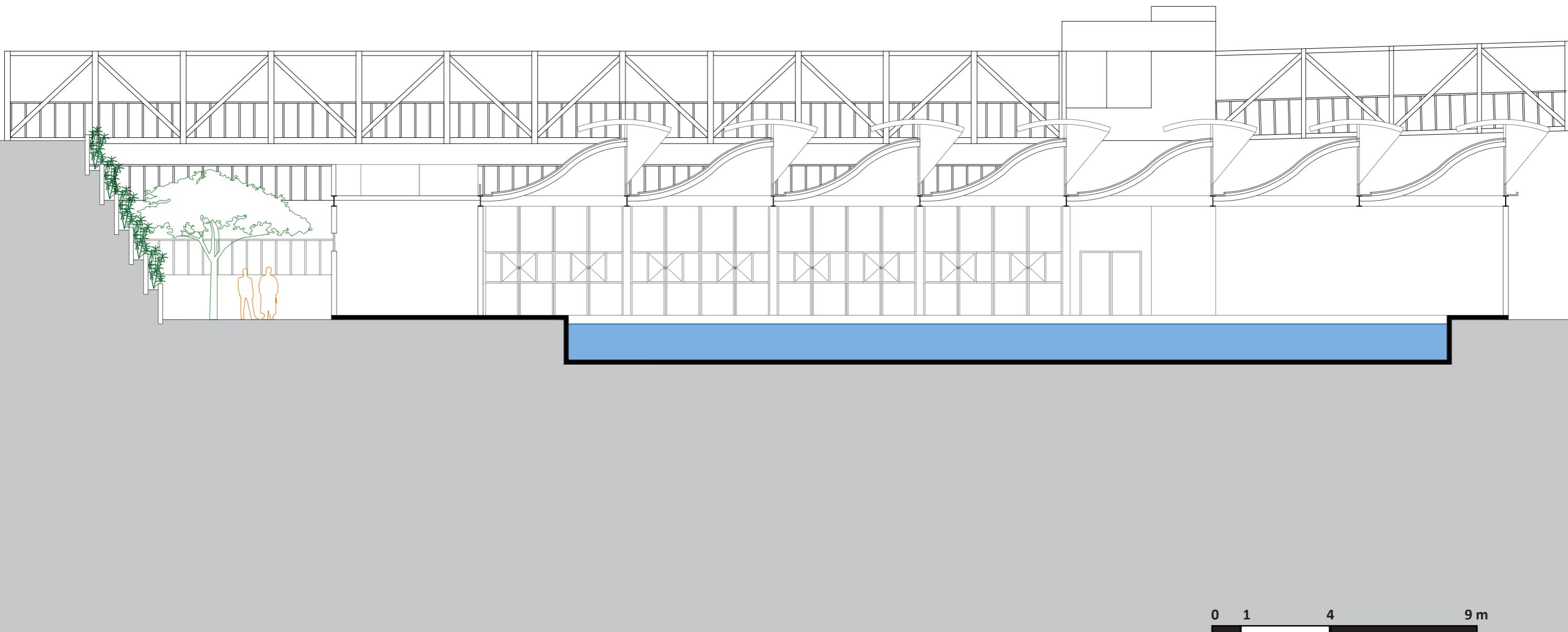
Corte

Ventos predominantes (sudeste)



Para a piscina coberta priorizou-se a estratégia de RESFRIAMENTO PASSIVO através de "shads" baseados principalmente dos projetos desenvolvidos por João Filgueiras Lima (Lelé) para os hospitais da rede Sarah e de cobertura projetada pelo escritório de Siegbert Zanettini aos complexo do CENPES II (Petrobras).

