UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE ARQUITETURA E URBANISMO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO

KAMYLA JANNINE COSTA BARROS

PARQUE URBANO, CONFORTO TÉRMICO E COMPORTAMENTO DOS USUÁRIOS: O CASO DO PARQUE DO KARTÓDROMO NA CIDADE DE SÃO CARLOS/SP

SÃO CARLOS
2022

KAMYLA JANNINE COSTA BARROS

Parque urbano, conforto térmico e comportamento dos usuários:
o caso do Parque do Kartódromo na cidade de São Carlos/SP

Versão Original

Dissertação apresentada ao Instituto de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências.

Área de Concentração: Arquitetura, Urbanismo e Tecnologia

Orientadora: Profª. Drª. Kelen Almeida Dornelles

Coorientadora: Profª. Drª. Luciana Bongiovanni Martins Schenk

São Carlos
2022

AUTORIZO A REPRODUCAO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO,
POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRONICO, PARA FINS
DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca do Instituto de Arquitetura e Urbanismo
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Costa Barros, Kamyla Jannine
CB277p Parque urbano, conforto térmico e comportamento dos usuários: o caso do Parque do Kartódromo na cidade de São Carlos/SP / Kamyla Jannine Costa Barros; orientadora Kelen Almeida Dornelles; co orientadora Luciana Bongiovanni Martins Schenk. -- São Carlos, 2022.
227 p.

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Arquitetura, Urbanismo e Tecnologia -- Instituto de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, 2022.

1. conforto térmico. 2. espaços livres urbanos. 3. planejamento urbano. I. Almeida Dornelles, Kelen , orient. II. Martins Schenk, Luciana Bongiovanni , co orient. III. Título.

Bibliotecária responsável pela estrutura de catalogação da publicação de acordo com a AACR2:
Brianda de Oliveira Ordonho Sígolo - CRB - 8/8229

FOLHA DE JULGAMENTO

Candidata: **Kamyla Jannine Costa Barros**

Título da dissertação: "Parque urbano, conforto térmico e comportamento dos usuários: o caso do Parque do Kartódromo na cidade de São Carlos/SP".

Data da defesa: **23/05/2022**

Orientadora: Profa. Dra. Kelen Almeida Dornelles

Comissão Julgadora:	**Resultado:**
Kelen Dornelles.	
Profa. Dra. Kelen Almeida Dornelles (IAU/USP)	**Não votante**
p.p: Kelen Dornelles.	
Profa. Dra. Karin Maria Soares Chvatal (IAU/USP)	APROVADA
p.p: Kelen Dornelles.	
Profa. Dra. Sílvia Garcia Tavares (University of the Sunshine Coast – USC)	APROVADA
p.p: Kelen Dornelles.	
Prof. Dr. Erico Masiero (DECiv – UFSCar)	APROVADA

Coordenador e Presidente da Comissão de Pós-Graduação do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo: **Prof. Dr. Tomás Antonio Moreira.**

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por me guiar, iluminar os meus passos e meus sonhos e me levar a alcançar sonhos que eu nem ousei sonhar. Agradeço à minha família, meus pais Barros e Janaina, e a todos que me incentivaram, me apoiaram de todas as maneiras e ajudaram a concluir mais essa etapa.

Agradeço à minha orientadora, Kelen Dornelles, por todo apoio, orientação, receptividade, por ouvir e aconselhar, e por ser uma professora tão humana, especialmente diante de todos os acontecimentos durante a realização do mestrado.

À minha coorientadora, Luciana Schenk, pelo entusiasmo contagiante diante a arquitetura da paisagem, por toda orientação, compreensão, incentivo e por me levar a pensar além do horizonte.

Agradeço também à Profª. Karin Chvatal pela supervisão durante o estágio docente, pelo apoio e por compartilhar ensinamentos práticos de sala de aula que marcaram minha trajetória.

Agradeço aos funcionários do IAU que sempre foram atenciosos e gentis. Agradeço imensamente ao Pedro Matias por toda ajuda no Laboratório de Conforto Ambiental, pela amizade e troca de experiências.

Ao Dibo pelo auxílio e empenho na maquetaria, pelas tardes compartilhadas fazendo pesquisa e compartilhando risadas com as histórias de vida.

Ao Prof. Victor Roriz pelas dúvidas sanadas e disponibilidade.

Minha imensa gratidão a Gianna Barbirato, que me apresentou a arquitetura e o urbanismo bioclimático e me incentivou a voar rumo aos meus sonhos.

Aos amigos do IAU, em especial os amigos do grupo Tropicus que me auxiliaram nos levantamentos: Vitória, Wellington, Michele e Lorena; além de ajudar nas dúvidas, nos conselhos e no dia a dia no grupo de pesquisa. E por todos os amigos que fiz durante essa trajetória e contribuíram no meu crescimento como pessoa e como profissional e deixaram os dias mais leves diante a exaustão do dia a dia e a saudade de casa.

Aos meus amigos Arthur e Gabriela que foram um grande apoio, especialmente durante o período pandêmico, e sempre acreditaram em mim e me deram forças.

Ao apoio financeiro do CNPq que proporcionou a realização desta pesquisa.

A todos minha eterna gratidão!

RESUMO

O crescimento das cidades vem ocorrendo cada vez mais desordenado, afetando as condições de infraestrutura urbana, habitação e qualidade de vida. Esse crescimento interfere nas condições climáticas locais, bem como traz consequências para a saúde dos usuários. Os espaços livres urbanos têm fundamental importância na garantia da qualidade de vida das pessoas, como também da cidade. A presente pesquisa tem como objetivo analisar a qualidade térmica de um espaço livre urbano da cidade de São Carlos/SP, investigando a relação entre o microclima local e o comportamento e a sensação de conforto térmico dos usuários. Os procedimentos metodológicos consistem na elaboração de mapas morfológicos, ficha bioclimática, estudo de insolação e sombreamento, medições *in loco* das variáveis ambientais (temperatura do ar, umidade relativa do ar, temperatura de globo e velocidade dos ventos), refletância e temperatura superficial dos materiais de revestimento do solo, além da elaboração de mapas comportamentais. A partir desses levantamentos, os dados coletados foram correlacionados e foi possível perceber a relação existente entre o comportamento dos usuários do parque com as condições microclimáticas, principalmente em termos de sombreamento. Além disso, possibilitou a elaboração de diretrizes para intervenções ou futuros projetos, as quais consideram os aspectos morfológicos e climáticos locais. Este estudo busca contribuir para a discussão entre o comportamento dos usuários de espaços livres e a climatologia urbana e a relevância dessas análises dentro do planejamento urbano.

Palavras-chave: conforto térmico, espaços livres urbanos, planejamento urbano.

ABSTRACT

The growth of cities has been occurring more and more disorderly, affecting the conditions of urban infrastructure, housing and quality of life. This growth interferes with local climatic conditions, as well as has consequences for the health of users. Urban open spaces are of fundamental importance in guaranteeing the quality of life for people, as well as for the city. The present research aims to analyze the thermal quality of an urban open space in the city of São Carlos/SP, investigating the relationship between the local microclimate and the behavior and sensation of thermal comfort of users. The methodological procedures consist of the elaboration of morphological maps, bioclimatic sheet, study of insolation and shading, in loco measurements of environmental variables (air temperature, relative humidity, globe temperature and wind speed), reflectance and surface temperature of materials of soil covering, in addition to the elaboration of behavioral maps. From these surveys, the data collected were correlated and it was possible to perceive the relationship between the behavior of the park's users and the microclimatic conditions, mainly in terms of shading. In addition, it enabled the elaboration of guidelines for interventions or future projects, which consider local morphological and climatic aspects. This study will contribute to the search for users of urban spaces and the search for behavior within urban planning and the search for climate within urban planning and the search for climate within urban design.

Keywords: thermal comfort, urban open spaces, urban planning.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Níveis e tendências de urbanização em determinados países 24
Figura 2 – 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 26
Figura 3 – Doenças relacionadas a problemas urbanos 28
Figura 4 – Matriz de interação entre o meio natural e o meio urbano 33
Figura 5 – Abrigo de chapas de ferro 37
Figura 6 – Abrigo horizontal para medições fixas 38
Figura 7 – Abrigo de pratos plásticos 38
Figura 8 – Abrigo horizontal para medições móveis 38
Figura 9 – Abrigo vertical para medições 39
Figura 10 – Abrigo de madeira 39
Figura 11 – Abrigo de pote de sorvete 40
Figura 12 – Equipamentos instalados 40
Figura 13 – Abrigo de chapa de ferro galvanizado pintado na cor branca 41
Figura 14 – Abrigo de PVC (esquerda) e abrigo modelo 41002 (RM Young Co.) 42
Figura 15 – A) abrigo Campbell; B) abrigo sextavado; C) abrigo quadrado 43
Figura 16 – Localização de São Carlos 49
Figura 17 – Expansão da malha urbana de São Carlos até 2002 50
Figura 18 – Zoneamento bioclimático brasileiro 51
Figura 19 – Gráfico de temperatura e zona de conforto 52
Figura 20 – Gráfico de umidade relativa 53
Figura 21 – Gráfico de precipitação 53
Figura 22 – Rosa dos Ventos 54
Figura 23 – Perfil geológico da região de São Carlos 54
Figura 24 – Mapa indicativo da porção das duas macro bacias de São Carlos 55
Figura 25 – Localização do Parque do Kartódromo 57
Figura 26 – Mapa de setorização do Parque do Kartódromo 57
Figura 27 – Equipamentos do Parque do Kartódromo 58
Figura 28 – Kartódromo de São Carlos 59
Figura 29 – Esquema metodológico 65
Figura 30 – Fluxograma da metodologia de Katzchner (1997) 66
Figura 31 – Ficha bioclimática do espaço público (entorno) 69
Figura 32 – Ficha bioclimática do espaço público (base) 70
Figura 33 – Ficha bioclimática do espaço público (fronteira) 71
Figura 34 – Tripé com os equipamentos posicionados 73
Figura 35 – Posicionamento dos pontos de medições 73
Figura 36 – Espectrofotômetro ALTA II com aparato em tecido preto 75
Figura 37 – Equipamentos disponíveis para as medições 77
Figura 38 – Abrigo industrializado Squitter 78
Figura 39 – Dimensões do HOBO 79
Figura 40 – Moldes em MDF 79
Figura 41 – Placa de poliestireno fixada no molde em MDF 80
Figura 42 – Peça sendo pressionada para adesão de formato 80
Figura 43 – Placa de poliestireno (sem abertura e com abertura) 80
Figura 44 – Peças de poliestireno sendo cortadas e lixadas 81
Figura 45 – Espaçadores entre as peças do abrigo 81