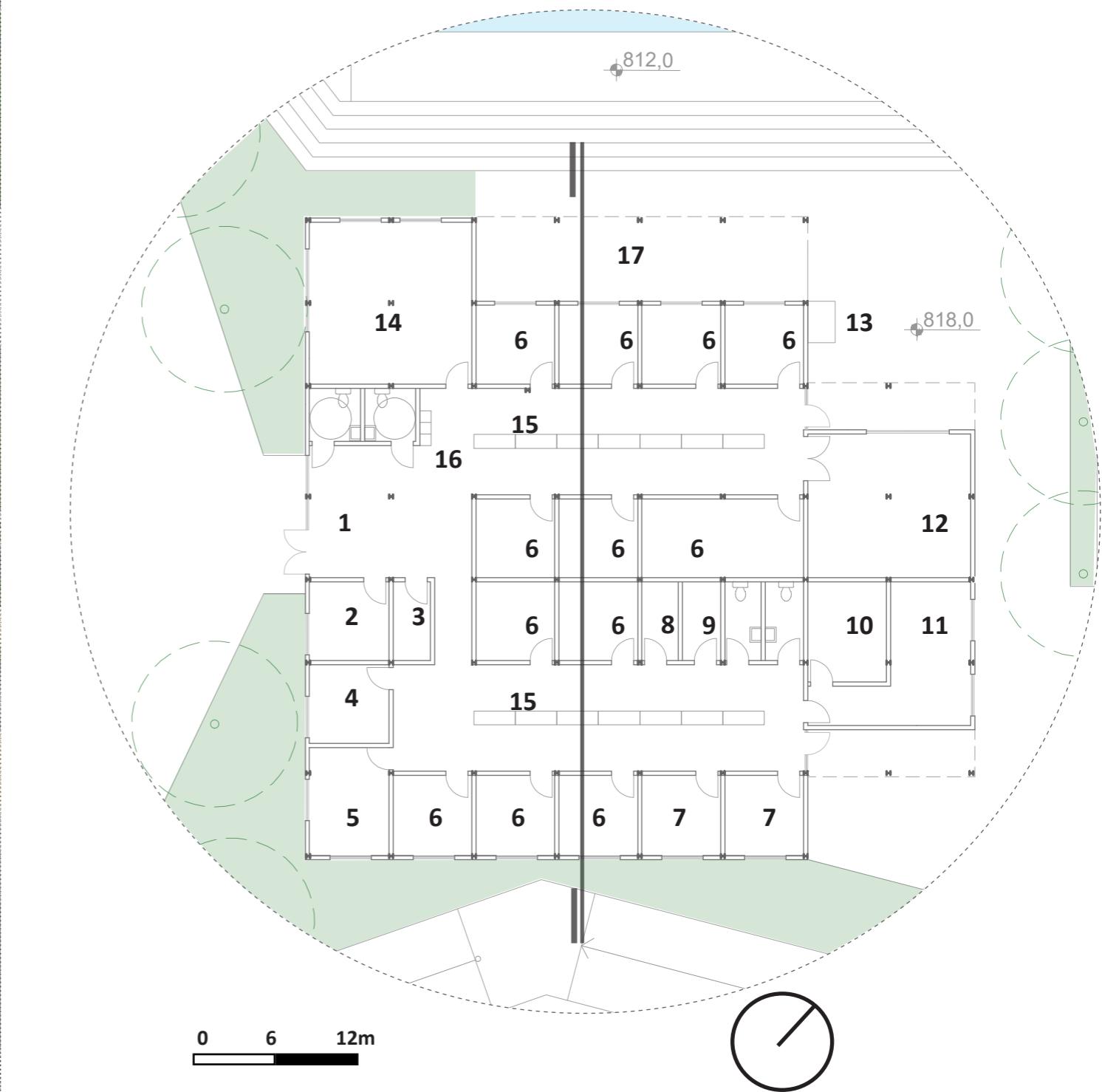
Uma espécie de cúmula e aletas laterais foram sugeridas como modo de proteção solar (brises horizontais e verticais) das aberturas para ventilação da cobertura da edificação.



UNIDADE BÁSICA DE SAÚDE (UBS)