Figura 46 – Base para mapa comportamental preliminar 84
Figura 47 – Resumo geral da metodologia 85
Figura 48 – Raio de influência 87
Figura 49 – Mapa de topografia 88
Figura 50 – Mapa de uso do solo 89
Figura 51 – Mapa de altura das edificações 90
Figura 52 – Gabarito de figura-fundo 91
Figura 53 – Mapa de vegetação 91
Figura 54 – Ficha bioclimática do Parque do Kartódromo (entorno) 94
Figura 55 – Ficha bioclimática do Parque do Kartódromo (base) 95
Figura 56 – Ficha bioclimática do Parque do Kartódromo (superfície fronteira) 96
Figura 57 – Mapa de revestimento do solo do Parque do Kartódromo 98
Figura 58 – Estudo de insolação/sombreamento equinócios 100
Figura 59 – Estudo de insolação/sombreamento solstícios 101
Figura 60 – Horários referente às observações para mapas preliminares 102
Figura 61 – Mulheres utilizando o mobiliário da academia ao ar livre 103
Figura 62 – Pessoas realizando exercícios com pesos trazidos 103
Figura 63 – Rapaz meditando em sombra de árvore 104
Figura 64 – Mapa comportamental dia de semana (manhã) 105
Figura 65 – Crianças brincando no mobiliário de exercícios 107
Figura 66 – Casal se exercitando em gramado sombreado 107
Figura 67 – Grupo se exercitando em escadaria 107
Figura 68 – Mapa comportamental dia de semana (tarde) 108
Figura 69 – Criança brincando em parquinho em ferro 109
Figura 70 – Adultos passeando com crianças 110
Figura 71 – Pessoas descanso em bancos 110
Figura 72 – Pessoas utilizando os serviços dos trailers de lanchonete 110
Figura 73 – Mapa comportamental dia de semana (noite) 111
Figura 74 – Pessoas se exercitando no mobiliário 112
Figura 75 – Crianças pedalando 113
Figura 76 – Pessoas passeando com cachorro 113
Figura 77 – Mapa comportamental fim de semana (manhã) 114
Figura 78 – Grande movimentação no parque 115
Figura 79 – Parque de diversões e barracas de lanches 115
Figura 80 – Pessoas com cadeiras para observar as crianças 116
Figura 81 – Mapa comportamental fim de semana (tarde) 117
Figura 82 – Parque de diversões em funcionamento 118
Figura 83 – Criança brincando com os pais no palco colorido 118
Figura 84 – Mapa comportamental fim de semana (noite) 119
Figura 85 – Posicionamento tripé no ponto 1 121
Figura 86 – Posicionamento tripé no ponto 2 121
Figura 87 – Posicionamento tripé no ponto 3 122
Figura 88 – Posicionamento tripé no ponto 4 122
Figura 89 – Posicionamento tripé no ponto 5 123
Figura 90 – Altitude da estação de referência e do Parque do Kartódromo 124
Figura 91 – Temperatura por Hora – Estação: SÃO CARLOS (A711) – 15/09/2021 124
Figura 92 – Umidade por Hora – Estação: SÃO CARLOS (A711) – 15/09/2021 125

Figura 93 – Temperatura por Hora – Estação: SÃO CARLOS (A711) – 21/09/2021 125
Figura 94 – Umidade por Hora – Estação: SÃO CARLOS (A711) – 21/09/2021 126
Figura 95 – Comparativo de temperatura do ar dia 15 de setembro 127
Figura 96 – Comparativo de temperatura do ar dia 21 de setembro 127
Figura 97 – Comparativo de umidade relativa do ar dia 15 de setembro 128
Figura 98 – Comparativo de umidade relativa do ar dia 21 de setembro 129
Figura 99 – Comparativo de velocidade dos ventos dia 15 de setembro 130
Figura 100 – Comparativo de velocidade dos ventos dia 21 de setembro 131
Figura 101 – Comparativo de temperatura radiante média dia 15 de setembro 132
Figura 102 – Comparativo de temperatura radiante média dia 21 de setembro 133
Figura 103 – Horários referentes às observações para mapas comportamentais 174
Figura 104 – Condições do céu no dia 15 de setembro 175
Figura 105 – Pessoas realizando atividades físicas pontuais 176
Figura 106 – Homem descansando embaixo de árvore 176
Figura 107 – Mapa comportamental dia 15 de setembro (manhã 1) 177
Figura 108 – Pessoas realizando atividades físicas 178
Figura 109 – Mulher passeando com cachorro 178
Figura 110 – Mapa comportamental dia 15 de setembro (manhã 2) 179
Figura 111 – Crianças brincando em playground 180
Figura 112 – Pessoas passeando com cachorros 180
Figura 113 – Mapa comportamental dia 15 de setembro (tarde 1) 181
Figura 114 – Adultos observando os filhos brincando no parque 182
Figura 115 – Pessoas realizando atividades físicas em grupo 182
Figura 116 – Mapa comportamental dia 15 de setembro (tarde 2) 183
Figura 117 – Condições do céu no dia 21 de setembro 184
Figura 118 – Pessoas realizando atividades físicas em áreas sombreadas 185
Figura 119 – Mapa comportamental dia 21 de setembro (manhã 1) 186
Figura 120 – Atividades diversas realizadas no período da manhã 187
Figura 121 – Mapa comportamental dia 21 de setembro (manhã 2) 188
Figura 122 – Pessoas descansando na arquibancada 189
Figura 123 – Crianças brincando no mobiliário do parque 189
Figura 124 – Mapa comportamental dia 21 de setembro (tarde 1) 190
Figura 125 – Pessoas conversando no parque 191
Figura 126 – Mapa comportamental dia 21 de setembro (tarde 2) 192
Figura 127 – Sobreposição dia 15 de setembro (manhã) 194
Figura 128 – Relação número de pessoas, atividades e áreas expostas e sombreadas (dia 15 manhã) 195
Figura 129 – Relação número de pessoas, atividades e áreas expostas e sombreadas (dia 15 meio-dia) 196
Figura 130 – Sobreposição dia 15 de setembro (meio-dia) 197
Figura 131 – Relação número de pessoas, atividades e áreas expostas e sombreadas (dia 15 tarde) 198
Figura 132 – Sobreposição dia 15 de setembro (tarde) 199
Figura 133 – Relação número de pessoas, atividades e áreas expostas e sombreadas (dia 21 manhã) 200
Figura 134 – Sobreposição dia 21 de setembro (manhã) 201

Figura 135 – Relação número de pessoas, atividades e áreas expostas e sombreadas (dia 21 meio-dia) 202
Figura 136 – Sobreposição dia 21 de setembro (meio-dia) 203
Figura 137 – Relação número de pessoas, atividades e áreas expostas e sombreadas (dia 21 tarde) 204
Figura 138 – Sobreposição dia 21 de setembro (tarde) 205
Figura 139 – Proposta Parque Kartódromo Monjolinho 211
Figura 140 – Espaços para caminhada – Proposta Parque Kartódromo Monjolinho 211
Figura 141 – Campo de futebol – Proposta Parque Kartódromo Monjolinho 212
Figura 142 – Proposta Parque Kartódromo 213
Figura 143 – Espaços cobertos – Proposta Parque Kartódromo Monjolinho 213

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Escalas de planejamento 32
Quadro 2 – Especificações dos pavimentos 99

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Temperatura superficial (dia 15 manhã) 134
Tabela 2 – Temperatura superficial (dia 15 meio-dia) 141
Tabela 3 – Temperatura superficial (dia 15 tarde)..... 148
Tabela 4 – Temperatura superficial (dia 21 manhã) 155
Tabela 5 – Temperatura superficial (dia 21 meio-dia) 161
Tabela 6 – Temperatura superficial (dia 21 tarde)..... 168

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas
ASHRAE American Society of Heating Refrigerating and Air-Conditioning Engineers
CDC Center for Diseases Control and Prevention
COP Convenção do Clima
EMBRAPA Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
GTPU Grupo de Trabalho de Planejamento dos Parques Urbanos
IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INMET Instituto Nacional de Meteorologia
IPCC Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas
ISO International Standartization Organization
LCA Laboratório de Conforto Ambiental
ODS Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
OMM Organização Meteorológica Mundial
OMS Organização Mundial da Saúde
RIDEs Regiões Integradas de Desenvolvimento
RMs Regiões Metropolitanas brasileiras
SVOC Autopsia do Serviço de Verificação de Óbitos
UFMS Universidade Federal de Santa Maria
UFMT Universidade Federal de Mato Grosso
UFSCar Universidade Federal de São Carlos
UNIVASF Universidade Federal do Vale do São Francisco
USP Universidade de São Paulo

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 18
1.1 Objetivo geral 21
1.2 Objetivos específicos 21
1.3 Estrutura 21
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 24
2.1 Urbanização e mudanças climáticas 24
2.2 Cidade e Saúde 28
2.3 Morfologia urbana e microclima 31
2.4 Conforto térmico 35
2.4.1 Desenvolvimento de abrigo meteorológico alternativo 36
2.5 Espaços livres urbanos 43
3 OBJETO DE ESTUDO: SÃO CARLOS – PARQUE DO KARTÓDROMO 49
3.1 São Carlos 49
3.1.1 Aspectos históricos 50
3.1.2 Aspectos climáticos 51
3.1.3 Topografia 54
3.1.4 Hidrologia 55
3.2 Parque do Kartódromo 56
3.2.1 Histórico do Parque do Kartódromo 58
3.2.2 Parâmetros urbanísticos 61
4 METODOLOGIA 63
4.1 Escala entorno 66
4.1.1 Mapas morfológicos 66
4.2 Escala espaço livre urbano 67
4.2.1 Ficha bioclimática 67
4.2.2 Estudo de insolação e sombreamento 72
4.2.3 Medições 72
4.2.3.1 Desenvolvimento de abrigo meteorológico 78
4.3 Escala usuário 82
4.3.1 Mapas comportamentais 82
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES 87
5.1 Mapas morfológicos 87
5.1.1 Topografia 88

5.1.2 Uso do solo 89
5.1.3 Altura das edificações 90
5.1.4 Gabarito de figura-fundo 90
5.1.5 Área verde ou vegetação 91
5.2 Ficha bioclimática 93
5.3 Estudo de insolação e sombreamento 99
5.4 Mapas comportamentais preliminares 102
5.4.1 Dia de semana 102
5.4.1.1 Manhã 102
5.4.1.2 Tarde 106
5.4.1.3 Noite 109
5.4.2 Dia de fim de semana 112
5.4.2.1 Manhã 112
5.4.2.2 Tarde 115
5.4.2.3 Noite 118
5.5 Escolha dos pontos de medições 120
5.6 Medições 123
5.6.1 Estação meteorológica de referência 123
5.6.2 Análise das medições das variáveis climáticas 126
5.6.2.1 Temperatura do ar 126
5.6.2.2 Umidade relativa do ar 128
5.6.2.3 Velocidade dos ventos 129
5.6.2.4 Temperatura radiante média 132
5.6.2.5 Temperatura superficial dos pavimentos 133
5.7 Mapas comportamentais 174
5.7.1 Dia 15 de setembro de 2021 175
5.7.1.1 Manhã 1 175
5.7.1.2 Manhã 2 178
5.7.1.3 Tarde 1 180
5.7.1.4 Tarde 2 182
5.7.2 Dia 21 de setembro de 2021 184
5.7.2.1 Manhã 1 184
5.7.2.2 Manhã 2 187
5.7.2.3 Tarde 1 189

5.7.2.4 Tarde 2 191
5.8 Comparativo sombreamento x comportamento 193
5.8.1 Dia 15 de setembro 193
5.8.2 Dia 21 de setembro 200
5.9 Conclusão das análises dos resultados 206
6 DIRETRIZES 209
6.1 Diretrizes desenvolvidas 209
6.2 Proposta Parque Linear Parque Kartódromo Monjolinho 210
6.3 Diretrizes pontuadas 212
CONCLUSÕES 215
RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS 217
REFERÊNCIAS 218



INTRODUÇÃO

1 . 2 . 3 . 4 . 5 . 6 . 7

1 INTRODUÇÃO

O processo de urbanização tem crescido cada vez mais nos últimos anos e as consequências desse fato podem ser vistas sob diversas perspectivas. Uma das formas de perceber as alterações na vida urbana decorrentes da urbanização é através das mudanças no clima. O clima urbano, resultante do impacto da urbanização, gera condições de conforto térmico, como também, qualidade do ar deterioradas e tais condições estão sendo cada vez mais agravadas pelas mudanças climáticas globais (ANDRADE *et al*., 2016).