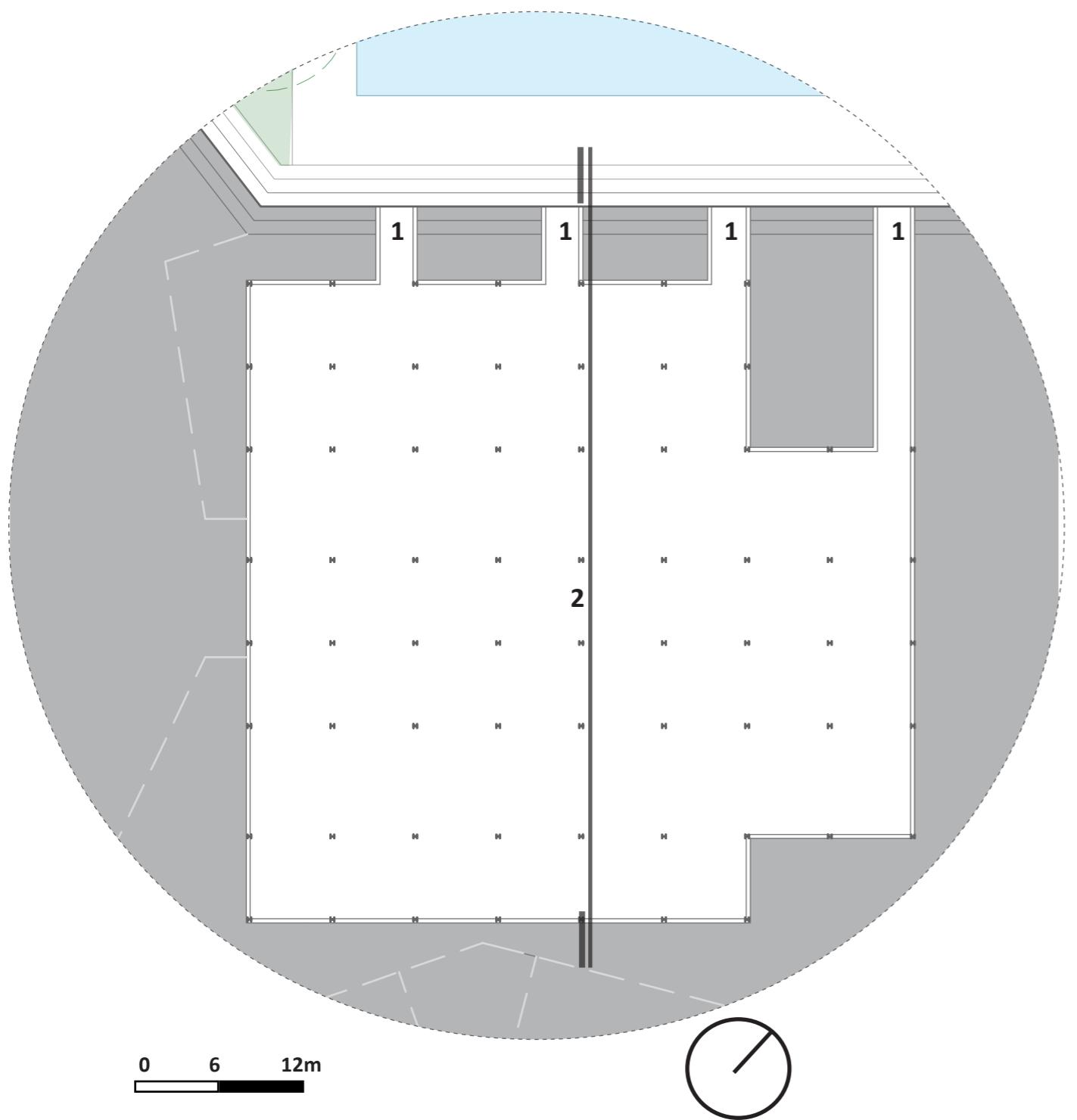


Planta térrea (cota 818m)



11- Cozinha (funcionários)
12- Sala de reunião dos agentes de saúde e convivência dos funcionários
13- Alçapão para descer ao andar inferior (escada marinheiro)
14- Sala de reunião e educação da comunidade
15- Espaço de espera. Em casos de episódios de calor extremo, a população pode ali permanecer enquanto recebe apoio de funcionários do meio da saúde
16- Bebedouros
17- Varanda

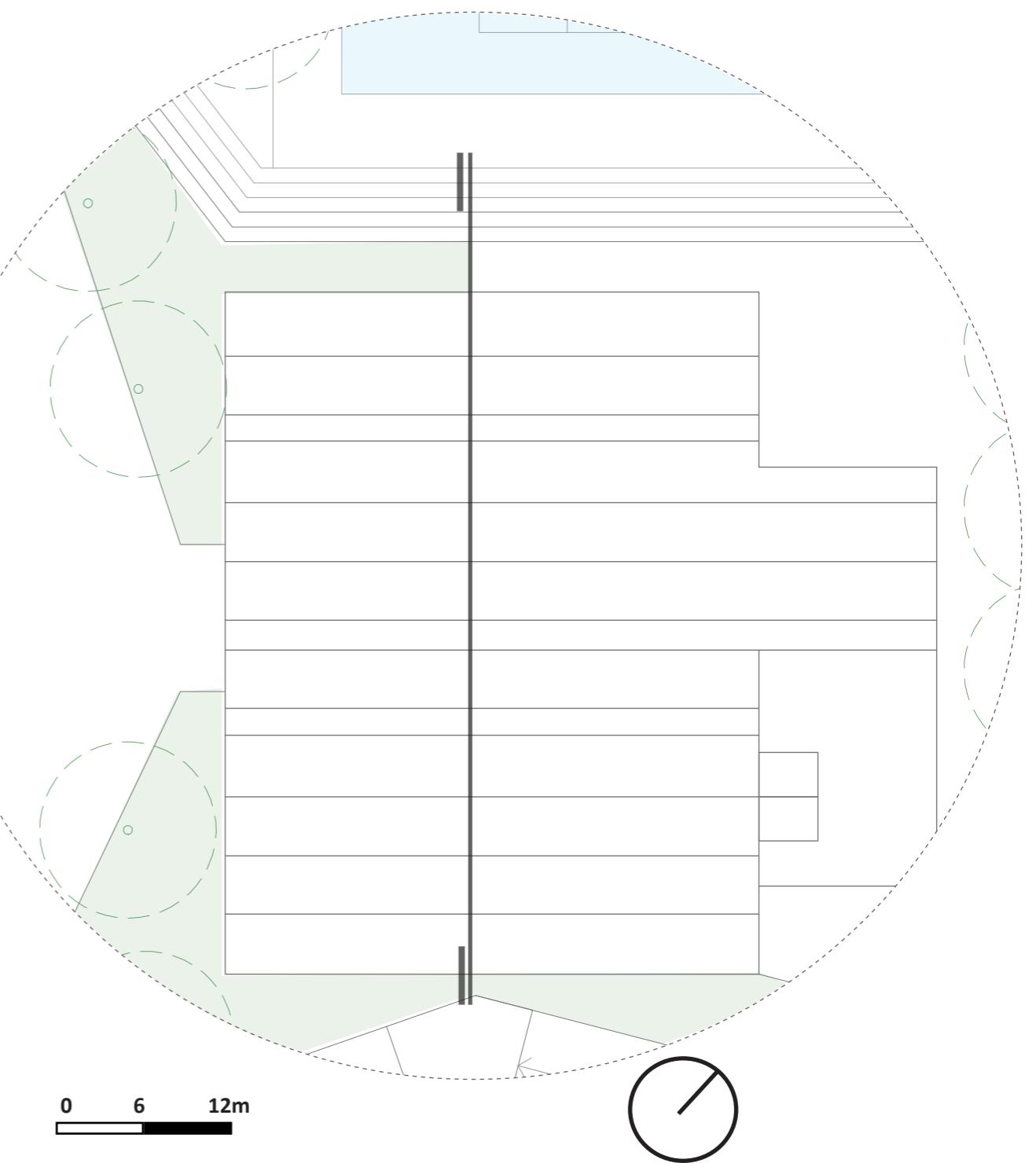
Planta do subsolo



LEGENDA

- 1- Ventiladores que captam o ar úmido das piscinas e o direciona aos espaços internos da UBS, maximando, desta maneira, a renovação de ar por sistema passivo de ventilação (inspirado no sistema desenvolvido por Lelé na rede de hospitais Sarah)
- 2- Área técnica

Vista superior

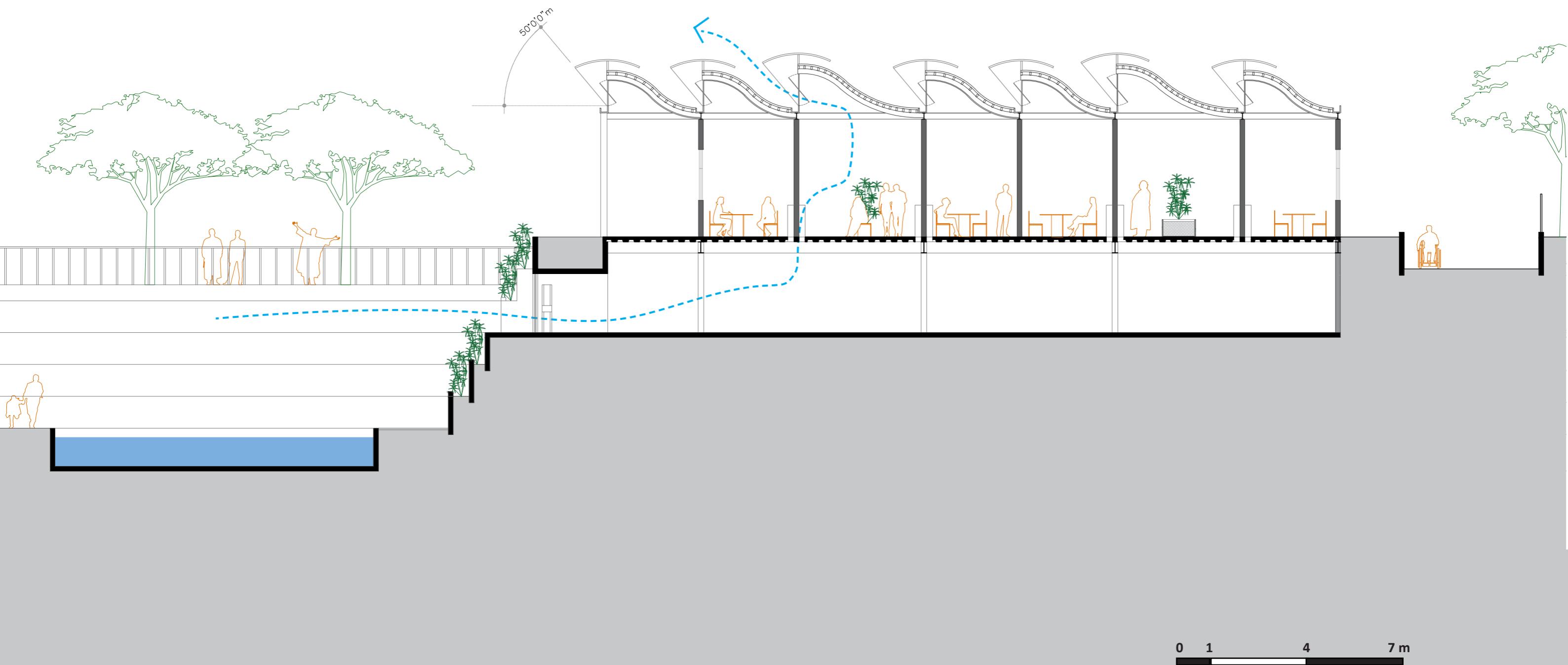


Corte

Ventos predominantes (sudeste)



Para a UBS priorizou-se a estratégia de RESFRIAMENTO EVAPORATIVO proveitando o desnível e proximidade do complexo de piscinas proposto.



7. CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÕES

De forma geral, o Trabalho Final de Graduação proporcionou grande obtenção de conhecimentos e amadurecimento de concepções antes vistas de forma mais simplistas. No início do desenvolvimento do estudo aqui apresentado o uso do ar condicionado era visto como um grande “vilão” e foi colocada como a principal premissa sua abolição do projeto arquitetônico, todavia, conforme foi-se estudando o assunto concluiu-se que o problema não é o uso deste sistema em si, mas sim o projeto de edifício que considera primordialmente e exclusivamente o uso de condicionamento artificial, desprezando a ventilação natural.

Outra percepção que ficou bastante latente, principalmente durante a etapa de desenvolvimento do projeto dos edifícios que compõem o refúgio urbano, é o importante papel que um espaço multiuso pode propiciar em momentos de ondas de calor. A circulação como espaço que pode abrigar a população enquanto essa repousa e se recupera do calor extremo foi fortemente explorada.

Somando-se com as conclusões, considerou-se relevante pontuar que no início e no decorrer da elaboração deste trabalho surgiram inúmeras ideias e possíveis temas que poderiam ser trabalhados. Além do que foi desenvolvido no projeto, outras questões a serem desenvolvidas seriam:

- **VIABILIDADE:** o projeto proposto seria, sem dúvidas, um investimento expressivo ao poder público e, um modo de viabilizá-lo poderia ser a construção do complexo em etapas. A primeira etapa da intervenção, por exemplo, poderia consistir na construção do edifício da Casa de Cultura, equipamento público que mais falta à região. Na sequência, como o edifício da Casa de Cultura também inclui a creche nos dois primeiros pavimentos, poder-se-ia dar prosseguimento demolição da creche existente e à construção do restante da praça, conjuntamente a nova UBS, que, uma vez pronta, possibilitaria a transferência do equipamento ao novo edifício.