A Agenda 2030 elenca dezessete Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) onde um desses consiste em *ação contra a mudança global do clima* (ONU, 2015). Ou seja, é evidente a preocupação com as condições climáticas do planeta e existe esse compromisso em tentar reverter a situação atual, onde vários eventos climáticos mostram a reação da natureza às ações humanas.

A temática de estudos sobre o clima urbano teve suas primeiras pautas levantadas em conferências no final da década de sessenta (BARBIRATO, 1988). Após isso, outras pesquisas de referência acerca das condições iniciais do clima em áreas urbanas foram surgindo, como por exemplo os trabalhos de Landsberg (1981), o qual gerou compêndios sobre o clima urbano; e Oke (1981), que desenvolveu a compreensão do clima na camada limite urbana (*Urban Boundary Layer* – UBL).

Diversas características urbanas tendem a contribuir para o aumento das temperaturas nas cidades, tais como: utilização de pavimentos impermeáveis, ausência de vegetação, edificações altas e recuos reduzidos. A soma desses fatores colabora para o efeito conhecido como ilha de calor urbano, áreas das cidades com temperaturas mais elevadas.

A formação destas ilhas de calor, a poluição do ar e o declínio de áreas verdes nos recintos urbanos contribuem para mudanças significativas no clima local (SHARMIN, STEEMERS & HUMPHREYS, 2019). Sendo assim, a necessidade de espaços livres urbanos, como também, de estudos que evidenciem a importância deles para a amenização da temperatura urbana e para melhoria na qualidade de vida dos usuários vem se tornando mais recorrentes e necessários.

A qualidade térmica dos espaços externos é importante não apenas para o clima da cidade, mas também para o desempenho térmico das edificações. Santamouris *et al*. (2001), em um estudo sobre o impacto do clima urbano no consumo energético das edificações, constataram que altas temperaturas do ar nos espaços externos urbanos podem provocar séria influência na demanda de eletricidade devido ao uso de condicionadores de ar.

Salvia *et al*. (2018) preencheram fichas bioclimáticas de três áreas centrais da cidade de Passo Fundo-RS a fim de caracterizar bioclimaticamente essas áreas e, posteriormente, associar a medições das variáveis climáticas. Essa pesquisa corroborou a importância de áreas verdes na cidade pelo equilíbrio climático, como também pela existência de pontos com melhor ambiente urbano para a população.

Guerreiro (2020) elaborou um diagnóstico geral do Parque Dona Sarah Kubitschek através da aplicação do método da Ficha Bioclimática, com o objetivo de observar e identificar fatores e escolhas que levaram ao descaso e pouco fluxo de algumas áreas de parque urbano. Teixeira *et al*. (2021) realizaram visitas técnicas onde foram preenchidas fichas bioclimáticas em locais específicos de praças nas cidades de Santana do Araguaia-PA e Laranjeiras-SE, onde a partir dos dados levantados, identificaram aspectos que poderiam melhorar nas praças em termos bioclimáticos e arquitetônicos.

Silva *et al*. (2019) desenvolveram uma pesquisa onde pretendiam avaliar a Praça São Bento, na cidade de Marília-SP, e seu entorno através auditoria técnica, julgada por meio de indicadores de desempenho e mapa comportamental. Desse modo, a pesquisa possibilitou compreender quais os elementos espaciais contribuem positiva ou negativamente para a permanência e fluxo de usuários na praça. Também foi possível identificar e compreender quais são as atividades desenvolvidas na praça, o comportamento dos usuários e os elementos físicos que compõem esse espaço de uso público. Esses dados podem ser aplicados por gestores públicos para implementação de melhorias nos itens que demonstraram avaliação deficitária ou como suporte para elaboração de planos que proporcionem o melhor uso dos espaços públicos.

Vasconcelos *et al*. (2020) elaboraram uma pesquisa onde uma das etapas foi a avaliação do ambiente em uso, a qual teve como objeto de estudo a Praça Luiza Távora. Nessa etapa foram realizadas observações cuidadosas de execução das atividades por parte dos frequentadores

do recorte espacial através do uso de registros de imagens, aplicação de mapas comportamentais e atenção às questões antropométricas. A partir da análise dos dados obtidos foi possível elencar problemas diagnosticados e possíveis recomendações para melhoria do espaço público.

Paiva *et al*. (2021) buscaram elaborar um mapa comportamental centrados em dois parques urbanos da cidade de Garanhuns-PE a fim de identificar a situação do uso e função dos equipamentos pela população durante a pandemia da COVID-19. Os resultados constaram que apesar do período de incertezas, os parques urbanos estavam contribuindo para a população durante o enfrentamento da pandemia, visto que são espaços abertos e propícios para a prática de atividades físicas e mentais para os usuários.

Assim, essa pesquisa busca evidenciar a importância de espaços livres urbanos na qualidade de vida das pessoas e como esses espaços podem contribuir para a amenização das consequências trazidas pela urbanização e por tomadas de decisões que desconsideram os aspectos climáticos locais.

1.1 Objetivo geral

O objetivo geral deste trabalho é analisar a qualidade térmica de um espaço livre urbano da cidade de São Carlos/SP, investigando a relação entre o microclima e o comportamento dos usuários.

1.2 Objetivos específicos

São objetivos específicos:

- Caracterizar bioclimática e morfologicamente um espaço livre urbano da cidade de São Carlos/SP e seu entorno imediato;
- Analisar como características morfológicas do espaço livre urbano interfere no microclima de acordo com a configuração analisada;
- Identificar a utilização desse espaço e sua relação com as condições bioclimáticas.

1.3 Estrutura

O presente trabalho está estruturado em sete seções:

A primeira seção refere-se ao tópico introdutório da pesquisa desenvolvida neste trabalho.

A segunda seção corresponde à revisão bibliográfica, desenvolvendo a temática do impacto da urbanização nas mudanças climáticas, as consequências desses fenômenos na saúde das pessoas, como também a relação existente entre morfologia urbana e microclima. Além disso, abordou-se como o conforto térmico pode ser avaliado e estudos anteriores acerca do desenvolvimento de abrigos meteorológicos alternativos, os quais também foram desenvolvidos nesta pesquisa. Nesta seção também se apresenta a importância de espaços livres urbanos no contexto da cidade, especialmente, em termos morfológicos, climáticos e na qualidade de vida dos usuários.

Na terceira seção é realizada a caracterização do objeto de estudo. Essa seção localiza e caracteriza a cidade de São Carlos e apresenta o Parque do Kartódromo.

A quarta seção corresponde à descrição dos procedimentos metodológicos que são adotados para a realização deste trabalho.

A quinta seção apresenta os resultados e discussões quanto a análise do parque urbano estudado. São analisados os aspectos morfológicos, as características espaciais e ambientais reunidas através da ficha bioclimática, estudo de insolação e sombreamento, os dados obtidos por meio das medições das variáveis climáticas, e a identificação da utilização do espaço através da elaboração de mapas comportamentais.

A sexta seção refere-se à apresentação das diretrizes elaboradas com base na análise dos resultados.

Por último, apresentam-se conclusões e recomendações para trabalhos futuros.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1 · 2 · 3 · 4 · 5 · 6 · 7

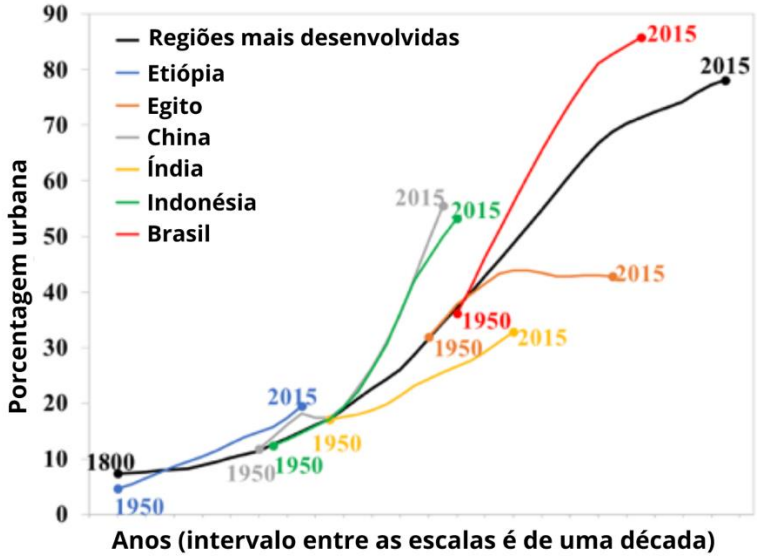
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Urbanização e mudanças climáticas

As cidades, cada vez mais, vêm apresentando um crescimento rápido e desordenado. Segundo Assis (2006), esse crescimento tem ocorrido quase sem nenhum controle ou planejamento, superando a capacidade dos governos locais em prover adequada infraestrutura, habitação e qualidade de vida.

Em 1950, somente 30% da população mundial residia em áreas urbanas, percentual que subiu para 55% até 2018 e deverá aumentar para 68% até 2050 (ONU, 2018). A velocidade da urbanização varia substancialmente entre os países. Na Figura 1 é possível perceber que o Brasil e o Egito possuíam níveis aproximados em 1950, porém seguiram trajetórias distintas, tendo o Brasil apresentando uma rápida urbanização em comparação ao Egito.

Figura 1 – Níveis e tendências de urbanização em determinados países



Fonte: ONU (traduzido pela autora) (2018).

Essa discrepância nas mudanças dos níveis e ritmos da urbanização pode ser determinada por inúmeros fatores. Diferenças no crescimento populacional entre áreas rurais e urbanas, migração rural-urbana e internacional, expansão de assentamentos urbanos e reclassificação de assentamentos rurais em cidades podem ser elencados como estes possíveis fatores (ONU, 2018).

Romero *et al*. (2019) expõe que as cidades têm sido alvo de preocupações ecológicas, ambientais, culturais, históricas e socioeconômicas, visto que a lógica atual do sistema econômico e de crescimento ilimitado contradiz os prognósticos futuros de escassez de recursos, energia e limitação espacial. Dentro desta realidade, é necessário, cada vez mais, encontrar meios interdisciplinares de discussão e atuação quando se trata de promover cidades cada vez mais adequadas e resilientes em termos ambientais.

Com isso, as mudanças climáticas vêm sendo tratadas como pauta entre pesquisadores e planejadores urbanos nos últimos anos. Grandes instituições internacionais de estudos sobre as cidades e mudanças climáticas vêm debatendo e buscando soluções acerca do tema, como por exemplo, o *International Institute for Environment and Development* (IIED, 2009) e do *Urban Climate Change Research Network* (ARC3, 2011); o Banco Mundial (BANCO MUNDIAL, 2011, 2012, 2013), das Organizações das Nações Unidas (UN-HABITAT, 2011) e a definitiva inclusão do tema no Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) no quinto relatório de avaliação (IPCC, 2013).

Essa crescente urbanização traz consigo inúmeras consequências, vistas ora como positivas, ora como negativas. Nas cidades brasileiras, que possuem o clima majoritariamente caracterizado como tropical, a mudança climática local pode afetar não somente as condições de clima, como também humanas. Estresse bioclimático, interferências na saúde humana, danos às edificações e aumento no consumo de energia, com vistas a climatização artificial. Isso tudo, sem resolver adequada e completamente o problema de conforto ambiental (ASSIS, 2006).

Os impactos, riscos e vulnerabilidades relacionados às mudanças climáticas no Brasil são perceptíveis em centros urbanos, independente da concentração populacional destes, suas condições econômicas e até mesmo características geográficas (OJIMA e MARANDOLA, 2013; IPCC, 2014). Porém, as regiões que chamam mais atenção são as Regiões Metropolitanas brasileiras (RMs) e as Regiões Integradas de Desenvolvimento (RIDEs) devido à relevância demográfica, espacial, econômica, como também das precariedades e do alto nível de vulnerabilidade diante às mudanças climáticas nessas áreas (HARDOY; PANDIELLA, 2009; HOGAN, 2009; SATHLER, 2014).

A urbanização também influencia o comportamento climático, e, por conseguinte, afeta a qualidade de vida da população. Alterações na paisagem natural, como, por exemplo, a redução das áreas verdes, a impermeabilização das superfícies urbanas através de pavimentação intensiva e a construção de edifícios, podem ocasionar o aumento do calor antropogênico liberado para a atmosfera (SANTAMOURIS, 2015).

A 21ª Convenção do Clima (COP) ocorreu em Paris, em 2015, onde foi acordado um compromisso global de enfrentamento da crise climática, através da redução dos gases de efeito estufa, a fim de reduzir o aquecimento climático em 1,5 ^{o}C, valor indicado como seguro para manutenção da vida na terra (GDF/SMA/IBRAM, 2016). No ano posterior, mais precisamente em novembro de 2016, durante a 22ª COP em Marrakesh, tal acordo entrou em vigor e o Brasil é um dos signatários.

Em setembro de 2015, Chefes e Estado e de Governo e Altos Representantes deliberaram sobre os novos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Onde, através da Agenda 2030, foi estabelecido um plano de ação para as pessoas, o planeta e a prosperidade (ONU, 2015). Nesta agenda foram estabelecidos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (Figura 2) e as 169 metas que têm como objetivo estimular ações em áreas de importância crucial para a humanidade e o planeta dentro de um intervalo de 15 anos (2015-2030) (ONU, 2015).

Figura 2 – 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)



Fonte: ONU (2015).

Dentre os 17 objetivos, é possível destacar 3 que possuem uma relação direta com a discussão deste trabalho: (3) assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar para todos, em todas

as idades; (11) tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentável; e (13) ação contra a mudança global do clima. Entre as metas estabelecidas dentro do objetivo 13 estão (ONU, 2015, p. 34):

> 13.1. reforçar a resiliência e a capacidade de adaptação a riscos relacionados ao clima e às catástrofes naturais em todos os países *Reconhecendo que a Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima é o fórum internacional, intergovernamental primário para negociar a resposta global à mudança do clima.
> 13.2. integrar medidas da mudança do clima nas políticas, estratégias e planejamentos nacionais.
> 13.3. melhorar a educação, aumentar a conscientização e a capacidade humana e institucional sobre mitigação global do clima, adaptação, redução de impacto, e alerta precoce à mudança do clima.

Diante disso, é possível perceber e evidenciar a necessidade de integrar as questões climáticas no planejamento das cidades, como também manter a sociedade informada acerca dessas questões. Ademais, a Agenda 2030 (ONU, 2015) aponta a mudança do clima como um dos maiores desafios da atualidade e seus efeitos tendem a afetar a capacidade dos países em atingir um desenvolvimento sustentável.

O aumento das temperaturas consequente da urbanização pode gerar efeitos como as ilhas de calor. O efeito de ilha de calor é estabelecido como a característica mais evidente do clima urbano, promovendo alterações no fluxo energético dos sistemas ecológicos urbanos (YANG *et al*., 2016). Porém, existem algumas medidas a serem adotadas como forma de amenizar tais impactos como a otimização da paisagem urbana através da implementação de áreas verdes (YANG *et al*., 2016).

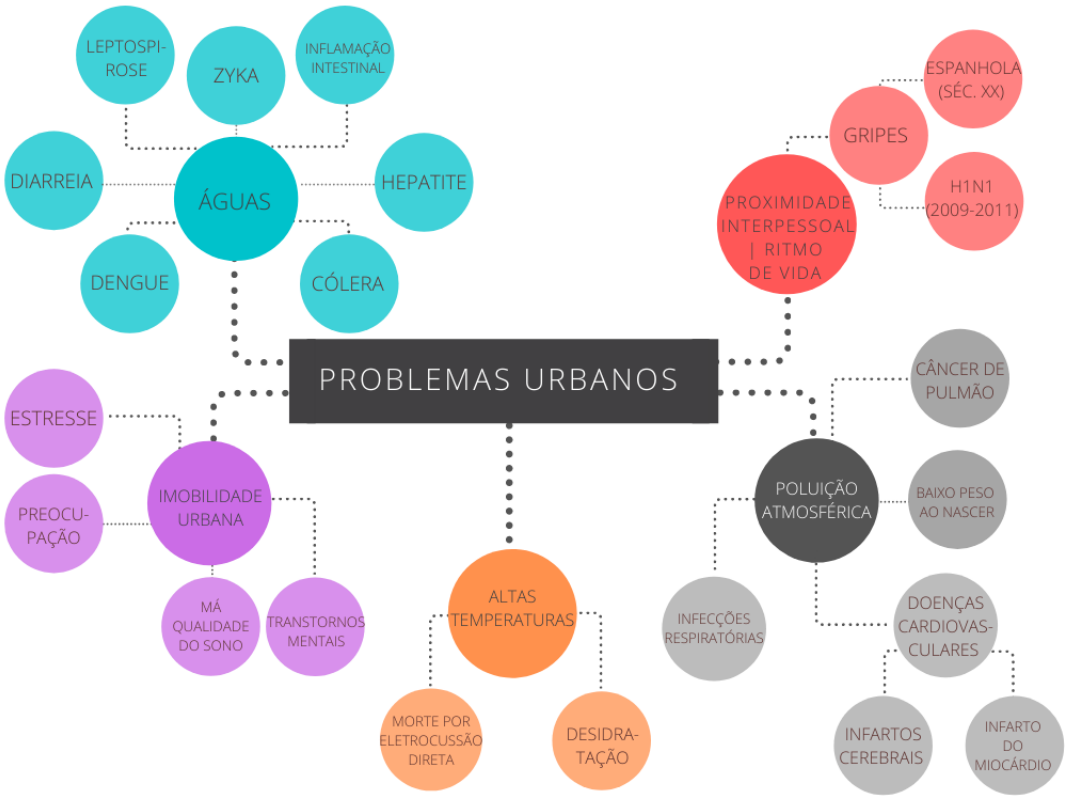
Romero *et al*. (2019) afirmam que o uso e a ocupação do solo ainda são pouco investigados como forma de mitigação em áreas urbanas. O Brasil se comprometeu, voluntariamente, com a redução das emissões, porém não investe muito em medidas de adaptação em áreas urbanas. Os autores mostram, ainda, que as mudanças climáticas globais estão ocorrendo e as iniciativas de mitigação dos efeitos nocivos à saúde humana, resultantes de tais mudanças, ainda são mínimos face à urgência da crise ambiental (ROMERO *et al*., 2019). Quanto ao Brasil, as tendências climáticas (GDF/SMA/IBRAM, 2016) indicam um país mais seco e quente até o fim do século XXI, especialmente nas cidades, as quais abrigam 85% da população brasileira.

2.2 Cidade e Saúde

Dentre as questões levantadas que possuem relação com o clima urbano e as mudanças climáticas, uma das mais atuais é a saúde. O estudo das relações de clima e saúde demonstra-se relevante, em especial, na previsão dos prováveis efeitos e vulnerabilidades (SILVA; RIBEIRO; SANTANTA, 2014).

Saldiva (2018), em seu livro *Vida urbana e saúde*, afirma que a saúde urbana deveria ser pauta urgente para todos que vivem em cidades. O autor elenca algumas perguntas fundamentais dentro desse tema: a cidade nos adoece? Por quê? Quais são as principais doenças? Como elas nos atingem? O que fazer para ter boa qualidade de vida em grandes cidades? A Figura 3 mostra algumas doenças provocadas por problemas urbanos descritos por Saldiva (2018).

Figura 3 – Doenças relacionadas a problemas urbanos



Fonte: Elaboração própria, baseado em Saldiva (2018) (2020).

Saldiva (2018) afirma que as cidades brasileiras vêm sofrendo uma modificação evidente no uso e ocupação do solo. Em linhas gerais, as cidades têm concentrado as atividades econômicas na região central, e, consequentemente, movendo as habitações residenciais para as periferias.

Tais modificações geram impactos na dispersão dos poluentes, ampliando a intensidade e desenvolvimento de tempestades e em outros processos químicos e físicos do ambiente urbano, os quais ainda não foram quantificados adequadamente (KHAN; SIMPSON, 2001). Além disso, as ondas de calor intensificam as ilhas de calor, levando a gerar adoecimento e mortes em indivíduos mais vulneráveis, como, por exemplo, crianças, idosos e portadores de doenças crônicas. No período entre 1979 e 2003, o *Center for Diseases Control and Prevention* (CDC) catalogou um número de 3.442 mortes prematuras nos Estados Unidos causadas pela exposição ao calor excessivo (CDC, 2016).

São Paulo, a maior cidade da América do Sul, demonstra alteração na série histórica de precipitação, temperatura e ventos. Dufek e Ambrizzi (2008) constataram que as precipitações acima de 20 mm por dia estão ficando mais frequentes no verão, ao analisarem dados meteorológicos de 1950 a 2000, uma das consequências da mudança climática. Porém, mesmo que as chuvas ocorram em menor volume, a impermeabilização do solo afeta a absorção das águas e contribui para o aumento no número de enchentes.

As enchentes de verão na cidade de São Paulo ocasionam caos urbano, baixa na produtividade, além de prejuízos econômicos. Um estudo realizado por Coelho-Zanotti e Massad (2012) apresentou que, após a exposição à água contaminada de enchente, os moradores ficam suscetíveis ao risco de contrair leptospirose. Chuvas de 100 mm, após 14 dias de ocorrência de enchente, induzem a um acréscimo de 150% nas internações por leptospirose, aproximadamente. Existem, ainda, outros vetores que são atraídos pela ocorrência de chuvas e alta temperatura e assim, transmitirem doenças, como o *Aedes aegypt*, principal vetor dos vírus da dengue, chikungunya e zika.

Além desses fenômenos já citados, a umidade relativa também é uma das variáveis climáticas que, em casos de níveis alterados, pode vir a causar problemas de saúde para a população. De acordo com o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) (2010), em agosto de 2010 ocorreu um evento atípico onde a umidade relativa do ar marcou uma faixa abaixo de 30%, com duração de 11 dias. Isso só havia ocorrido anteriormente em 1999, desde o início das medições meteorológicas realizadas pelo INMET em 1943. Ao decorrer desse evento atípico, os dados da Autopsia do Serviço de Verificação de Óbitos (SVOC) indicaram maior mortalidade de idosos

causada por doenças cardiovasculares na cidade correlacionada à baixa umidade relativa do ar, independente da influência dos poluentes.