● CONVERSA COM A COMUNIDADE LOCAL: qualquer intervenção dessa natureza, para que tenha sucesso, deve ser amplamente discutida com o público a quem se destina. Devido à pandemia do Covid-19, ao tempo limitado e a proposta inicial do presente trabalho ter um teor mais técnico e investigativo, a comunidade local não foi consultada. Houve uma tentativa de aproximação do programa da Casa de Cultura às atividades desenvolvidas por um coletivo de moradores local, Coletivo São Mateus em Movimento, visando a possibilidade deste coletivo também utilizar este espaço, contudo, essa não foi uma ideia profundamente explorada. Outro ponto da intervenção proposta que valeria a pena ter o aval da população local seria a substituição do campo de futebol existente pelo complexo de piscinas. Por ser mais pertinente à temática proposta pelo trabalho e por considerar que as piscinas poderiam atender a um público maior e mais diverso, optou-se pelo seguimento desta alternativa. Contudo, foi considerada também a possibilidade da maior piscina do complexo ser transformada numa quadra poliesportiva, caso essa fosse a preferência da comunidade, uma vez que suas dimensões (50x25m) poderiam comportar duas quadras poliesportivas (16x27m) ou comportar uma quadra de “futebol society” (45x25m).

● AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO TÉRMICO DAS EDIFICAÇÕES PROPOSTAS: para se ter segurança do bom desempenho que as edificações propostas trariam aos seus ocupantes, o ideal seria que elas passassem por processo investigativo maior em todas as áreas de conforto, especialmente o térmico. Pensou-se na possibilidade das edificações serem modeladas no EnergyPlus e avaliadas conforme premissas do Programa Brasileiro de Etiquetagem para Edificações (PBE Edifica) para edificações comerciais; contudo, devido a limitações de tempo, essa ideia foi descartada.

● TRABALHAR COM A IDEIA DE UMA INFRAESTRUTURA COMPARTILHADA: muitas cidades sofrem com o mesmo problema de: falta de espaço para investir de infraestrutura verde dentro da malha urbana mais adensada. Para reverter tal situação, Nova Iorque, por exemplo, abre os parques infantis de creches e escolas nos finais de semana à comunidade, visando suprir, desse modo, a falta de praças. Solução similar foi pensada para a creche, com a criação de um “parquinho” que pudesse ser liberado ao público fora do expediente da creche, contudo, a ideia acabou não sendo investigada.

● PLANCLIMA DA CIDADE DE SÃO PAULO: o Plano de Ação Climática do Município de São Paulo (2021), lançado em junho de 2021, apresenta mapa temático que expõe as regiões mais vulneráveis da cidade de São Paulo às ondas de calor. De acordo com este mapa, São Mateus não está listado nas áreas de intervenções prioritárias, pois, nos indicadores, também entraram fortemente o fator vulnerabilidade social e clima, tema não abordado com profundidade na presente pesquisa. Sobre o tema,

48

Disponível em <https://www.researchgate.net/publication/350055471_Por_uma_cidade_mais_resiliente_Redesenhando_espacos_na_Brasilandia_para_adaptação-aos_eventos_extremos_For_a_more_resilient_city_redesigning_spaces_in_Brasilandia_to_adapt_to_extreme_events>. Acesso em 09/07/2021.

49

Disponível em <<https://teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16132/tde-02102019-173844/pt-br.php>>. Acesso em 09/07/2021.

se o trabalho prosseguisse, talvez fosse necessário rever certos conceitos ou estudá-los mais a fundo, visando compreender e conceituar melhor a relação do clima com a população mais vulnerável economicamente. Todavia, no grupo de pesquisa coordenado pela orientadora deste trabalho, foram desenvolvidos outros estudos que conceituam o problema destacando-se os trabalhos de SOUZA (2021)⁴⁸ e FERREIRA (2019)⁴⁹.

● GENTRIFICAÇÃO: muito provavelmente, se a intervenção proposta fosse executada, haveria grande valorização das terras do distrito, o que poderia impactar na gentrificação da região e na movimentação da população vulnerável para as bordas ainda mais extremas da cidade, fato que denota a importância da intervenção ser pensada conjuntamente com políticas sociais que pudessem minimizar esse processo (construção e provimento de habitação social à população que reside em favelas situadas em áreas de risco, ajuda financeira com aluguel social, entre outros).

8.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCOFORADO, M.J. et al. Orientações climáticas para o ordenamento de Lisboa. Dissertação. Universidade de Lisboa, 2005. Disponível em <http://www.cm-lisboa.pt/fileadmin/VIVER/Urbanismo/urbanismo/planeamento/pdm/revisao/RPDLisboa_ava/liacao_climatica.pdf>. Acesso em 07/01/2021.

ALVES, Carolina A. A produção recente de edifícios residenciais em São Paulo: desempenho e conforto térmico no contexto urbano e climático em transição. Tese (Doutorado), FAU-USP. São Paulo, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 15.220 - Desempenho Térmico de Edificações.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 15.575 - Norma de Desempenho para Edificações Habitacionais.