Diante desses e outros fatores, em 2005 foi formado o C40 – Grupo de Lideranças das Grandes Cidades pelo Clima, o qual reúne as 40 maiores metrópoles do planeta. São Paulo, Rio de Janeiro, Salvador e Curitiba são cidades brasileiras que fazem parte deste grupo para discutir e unir forças no combate ao aquecimento global. A Prefeitura do Município de São Paulo organizou sua Política Municipal sobre Mudança do Clima através da Lei nº 14.933/09 (SÃO PAULO, 2009). Essa lei estabelece princípios, conceitos e diretrizes que devem ser adotados a fim de orientar políticas públicas para mitigação dos efeitos das mudanças climáticas.

Como citado anteriormente, o objetivo 3 da Agenda 2030 consiste em: assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar para todos, em todas as idades (ONU, 2015). Dentro desse objetivo, podemos destacar as seguintes metas (ONU, 2015, p. 23):

> 3.3. até 2030, acabar com as epidemias de AIDS, tuberculose, malária e doenças tropicais negligenciadas, e combater a hepatite, doenças transmitidas pela água, e outras doenças transmissíveis.
> 3.4. até 2030, reduzir um terço a mortalidade prematura por doenças não transmissíveis por meio de prevenção e tratamento, e promover a saúde mental e o bem-estar.
> 3.9. até 2030, reduzir substancialmente o número de mortes e doenças por produtos químicos perigosos e por contaminação e poluição do ar, da água e do solo.

Em 2020 o mundo se deparou com uma das maiores crises de saúde pública através da pandemia do novo coronavírus (COVID-19). De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), pandemia é a disseminação mundial de uma nova doença e o termo passa a ser usado quando uma epidemia, surto que afeta uma região, se espalha por diferentes continentes com transmissão de pessoa para pessoa.

Bem e Richter (2020) esclarecem que a COVID-19 ocasiona uma doença pulmonar tendo como principais sintomas: tosse, febre, problemas respiratórios, podendo também causar rinite e diarreia e, nos casos mais graves, pneumonia. Como se trata de uma doença contagiosa e de transmissão por ar ou através do contato com secreções contaminadas, foi decretado isolamento social como modo de conter a disseminação do vírus e controlar o contágio entre as pessoas. Apesar de ser um momento delicado e extremamente desafiador, a pandemia do novo coronavírus também pode ser considerada como uma oportunidade e ponto de partida

para mudanças globais em termos de sustentabilidade ambiental, econômica e social (BEM E RICHTER, 2020).

Com o isolamento social, as pessoas foram orientadas a permanecerem em suas casas, adaptando todas as atividades do dia a dia para serem executadas à distância (DIAS *et al*., 2020), o que gerou consequências positivas e negativas. Entre as consequências positivas está, por exemplo, a diminuição do fluxo de transportes emissores de gás carbônico, o que trouxe benefícios perceptíveis ao meio ambiente. Por outro lado, ficar dentro de casa por tanto tempo, especialmente para quem mora em casas menores, sem muitas opções de lazer e relaxamento, acabou gerando um maior nível de estresse e preocupações. Os parques urbanos desempenham um papel importante nesse sentido, especialmente por proporcionar lazer aos moradores da cidade de forma, muitas vezes, gratuita; além de contribuir para uma melhor qualidade de vida dos usuários. Porém, durante os primeiros meses da pandemia no Brasil, os parques também foram fechados por cerca de seis meses.

Através desses exemplos de problemas urbanos que causam impacto na saúde das pessoas, este trabalho tende a contribuir para a discussão de como os espaços livres urbanos podem contribuir para a melhoria da qualidade de vida da cidade e das pessoas. A relação entre a morfologia urbana, o microclima e os usuários, já evidenciada em trabalhos anteriores, será debatida nos próximos tópicos a fim de demonstrar tal relevância e consequências para a vida urbana.

2.3 Morfologia urbana e microclima

Morfologia Urbana é a ciência que analisa a forma física das cidades e os processos de transformação urbana que esculpem essa forma (OLIVEIRA, 2020). Tendo em consideração a complexidade envolvida nessa análise das cidades, Katzchner (1997) afirma que os critérios climatológicos devem estar relacionados aos objetivos e escalas de planejamento urbano. O autor estabelece que o clima urbano e o bem-estar do homem estão profundamente ligados, logo qualquer planejamento, especificamente de espaços livres urbanos, deve levar em consideração essas circunstâncias.

Katzchner (1997) destaca três escalas de planejamento urbano alinhadas a objetivos de planejamento e ferramentas climáticas urbanas (Quadro 1). É possível perceber que os

métodos relacionados às escalas meteorológicas devem ser adotados conjuntamente aos objetivos de planejamento. Essa relação é a responsável por traduzir o clima urbano em uma linguagem de planejamento.

Quadro 1 – Escalas de planejamento

Objetivos de planejamento	Ferramentas climáticas urbanas	Escalas de planejamento
Redução da poluição do ar	Análise do padrão da circulação local, análise de vias de ar e zonas de ventilação, localização de zonas de produção de ar frio, localização de efeitos de barreira por edifícios e represas	Planejamento de desenvolvimento urbano 1:25.000 a 1:10.000
Desenvolvimento da vida urbana	Análise da diversidade do clima urbano, localização de áreas com estresse frio ou quente, extremos climáticos	Planejamento de espaços livres 1:2.000 a 1:500
Melhoria da qualidade de vida fora das casas	Criar condições bioclimáticas moderadas com poluição do ar reduzida; análise das condições microclimáticas, dependendo do uso de espaços livres nos pátios; redução da ilha de calor urbano	Planejamento de espaços livres 1:2.000 a 1:500

Fonte: Katzchner (1997) adaptado pela autora (2021).

Diversos estudos já comprovaram a estreita relação entre a morfologia urbana e o microclima, e a consequente melhoria nas condições de conforto dos usuários da cidade (KATZCHNER, L., 1997; RAVAGNANI, L., 2015; PIMENTEL, 2017; MARINS *et al*., 2018; BARBOSA, 2018; LEAL E BARBOSA, 2019; RABIA E FIGUEIREDO, 2021).

Higueras (2006) expõe que as variáveis que estabelecem relações com o meio ambiente, bem como as variáveis relacionadas com o meio urbano, podem demonstrar de que modo as condicionantes climáticas locais podem modificar os assentamentos. A Figura 4 mostra como ocorre a relação entre as variáveis do meio natural (sol, vegetação, vento, água e geomorfologia) e as variáveis do meio urbano (rede viária, espaços livres, condições da quadra, condições do lote, condições da edificação) (HIGUERAS, 2006).

Figura 4 – Matriz de interação entre o meio natural e o meio urbano

		VARIÁVEIS DO MEIO NATURAL				
		Sol	**Vegetação**	**Vento**	**Água**	**Geomorfologia**
VARIÁVEIS DO MEIO URBANO	**Rede viária**	Orientação Forma	Localização	Orientação Forma	Microclima	Condição do solo Adaptação topográfica
	Espaços livres	Orientação Forma	Espécies Densidade Localização	Orientação Forma	Microclima	Condição do solo
	Condições da quadra	Orientação Geometria Densidade		Orientação Geometria Densidade		
	Condições do lote	Geometria Alturas Ocupação Potencial construtivo		Geometria Alturas Potencial construtivo		
	Condições da edificação	Controle solar		Ventilação interna Localização de aberturas	Microclima interno	

Fonte: Higueras (2006) adaptado por Barbosa (2018).

Assim é possível perceber que para alcançar o equilíbrio entre as variáveis do meio urbano e variáveis do meio natural é necessário ir além do espaço livre e a morfologia dele, é preciso que ocorra a análise multidisciplinar, visto que até mesmo as edificações do entorno exercem algum tipo de influência no comportamento microclimático do espaço livre, por exemplo. Reconhecer os elementos morfológicos implica em conhecer as partes da forma e o modo como se articulam em suas diversas escalas. A interdependência entre arquitetura e cidade, revela que a tipologia edificada tem como resultado a forma urbana (RAVAGNANI, 2015).

Ravagnani (2015) analisou três pontos com configurações distintas, porém situados em uma mesma área urbana e com características ambientais semelhantes. Através de coleta de dados microclimáticos e sua correlação com o levantamento morfológico, comprovou que em um mesmo ambiente climático, as variações da morfologia não somente modificam as condições de conforto, como também interferem na qualidade e uso dos espaços.

Um dos efeitos mais evidentes resultantes da interação entre morfologia e microclima é a ilha de calor urbano. Pimentel (2017) aponta que a ilha de calor é o fenômeno protagonista da manifestação do clima urbano, considerado como anomalia térmica e capaz de modificar as condições de vida dos indivíduos nas áreas urbanas. Os efeitos da ilha de calor são a modificação mais perceptível da urbanização em função da substituição das superfícies naturais (OKE e MAXWELL, 1974).

Marins *et al*. (2018) analisaram e discutiram o desempenho de parâmetros de planejamento urbano, aplicados ao bairro do Belenzinho, em São Paulo, onde um dos focos foi o conforto ambiental em espaços externos. Tal estudo demonstrou a relevância de uma análise morfológica associada à avaliação do desempenho climático em áreas urbanas, nas quais tenciona-se desenvolver e/ou adensar de acordo com critérios de sustentabilidade.

Barbosa (2018) mostra que a morfologia urbana estuda as estruturas, configurações e transformações das cidades, sendo assim, um conceito conectado à imagem e a forma, onde as pessoas fazem leituras de objetos arquitetônicas e urbanos, como por exemplo, edifícios, praças e ruas. Lamas (1993) classifica a morfologia urbana em três dimensões espaciais: 1. Dimensão Setorial – Escala da rua; 2. Dimensão Urbana – Escala do bairro, e, 3. Dimensão Territorial – Escala da cidade.

Leal e Barbosa (2019) realizaram um estudo onde a análise microclimática de sete frações urbanas da cidade Arapiraca/AL certificou a influência das características geourbanas (densidade construtiva e permeabilidade do solo) e geoambientais (massas d'água e vegetação) no comportamento térmico diário de diferentes microclimas referentes às áreas monitoradas).

Rabia e Figueiredo (2021) realizaram um estudo da formação de ilhas de calor urbanas, correlacionando a morfologia da cidade de Haifa, em Israel, e a sua implantação à consolidação de microclimas urbanos. Os resultados demonstraram que os padrões de urbanização da cidade estão ligados à uma herança tradicional, às migrações europeias e aos experimentos efetuados nos períodos moderno e contemporâneo. Essa relação da cidade com seu relevo acentuado é um traço marcante dessa urbanização e em alguns bairros da cidade foi possível observar que a morfologia torna os efeitos do clima ainda mais severos, pois esta herança construtiva possui raízes em circunstâncias climáticas muito diferentes. Os autores afirmam que o entendimento do comportamento do clima e a aplicação de conceitos de origem regional podem ser fatores essenciais na mitigação das ilhas de calor urbanas, e na melhoria da qualidade ambiental no ambiente externo da cidade.

Desse modo, fica evidente a importância de estudos que mostrem a correlação entre morfologia urbana e as condições microclimáticas, podendo atingir, inclusive, a forma de

utilização desses espaços. Além disso, reforçar a necessidade de um estudo preliminar de áreas livres e seus respectivos entornos antes de tomadas de decisões projetuais, levando em consideração as características morfológicas e climáticas do lugar.

2.4 Conforto térmico

De acordo com a American Society of Heating Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE, 2017), Conforto Térmico é um estado de espírito que representa a satisfação com o ambiente térmico que envolve o indivíduo. Caso o balanço de todas as trocas de calor as quais o corpo está submetido for nulo e a temperatura da pele e suor estiverem dentro de determinados limites, é possível afirmar que o indivíduo sente Conforto Térmico.

Lamberts, Dutra e Pereira (2014) afirmam que o homem é um ser homeotérmico, isto é, a temperatura interna do organismo tende a conservar-se independente das condições climáticas. Através do oxigênio, o organismo possibilita a queima das calorias adquiridas por meio dos alimentos (metabolismo), transformando-as em energia. É dessa forma que o calor interno é gerado no corpo, porém também existem outros tipos de trocas térmicas, como por exemplo, entre o corpo humano e o meio.

Tendo em vista que são diversos os fatores e variáveis que influenciam no bem-estar térmico do homem no meio em que se encontra, alguns pesquisadores procuraram desenvolver formas de facilitar o entendimento quanto ao conforto ou desconforto em diferentes situações (LAMBERTS, DUTRA E PEREIRA, 2014). Uma das formas de investigar as condições de conforto é através de medições de variáveis climáticas para analisar as condições microclimáticas locais.

Dentro do que se entende por qualidade térmica existem dois grupos de variáveis de influência – ambiental ou pessoal. As ambientais são: temperatura do ar, temperatura radiante média, velocidade do ar e umidade relativa do ar; as variáveis pessoais são: vestimenta (isolamento térmico) e atividade física executada (metabolismo). Ou seja, apenas melhorar uma das variáveis não é suficiente para garantir uma qualidade térmica satisfatória, é preciso analisar todo o conjunto.

Lamberts, Dutra e Pereira (2014) expõem que a temperatura do ar é a variação da temperatura na superfície terrestre resultante dos fluxos das grandes massas de ar e da diferente recepção

da radiação solar de local para local. Desse modo, para uma mesma temperatura, a sensação térmica pode variar devido a influência do vento e da umidade relativa do ar, por exemplo. Já a umidade relativa do ar é resultante da evaporação da água de mares, rios, lagos e evapotranspiração de vegetais. Considera-se umidade relativa do ar a proporção (em percentual) quando o conteúdo de vapor de água no ar é menor que o máximo possível para aquela temperatura (LAMBERTS, DUTRA E PEREIRA, 2014).

A velocidade e a direção dos ventos podem variar em uma mesma região climática. Esse fato se explica pelas diferenças de temperatura entre as massas de ar, o que provoca o seu deslocamento da área de maior pressão (ar frio e pesado) para a área de menor pressão (ar quente e leve) (LAMBERTS, DUTRA E PEREIRA, 2014). Os autores mostram que as condições do vento local podem ser modificadas com a presença de vegetação, edificações, entre outros anteparos naturais ou artificiais; e que topografia pode ser utilizada para canalizar os ventos (LAMBERTS, DUTRA E PEREIRA, 2014).

2.4.1 Desenvolvimento de abrigo meteorológico alternativo

Assim, para avaliar variáveis climáticas, como por exemplo, temperatura do ar, velocidade dos ventos, entre outras, é necessário utilizar alguns equipamentos específicos. No caso da obtenção de dados de temperatura e umidade relativa do ar, os equipamentos precisam de abrigos meteorológicos para certificar a qualidade, confiabilidade e padronização dos dados.

Oke (2005) afirma que a padronização dos procedimentos de coleta e análise de dados é um dos desafios atuais na área de pesquisa de clima urbano. Padronizar uma metodologia de coleta de dados, como esta, possui uma relação com a acessibilidade dos equipamentos. Quando se trata de equipamentos de baixo custo, mais acessíveis esses equipamentos tornam-se para os pesquisadores da área. Além disso, um fator importante para as pesquisas que envolvem medições em clima urbano é a segurança material.

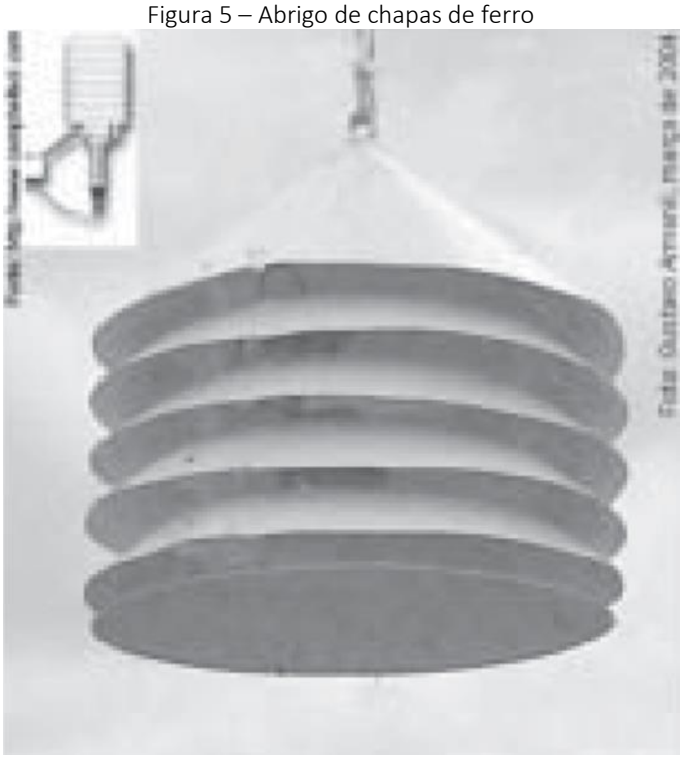
Como forma de solucionar esse problema de acessibilidade aos equipamentos necessários para as medições, visto que as universidades nem sempre possuem recursos disponíveis para tais fins, alguns pesquisadores desenvolveram equipamentos alternativos (VALIN JR *et al.*,2015; HOPPE *et al.*, 2015; AMORIM *et al.*, 2015; BARATTO *et al.*, 2019; OLIVEIRA *et al.*, 2019). Valin Jr *et al.* (2016) afirmam que os abrigos têm a função de permitir uma boa ventilação natural por

todos os lados, bloquear a entrada de chuva e de radiação solar direta, e permitir a entrada de radiação solar difusa.

Alguns modelos de abrigos meteorológicos alternativos já foram desenvolvidos em pesquisas anteriores (ARMANI E GALVANI, 2006; OLIVEIRA, 2007; COSTA *et al*., 2007; BARROS, 2012; COX, 2008, FRANCO, 2010, SANTOS, 2012 e FRANCO, 2013; NINCE, 2013; RIBEIRO *et al*., 2015). Esses modelos são expostos a seguir:

- Armani e Galvani (2006) desenvolveram abrigo com chapa de ferro galvanizado inspirado no modelo *41003 10 – Plate Gill Radiation Shield* da marca *Campbell* (Figura 5);

Figura 5 – Abrigo de chapas de ferro



Fonte: Armani e Galvani (2006).

- Oliveira (2007) elaborou um abrigo horizontal para medições fixas composto por 4 tubos de PVC na cor branca (Figura 6);

Figura 6 – Abrigo horizontal para medições fixas



Fonte: Oliveira (2007).

- Costa *et al*. (2007) também produziram um abrigo inspirado no modelo da *Campbell*, porém utilizando pratos plásticos (Figura 7);

Figura 7 – Abrigo de pratos plásticos



Fonte: Costa *et al*. (2007).

- Barros (2012) desenvolveu um abrigo semelhante, porém para medições móveis (Figura 8);

Figura 8 – Abrigo horizontal para medições móveis



Fonte: Barros (2012).

- Cox (2008), Franco (2010), Santos (2012) e Franco (2013) utilizaram abrigo vertical em PVC na cor branca (Figura 9);

Figura 9 – Abrigo vertical para medições



Fonte: Franco (2010).

- Nince (2013) elaborou um abrigo de madeira para medições externas (Figura 10);

Figura 10 – Abrigo de madeira



Fonte: Nince (2013).

- Ribeiro *et al*. (2015) utilizaram potes de sorvete com furos como abrigos em medições externas (Figura 11);

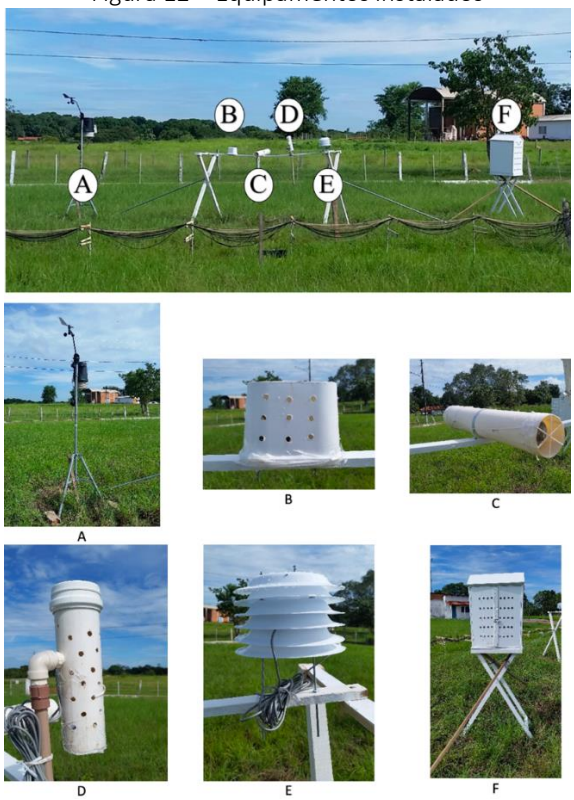
Figura 11 – Abrigo de pote de sorvete



Fonte: Ribeiro *et al*. (2015).

Valin Jr *et al*. (2016) reproduziram os modelos descritos anteriormente com o intuito de testá-los e comparar os dados obtidos a partir de um padrão de referência. Os protetores foram dispostos em uma área aberta (Figura 12) e a avaliação ocorreu em torno do desempenho, custo e praticidade desses abrigos para aplicação em pesquisas de clima urbano. Esse estudo foi realizado na Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT) utilizando sensores Hobo U12 – 12.

Figura 12 – Equipamentos instalados



Fonte: Valin Jr *et al*. (2016).

Valin Jr *et al*. (2016) concluíram que alguns desses abrigos não se apresentaram eficientes para pesquisas realizadas durante o dia em pontos fixos, como por exemplo, o vertical e o de pote de sorvete. Os autores salientaram que o desempenho não está relacionado apenas com o tipo de material utilizado, mas também com a sua forma, visto que um mesmo material foi utilizado em formas diferentes e apresentou diferentes resultados. Os demais tipos de abrigos analisados são considerados como alternativas possíveis, sendo necessário considerar o local em que a pesquisa será desenvolvida para que seja utilizado o tipo de abrigo que mais se adequa a tal situação.

Hoppe *et al*. (2015) também avaliaram o modelo proposto por Armani e Galvani (2006) e Milanesi e Galvani (2012) pintado na cor branca (Figura 13). Os autores compararam o abrigo com a estação oficial do INMET, instalada na Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Rio Grande do Sul.

Figura 13 – Abrigo de chapa de ferro galvanizado pintado na cor branca



Fonte: Hoppe *et al*. (2015).

Hoppe *et al*. (2015) perceberam, ao analisar o abrigo alternativo, que os valores de temperatura diurna obtidos foram maiores que o da estação oficial. Isto porque o aço foi aquecido pela radiação solar incidente no decorrer do dia. No período noturno, o abrigo apresenta uma fidelidade maior por conta do seu formato permitir melhor desempenho da ventilação do que o abrigo utilizado pelo INMET. Assim, os autores afirmam que nos locais onde exista a estação meteorológica do INMET, deve-se usar o abrigo alternativo como aliado na coleta das variáveis e calcular o valor médio entre as duas estações.