BARCELONA. Barcelona se adapta con medidas específicas para hacer frente al calor y a las altas temperaturas del verano. Disponível em <https://ajuntament.barcelona.cat/relacionsinternacionalsicooperacio/es/noticia/barcelona-se-adapta-con-medidas-especificas-para-hacer-frente-al-calor-y-las-altas-temperaturas-del-verano_971722>. Acesso em 05/07/2021.

BUENOS AIRES. Buenos Aires Ciudad Verde: una mirada prospectiva al paisaje urbano. Buenos Aires Ciudad, 2014. Disponível em <<http://cdn2.buenosaires.gob.ar/desarrollourbano/publicaciones/buenos-aires-ciudad-verde.pdf>>. Acesso em 07/01/2021.

CÂMERA BRASILEIRA DA INSDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO (CBIC). Norma De Desempenho: Panorama Atual E Desafios Futuros. Disponível em <https://cbic.org.br/wpcontent/uploads/2017/11/Norma_de_Desempenho_Panorama_Atual_e_Desafios_Futuros_2016.pdf?fbclid=IwAR1X8k2-5Opn7m6uhkIEFh6PiJaPB1fWMPfgWDy830Sd35tzCCE_r0zWc54>. Acesso em 25/07/2021.

Canadá: o que explica a onda de calor relacionada a dezenas de mortes súbitas no país. Jornal BBC Brasil. Plataforma de notícias online, 30 de junho de 2021. Disponível em <<https://www.bbc.com/portuguese/internacional-57672256>>. Acesso em 05/07/2021.

Centers for Disease Control and Prevention (CDC). The Use of Cooling Centers to Prevent Heat-Related Illness: Summary of Evidence and Strategies for Implementation Climate and Health Technical Report Series Climate and Health Program, Centers for Disease Control and Prevention. EUA, 2017. Disponível em <https://www.researchgate.net/publication/319112587_The_Use_of_Cooling_Centers_to_Prevent_HeatRelated_Illness_Summary_of_Evidence_and_Strategies_for_Implementation_Climate_and_Health_Technical_Report_Series_Climate_and_Health_Program_Centers_for_Disea#fullTextFileContent>. Acesso em 05/01/2020.

DECKER, Kris De. The solar envelope: how to heat and cool cities without fossil fuels. Artigo online, LOW-TECH MAGAZINE. Disponível em <<https://www.lowtechmagazine.com/2012/03/solar-oriented-cities-1-the-solar-envelope.html>>. Acesso em 28/12/2020.

DINIZ, Fernanda; GONÇALVES, Fábio L. T.; SHERIDAN, Scott C. Heat Wave and Elderly Mortality: Historical Analysis and Future Projection for Metropolitan Region of São Paulo, Brazil. *Atmosphere*, 30 de julho de 2020. Disponível em <https://www.researchgate.net/publication/344009217_Heat_Wave_and_Elderly_Mortality_Historical_Analysis_and_Future_Projection_for_Metropolitan_Region_of_Sao_Paulo_Brazil>. Acesso em 11/01/2021.

DUARTE, Denise H. S. O Impacto da Vegetação no Microclima em cidades adensadas e seu papel na adaptação aos fenômenos de Aquecimento Urbano: Contribuições a uma abordagem interdisciplinar. Tese (Livre-docência), FAU-USP. São Paulo, 2015.

DUARTE, Denise H. S. Acesso ao sol, sombreamento, ofuscamento. Slides de aula da disciplina "AUT0225 - Conforto Ambiental em Espaços Urbanos Abertos", FAU-USP. São Paulo, 2018.

DUARTE, Denise H. S. Clima Urbano. Slides de aula da disciplina "AUT0225 - Conforto Ambiental em Espaços Urbanos Abertos", FAU-USP. São Paulo, 2018.

DUARTE, Denise H. S. Efeitos da geometria e superfícies urbanas. Slides de aula da disciplina "AUT0225 - Conforto Ambiental em Espaços Urbanos Abertos", FAU-USP. São Paulo, 2018.

DUARTE, Denise H. S. Efeitos da vegetação no microclima urbano. Slides de aula da disciplina "AUT0225 - Conforto Ambiental em Espaços Urbanos

Abertos", FAU-USP. São Paulo, 2018.

DUARTE, Denise H. S. Ventilação Urbana. Slides de aula da disciplina "AUT0225 - Conforto Ambiental em Espaços Urbanos Abertos", FAU-USP. São Paulo, 2018.

FERREIRA, Luciana S. Vegetação, temperatura de superfície e morfologia urbana: um retrato da região metropolitana de São Paulo. Tese (Doutorado), FAU-USP. São Paulo, 2019.

FIORANTI, Carlos; LOPES, Reinaldo J. Ondas de calor: Mais intensas, longas e frequentes. *Revista Fapesp*, dezembro de 2017. Disponível em <<https://revistapesquisa.fapesp.br/ondas-de-calor-mais-intensas-longas-e-frequentes/>>. Acesso em 11/01/2021.

GEIRINHAS, J. L. et al. Climatic and synoptic characterization of heat waves in Brazil. *International Journal of Climatology*.

GESTÃO URBANA SP. Planos Regionais das Subprefeituras. Disponível em <<https://gestaourbana.prefeitura.sp.gov.br/marco-regulatorio/planos-regionais/arquivos/>>. Acesso em 25/07/2021.

HONG KONG. Hong Kong 2030: Planning Vision and Strategy. HK Government. Disponível em <https://www.pland.gov.hk/pland_en/p_study/comp_s/hk2030/eng/finalreport/>. Acesso em 07/01/2021.

HONG KONG. Practice Note for Authorized Persons, Registered Structural Engineers and Registered Geotechnical Engineers. Buildings Department, 2015. Disponível em <<https://www.bd.gov.hk/doc/en/resources/codes-and-references/practice-notes-and-circularletters/pnpp/APP/APP130.pdf>>. Acesso em 30/12/2020.

HONG KONG. Practice Note for Authorized Persons, Registered Structural Engineers and Registered Geotechnical Engineers. Buildings Department, 2016. Disponível em <<https://www.bd.gov.hk/doc/en/resources/codes-and-references/practice-notes-and-circularletters/pnpp/APP/APP152.pdf>>. Acesso em 31/12/2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) de 2015. IBGE, 2015. Disponível em <<https://educa.ibge.gov.br/jovens/conheca-o-brasil/populacao/18313-populacao-rural-e-urbana.html>>. Acesso em 11/01/2021.

LISBOA. Biodiversidade na cidade de Lisboa: uma estratégia para 2020. Câmara Municipal de Lisboa, 2015. Disponível em <http://www.lisboae-nova.org/images/stories/Biodiversidade/Biodiversidade_3Ed_Net.pdf>. Acesso em 07/01/2021.

LISBOA. Plano Diretor Municipal de Lisboa (PDM). Câmara Municipal de Lisboa, 2012. Disponível em <http://www.cm-lisboa.pt/fileadmin/VIVER/Urbanismo/urbanismo/planeamento/pdm/AF_REGULAMENTO_PDM_Lx.pdf>. Acesso em 07/01/2021.

LOS ANGELES. Extreme Heat. Disponível em <<https://ready.lacounty.gov/heat/>>. Acesso em 05/01/2021.

MCCARTNEY, S; MEHTA, A. Satellite Remote Sensing for Urban Heat Islands. NASA, Applied Remote Sensing Training Program, 10 de novembro de 2020. Disponível em <https://appliedsciences.nasa.gov/sites/default/files/2020-11/UHI_Part1_v5.pdf>. Acesso em 11/01/2021.

MORA, C. et al. Twenty-seven ways a heat wave can kill you: Deadly heat in the era of climate change. *Circulation: Cardiovascular Quality and Outcomes*. v. 10 (11), p. 1-6. 2017.

NAÇÕES UNIDAS (BRASIL). Objetivos sustentáveis no Brasil. Disponível em <<https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>>. Acesso em 11/01/2021.

NEW YORK STATE. Frequently Asked Questions About Cooling Centers. Disponível em <<https://www.health.ny.gov/environmental/weather/cooling/ccfaq.htm>>. Acesso em 05/01/2021.

NG et al. Defining the environmental performance of neighbourhoods in high-density cities. Disponível em <https://www.researchgate.net/publication/321277126_Defining_the_environmental_performance_of_neighbourhoods_in_high-density_cities>. Acesso em 23/07/2021

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

OKUMURA, Renata. SP volta a bater recorde de calor do ano e tem sequência inédita de dias acima dos 37°C. O Estado de S.Paulo. Plataforma de notícias online, 02 de outubro de 2020. Disponível em <<https://sao-paulo.estadao.com.br/noticias/geral,sp-volta-a-bater-recorde-de-calor-do-ano-e-tem-3-dias-acima-dos-37c-pela-primeira-vez,70003461325>>. Acesso em 11/01/2021.

OLIVEIRA, B. B. A inserção de vegetação nas cidades: sistematização de planos urbanísticos e boas práticas. Monografia (Relatório Final de Iniciação Científica) sob orientação da Profa. Dra. Denise Helena Silva Duarte e colaboração da Dra. Luciana Schwandner Ferreira – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (FAU – USP). São Paulo, 2019.

OLIVEIRA, B. B. Políticas públicas para a inserção de vegetação nas cidades: os indicadores de vegetação para o espaço público e privado e a

Quota Ambiental em São Paulo. Monografia (Relatório Final de Iniciação Científica) sob orientação da Prof.a Dr. a Denise Helena Silva Duarte – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (FAU – USP). São Paulo, 2018.

ONDA de calor continua e Inmet alerta para risco de morte em parte do Brasil. Jornal G1. Plataforma de notícias online, 06 de outubro de 2020. Disponível em <<https://g1.globo.com/natureza/noticia/2020/10/06/onda-de-calor-continua-e-inmet-alerta-para-risco-de-morte-em-parte-do-brasil.ghtml>>. Acesso em 11/01/2021.

ONDA de calor deixa 1.500 mortos na França. Jornal Folha de São Paulo. Plataforma de notícias online, 08 de setembro de 2019. Disponível em <<https://www1.folha.uol.com.br/mundo/2019/09/onda-de-calor-deixa-1500-mortos-na-franca.shtml>>. Acesso em 08/11/2020.

PÉREZ, Denis; FÁVERO, Édison. O envelope solar como instrumento de regulamentação do direito de acesso ao Sol: estudo de casos na cidade de Campinas SP, Brasil. Disponível em <<http://www.ambiente-augm.ufscar.br/uploads/A2-040.pdf>>. Acesso em 28/12/2020.

PROJETEE. Estratégias bioclimáticas. Disponível em <<http://projeteee.mma.gov.br/estrategias-bioclimaticas/>>. Acesso em 10/01/2020.