Baratto *et al*. (2019) também avaliou o modelo proposto por Armani e Galvani (2006) e concluiu que o abrigo se mostrou eficiente, apresentando erros previstos ressaltados pelos fabricantes dos instrumentos. Os autores evidenciam que os valores de temperatura do ar máxima e mínima se diferenciam entre o sensor padrão e o abrigo alternativo, isto por conta da reduzida carga térmica deste.

Amorim *et al*. (2015) compararam dados de temperatura e umidade relativa do ar obtidos através de sensores de baixo custo protegidos por abrigos meteorológicos alternativos, produzidos utilizando PVC, com dados de duas estações meteorológicas.

Esses abrigos foram produzidos utilizando seis pratos do modelo chinês, pintados de branco e separados entre si, por espaçadores de nylon e roscas, em uma distância de 1,5 cm (AMORIM *et al*., 2015). O abrigo foi disposto próximo à um abrigo modelo 41002 (RM Young Co.) a fim de comparar seu desempenho (Figura 14).

Figura 14 – Abrigo de PVC (esquerda) e abrigo modelo 41002 (RM Young Co.)

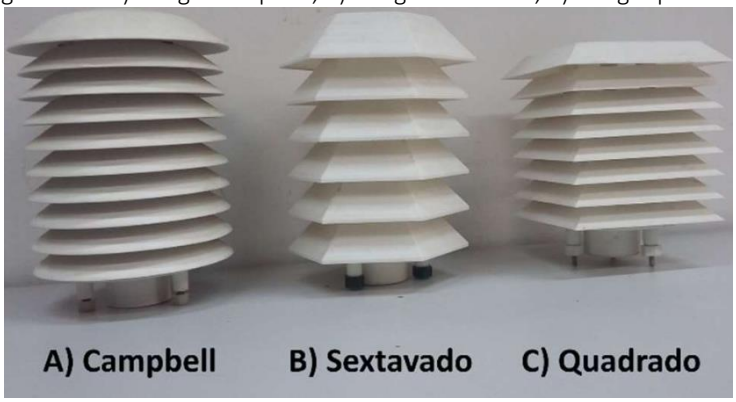


Fonte: Amorim *et al*. (2015).

Constatou-se que os abrigos confeccionados com a utilização do PVC são viáveis para aplicação em pesquisas, considerando o baixo custo e a semelhança dos dados obtidos com os dados registrados pelas estações meteorológicas da Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF) e da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) Semiárido (AMORIM *et al*., 2015).

Oliveira *et al*. (2019) desenvolveram dois modelos de abrigos (sextavado e quadrado) através de uma impressora 3D com o material PLA (poliácido láctico). Esses modelos foram validados com medidas de referência obtidas através de um abrigo da *Campbell* (Figura 15).

Figura 15 – A) abrigo Campbell; B) abrigo sextavado; C) abrigo quadrado



Fonte: Oliveira *et al*. (2019).

Os resultados obtidos por Oliveira *et al*. (2019) demonstraram que os dados de temperatura e umidade relativa do ar obtidos através dos abrigos desenvolvidos apresentaram-se satisfatórios quando comparados aos mesmos dados obtidos através do abrigo de referência da *Campbell*.

2.5 Espaços livres urbanos

A qualidade de vida dos usuários da cidade, bem como do meio ambiente, está diretamente ligada ao conforto ambiental urbano. Nas cidades, uma parcela da qualidade ambiental tende a ser promovida e preservada através dos parâmetros urbanísticos, os quais controlam as áreas construídas, como também, a preservação de áreas verdes.

É importante destacar que existe uma discussão entre os conceitos de espaços livres urbanos e áreas verdes, por isso a seguir são destacadas algumas abordagens levantadas por estudiosos da área, a fim de determinar qual termo será utilizado nesse trabalho. Espaços livres são definidos por áreas sem a presença de edificações, ao ar livre, apresentado potencial para exercer funções ecológicas, estéticas e de lazer (CAVALHEIRO; DEL PICCHIA, 1992; LIMA *et al*., 1994; CAVALHEIRO *et al*., 1999; BUCCHERI FILHO; NUCCI, 2006; BELEM; NUCCI, 2010).

O espaço livre é estabelecido como espaço urbano ao ar livre, designado a usos como caminhada, práticas de esportes, passeios, descanso, recreação, em geral para lazer; os locais de passeios a pé devem dispor de segurança e comodidade, como por exemplo, distinção entre calçada e espaços destinados aos veículos; assim como os caminhos devem ser agradáveis e variados (CAVALHEIRO *et al*., 1999).

Lois e Labak (2001) apontam que as atividades executadas nos espaços livres públicos podem conter caráter ativo ou passivo, e, portanto, exercidas de forma consciente ou inconsciente. Robba e Macedo (2004) classificam os valores atribuídos aos espaços livres públicos em estético/simbólico (ligado à valorização pela população e ao turismo), ambiental (proteção dos elementos ambientais) e recreativo (possibilidades funcionais do espaço). Galender (2005), por sua vez, subdivide esses benefícios em apenas duas abordagens: caráter sociocultural (atividades humanas) e aspectos biofísicos (questões ambientais).

Lima *et al*. (1994), Loboda e De Angelis (2005) consideram que área verde seja qualquer espaço onde exista predomínio de vegetação arbórea, o que inclui praças, jardins públicos e parques urbanos. Lima *et al*. (1994, p. 545) produziram conceitos sobre espaços livres e áreas verdes, onde é possível estabelecer uma diferença entre ambos:

> *Espaço livre*: É o conceito mais abrangente, que integra os demais, contrapondo-se dos espaços construídos em áreas urbanas.
> *Área verde*: Área onde há a predominância de vegetação arbórea, que englobam as praças, os jardins públicos e os parques urbanos.

Cavalheiro *et al*. (1999), Buccheri-Filho (2006) e Buccheri-Filho e Nucci (2006) propõem que as áreas verdes são áreas com predomínio de vegetação, possuindo funções ecológicas, de lazer e estéticas, com predomínio de solo permeável, com acesso livre a população e que proporcionem condições para recreação.

Ampliando a definição de espaço livre, Magnoli (1982) define como espaços livres de edificação como: quintais, jardins públicos ou privados, ruas, parques, rios, mangues e praias urbanas etc. Todos os espaços livres urbanos são objeto de interesse do campo disciplinar da arquitetura da paisagem, o que vai além dos jardins (MAGNOLI, 1982).

Além de definir os conceitos dos termos, Lima *et al*. (1994, p. 545) demonstram os tipos de áreas verdes urbanas:

> *Parque urbano*: Enquadra-se como uma área verde, com função ecológica, estética e de lazer, no entanto com uma extensão maior que as praças e jardins públicos.
> *Praça*: Enquadra-se como um espaço livre público cuja principal função é o lazer. Quando não existe a vegetação e a mesma se encontra impermeabilizada não é considerada como uma área verde.
> *Arborização urbana*: Representa elementos vegetais de porte arbóreo dentro da cidade. Nesse enfoque, as árvores plantadas em calçadas fazem parte da arborização urbana, porém não integram o sistema de áreas verdes.

Contrapondo a definição de praça de Lima *et al*. (1994), Filho (2008, p.32) pontua a definição de praça atribuindo a representatividade social a qual esse espaço exerce:

> Vista no conjunto de espaços da cidade, a praça reúne elementos históricos e formais que designam como um dos espaços mais importantes do meio urbano. [...] e históricos, porque, ao possuir características que permitem a concentração de pessoas, atrai atividades importantes para o seu próprio espaço e para o entorno, atuando como um cenário importante dos fatos sociais.

Quanto às funções das áreas verdes, Bargos e Matia (2011, p. 181) evidencia que desempenham funções sociais, estéticas, ecológicas, educativas e psicológicas. Porém, essas funções podem também ser empregadas aos espaços livres:

a) *Função social*: oferecimento de lazer à população, mas vale ressaltar a necessidade de hierarquização.
b) *Função ecológica*: promover melhorias no clima da cidade, qualidade do ar, água, solo, proporcionando o bem-estar dos habitantes.
c) *Função psicológica*: oportunidade de realização de exercícios, lazer e recreação que são atividades que promovem o relaxamento e o "antiestresse", além dos benefícios de serem realizadas em contato com a natureza.

A definição mais aceita nas produções científicas sobre o tema debatido é proposta por Bargos e Matias (2011, p.185):

> [...] um conceito para áreas verdes urbanas deve considerar que elas sejam uma categoria de espaço livre urbano composta por vegetação arbórea e arbustiva (inclusive pelas árvores de vias públicas, desde que estas atinjam um raio de influência que as capacite a exercer as funções de uma área verde), com solo livre de edificações ou coberturas impermeabilizantes (em pelo menos 70% da área), de acesso público ou não, e que exerçam minimamente as funções ecológicas (aumento do conforto térmico, controle da poluição do ar e acústica, interceptação das águas das chuvas, e abrigo à fauna), estéticas (valorização visual e ornamental do ambiente e diversificação da paisagem construída) e de lazer (recreação).

Desse modo, na presente pesquisa, os espaços analisados serão considerados espaços livres urbanos, considerando a abordagem mais abrangente dos conceitos e incluindo todas as variáveis climáticas e ambientais relevantes para obter o resultado esperado.

Estudos na área de climatologia urbana reconhecem que a quantidade, forma de uso e qualidade dos espaços públicos são definidas, em sua maioria, pelas condições microclimáticas,

e que a determinação de sua qualidade bioambiental ocorre através de características como o tipo de superfície, geometria do espaço e presença ou não de vegetação (LEVERATTO, 1999).

Os espaços livres na malha urbana auxiliam em uma melhor movimentação do ar, alterando as condições de salubridade. Esses espaços, quando devidamente tratados, exercem um importante papel para a cidade, pois além de formarem zonas de amenização do clima, cumprem funções sociais, culturais e higiênicas (CAVALCANTE; VELOSO, 2001).

A presença de áreas verdes nas cidades pode contribuir com alguns serviços ambientais como: redução de alagamentos, regulação climática por meio do aumento da umidade e redução da poluição atmosférica. Então, projetar áreas verdes pode ser uma maneira de reduzir enchentes e deslizamentos, capturar carbono, melhorar a qualidade das águas e a saúde da população, além de contribuir para a sustentabilidade urbana a longo prazo (HERZOG E ROSA, 2010).

Em um comparativo de parques urbanos e ambientes externos em Goiânia-GO, Rodrigues *et al*. (2017) constataram que os parques urbanos auxiliam na regulação da umidade e temperatura nas áreas urbanas, mesmo que apresentem grande densidade e demais formas de uso e ocupação no entorno. Desse modo, é evidente que as áreas verdes são decisivas na manutenção da qualidade de vida da população.

Campos e Castro (2017) buscaram identificar a importância das áreas verdes para melhoria da saúde da população, visto que são áreas que vêm sendo destaque pelos benefícios trazidos à saúde e bem-estar através da melhoria da qualidade ambiental e de vida da população ao desenvolver funções ecológicas, sociais e de lazer. A relação homem, meio ambiente e saúde é ampla e está diretamente relacionada com a qualidade de vida (CAMPOS E CASTRO, 2017).