SÃO PAULO (cidade). Caderno de Propostas dos Planos Regionais das Subprefeituras Quadro Analítico: São Mateus. São Paulo, 2016. Disponível em <<https://gestaourbana.prefeitura.sp.gov.br/wp-content/uploads/2016/03/QA-SM.pdf>>. Acesso em 25/07/2021.

SÃO PAULO (cidade). CEI PADRÃO EDIF 2008 (MOD 2011). Disponível em <<https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/empreendimentos/index.php?p=256753>>. Acesso em 07/07/2021.

SÃO PAULO (cidade). Conheça a história da Subprefeitura São Mateus. Disponível em <https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/subprefeituras/sao_mateus/historico/index.php?p=438>. Acesso em 09/07/2021.

SÃO PAULO (cidade). Dados demográficos dos distritos pertencentes às Subprefeituras. Disponível em <https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/subprefeituras/subprefeituras/dados_demograficos/index.php?p=12758>. Acesso em 09/07/2021.

SÃO PAULO (cidade). Geosampa. Disponível em <http://geosampa.prefeitura.sp.gov.br/PaginasPublicas/_SBC.aspx>. Acesso em 22/07/2021

SÃO PAULO (cidade). Plano de Ação Climática do Município de São Paulo 2020-2050 (PLAN CLIMA SP). São Paulo, 2021. Disponível em <<https://>>

REFERÊNCIAS DE PROJETO

www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/meio_ambiente/arquivos/PlanClimaSP_BaixaResolucao.pdf >. Acesso em 06/07/2021.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE GERIATRIA E GERONTOLOGIA (SBGG). Cuidados para evitar a Hipertermia em idosos no verão. Disponível em <<https://sbgg.org.br/cuidados-para-evitar-a-hipertermia-em-idosos-no-verao>>. Acesso em 05/07/2021.

SOUSA, Rafaela. Acordo de Paris. Brasil Escola. Disponível em: <<https://brasilescola.uol.com.br/geografia/acordo-paris.htm>>. Acesso em 26/12/2020.

TATEOKA, Suzana S.; DUARTE, Denise. H. S. Adaptação às mudanças climáticas: desafios para requalificação de edifícios existentes em São Paulo. XIV ENCAC (Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído) e X ELACAC (Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído). Balneário Camboriú, 27 a 29 de setembro de 2017. Disponível em <https://www.researchgate.net/publication/320353826_Adaptacao_as_mudancas_climaticas_desafios_para_requalificacao_de_edificios_existentes_em_Sao_Paulo>. Acesso em 11/01/2021.

UNITED NATIONS (ONU). 2018 Revision of World Urbanization Prospects. United Nations, 16 de maio de 2018. Disponível em <<https://www.un.org/development/desa/publications/2018-revision-of-world-urbanization-prospects.html>>. Acesso em 11/01/2021.

UNITED NATIONS (ONU). Acordo de Paris. Disponível em <<https://www.undp.org/content/dam/brazil/docs/ODS/undp-br-ods-ParisAgreement.pdf>>. Acesso em 26/12/2020.

UNITED NATIONS (ONU). Growth rates of urban agglomerations by size class. United Nations, 2020. Disponível em <<https://population.un.org/wup/Maps/>>. Acesso em 11/01/2021.

UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE (UNFCCC). GUIA DE ADAPTAÇÃO ÀS MUDANÇAS DO CLIMA: Para entes federativos. WWF-Brasil, Brasília, novembro de 2017. Disponível em <https://d3nehc6yl9qzo4.cloudfront.net/downloads/guia_adaptacao_wwf_iclei_revfinal_01dez_2.pdf>. Acesso em 26/12/2020.

YOSHIDA, Daniel F. O. Projetando Espaços Para Pessoas: Um Oásis no Bairro da Liberdade. Trabalho Final de Graduação. São Paulo, FAUUSP: 2017.

GRUPOSP; MARGOTTO, L. Sede do SEBRAE / . Disponível em <https://www.archdaily.com.br/01-402/sede-do-sebrae-gruposp?ad_source=myarchdaily&ad_medium=bookmark-show&ad_content=current-user>. Acesso em 25/07/2021.

FIGUEREDO, Yêdda Magalhães. Parque Lina Bo: proposta para requalificação do entorno do Teatro Oficina. Trabalho desenvolvido para a matéria “AUP0183 - A Estrutura no Projeto do Edifício”, FAU-USP. São Paulo, 2020.

MINAS GERAIS. Planta padrão de UBS Tipo I. Disponível em <<https://www.saude.mg.gov.br/images/documentos/PLANTA%20UBS%20PADRaO%20TIPO%20I.pdf>>. Acesso em 07/07/2021.

MONTERO, Jorge Isaac Perén. Ventilação e iluminação naturais na obra de João Filgueiras Lima, Lelé: estudo dos hospitais da rede SARAH Kubitschek Fortaleza e Rio de Janeiro. Tese de mestrado, Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. São Carlos, 2006. Disponível em <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18141/tde-12032007-225829/publico/dissertacaoPerenJI.pdf>>. Acesso em 25/07/2021.

ZANETTINI, Siegbert. CENPES II. Archdaily. Disponível em <<https://www.archdaily.com.br/787998/cenpes-ii-siegbert-zanettini>>. Acesso em 25/07/2021.