Um estudo com o objetivo de reconhecer a relação entre os elementos climáticos e a ocorrência de doenças respiratórias em Belo Horizonte foi desenvolvido por Sales *et al*. (2018). O resultado dessa pesquisa evidencia a importância do comportamento temporal das variáveis meteorológicas e do ritmo climático no agravo das doenças respiratórias. Isto porque, a partir desses resultados pôde-se concluir que a baixa umidade relativa do ar, a redução na precipitação, a alta amplitude térmica e o elevado grau de materiais particulados na atmosfera de Belo Horizonte proporcionaram aumentos significativos na ocorrência das doenças do aparelho respiratório.

Liu *et al*. (2019) investigaram o efeito de uma variedade de microclimas da paisagem no conforto térmico e na saúde humana comparando os resultados com o efeito das condições climáticas predominantes em espaços abertos. A pesquisa concluiu que um espaço paisagístico pode, evidentemente, melhorar substancialmente tanto o microclima, quanto o conforto térmico e a saúde, psicológica e fisiologicamente.

Aram *et al*. (2020) investigaram o efeito do resfriamento de um grande parque urbano no conforto térmico do ponto de vista psicológico e fisiológico, a fim de mostrar o papel efetivo dos espaços verdes urbanos na diminuição do calor urbano. Os resultados demonstraram que o efeito de resfriamento de grandes parques centrais em áreas com verões quentes, incluindo aquelas com clima mediterrâneo, desempenham um papel fundamental na prevenção de criação e crescimento de ilhas de calor urbanas em áreas de alta densidade e densamente povoadas. A ausência de espaços verdes contribuem para a formação de ilhas de calor urbanas com impactos terríveis na saúde física e mental dos cidadãos.

Diante disso, existe uma preeminência global de pensar os espaços urbanos considerando as características locais, sobretudo as microclimáticas. Uma preocupação atual e, cada vez mais, fundamentalmente abordada pelos pesquisadores e atuantes na área que visam espaços bioclimaticamente adequados, assim como, a melhor qualidade de vida das pessoas.

Estudos anteriores realizados na cidade de São Carlos (GONÇALVES, 1986; GASPAR, 2000; PONS *et al*., 2007) já apontavam alguns dos problemas urbanos encontrados, os quais são potencializados pela rápida urbanização, como: despejo de esgoto *in natura* nos rios, assoreamento de córregos e rios, supressão de vegetação nativa e de áreas verdes, entre outros.

Perante o exposto, a proposta dessa dissertação é analisar a qualidade térmica de um espaço livre urbano da cidade de São Carlos/SP a fim de apontar diretrizes de planejamento urbano com enfoque bioclimático, além de contribuir para discussão em climatologia urbana.

CARACTERIZAÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO

1 · 2 · 3 · 4 · 5 · 6 · 7

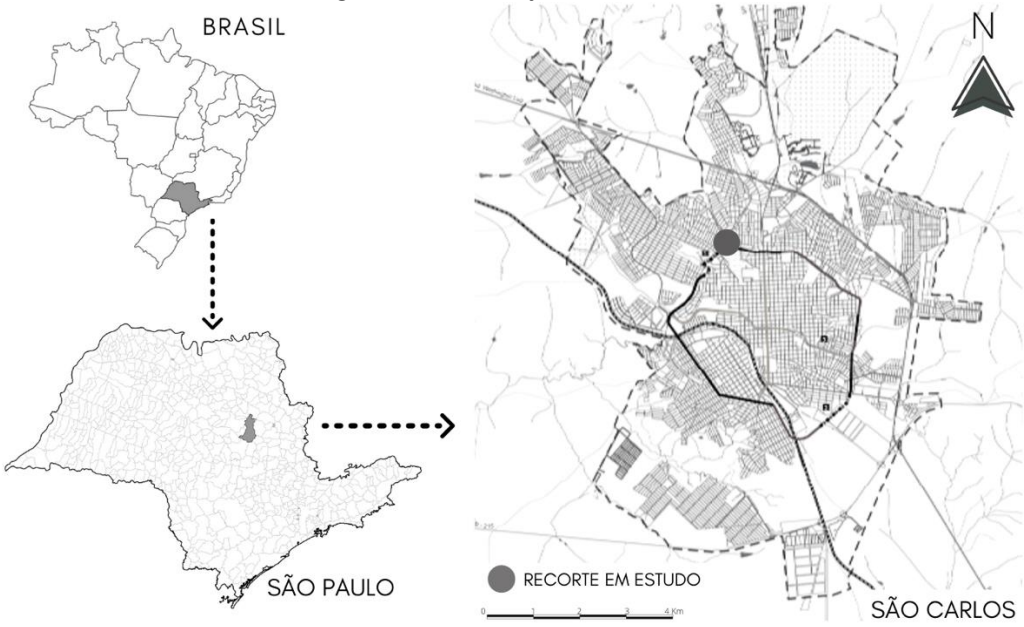
3 OBJETO DE ESTUDO: SÃO CARLOS – PARQUE DO KARTÓDROMO

Nesta seção são expostas as características geográficas, os aspectos históricos, aspectos climáticos, topográficos, hidrológicos da cidade de São Carlos. Além disso, é apresentado o histórico do Parque do Kartódromo, seus parâmetros urbanísticos e sua caracterização.

3.1 São Carlos

São Carlos é uma cidade situada no interior do estado de São Paulo (Figura 16), no Sudeste brasileiro, estando a aproximadamente 232 Km da capital. A cidade encontra-se a 22º09'30" da latitude Sul e 47º53'28" de longitude Oeste. Possui área territorial de 1.136, 907 Km^2 (IBGE, 2019), a área urbana representa 6% deste total (67,5 Km^2) e sua ocupação corresponde a 33 Km^2. Barbosa (2009) afirma que São Carlos encontra-se a uma altitude média de 856m acima do nível do mar, em um dos pontos de maior altitude da cidade.

Figura 16 – Localização de São Carlos



Fonte: Prefeitura Municipal de São Carlos (2016), adaptado pela autora (2020).

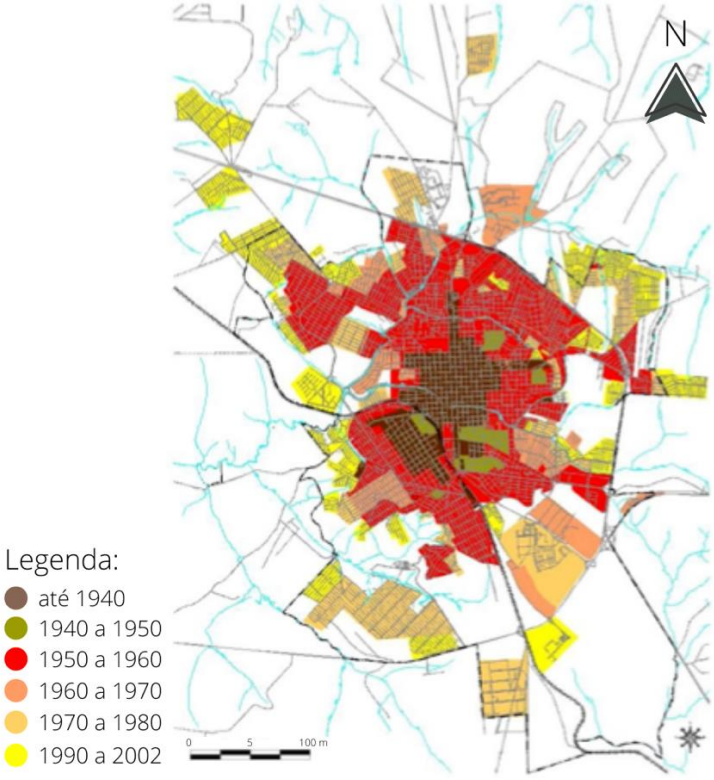
De acordo com os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2019), em termos demográficos, o município de São Carlos contava com 221.950 habitantes, de acordo com o último censo realizado em 2010, e densidade demográfica de 195,15 hab/km^2, possuindo uma população estimada para o ano de 2020 em torno de 254.484 pessoas.

3.1.1 Aspectos históricos

A região onde São Carlos está localizada tinha a cultura cafeeira como principal atividade econômica no início do século XIX. Houve a construção de uma capela no ano de 1857 e com isso ocorreu o surgimento de um novo núcleo urbano. Em 1865, São Carlos recebeu a categoria de vila e apenas no ano de 1880 alcançou o título de cidade. No ano de 1884, recebeu a chegada da ferrovia, o que promoveu a urbanização e a dinamização econômica da região, favorecendo o deslocamento da população e estimulando atividades urbanas (DEVESCOVI, 1985). A construção de rede telefônica, abastecimento de água potável e esgotos domésticos, iluminação pública por energia hidroelétrica e transporte coletivo por bondes elétricos foram alguns dos melhoramentos domésticos recebidos na virada do século (NEVES, 2007).

Ocorreu o declínio da lavoura de café a partir de 1920 e com isso, um deslocamento campo-cidade e os novos imigrantes estrangeiros ampliaram as atividades econômicas urbanas (setor industrial e comercial). Esse fato acarretou a expansão urbana, ampliação significativa da população urbana e crescimento do número de edificações na cidade (DEVESCOVI, 1985). A partir de 1940 São Carlos sofreu um processo intenso de urbanização (Figura 17).

Figura 17 – Expansão da malha urbana de São Carlos até 2002



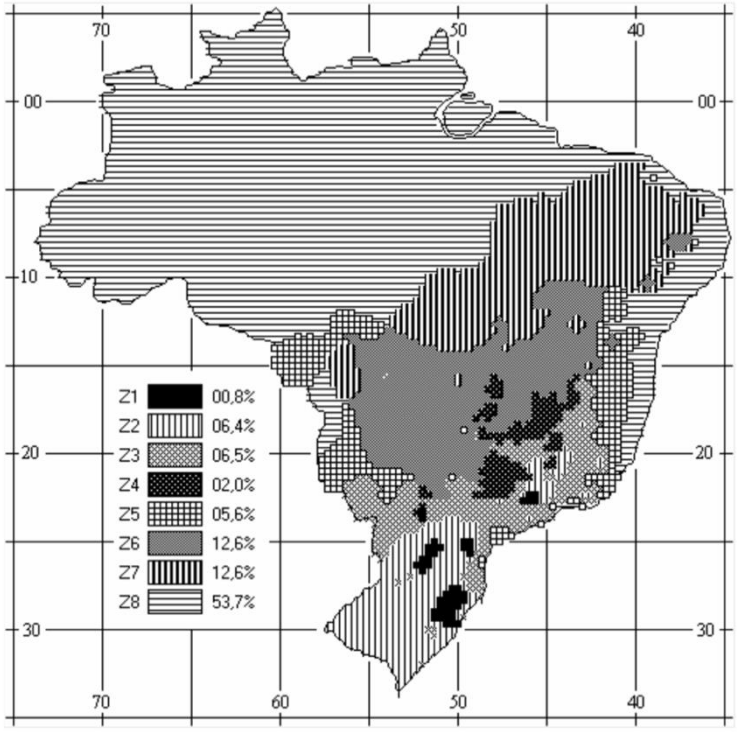
Fonte: Prefeitura Municipal de São Carlos (2004), adaptado pela autora (2020).

Devescovi (1985) salienta que o processo da ocupação do espaço urbano aconteceu de uma forma desorganizada, o que resultou em vários loteamentos vazios no centro da cidade. A extensão do perímetro urbano e a ocupação dos terrenos da área periférica da cidade foram viabilizadas pelo desenvolvimento de transporte público através dos ônibus nos anos de 1940. Rebelatto (1991) mostra que a partir dos anos 70, os loteamentos aprovados localizavam-se nos espaços vazios existentes na cidade, o que garantiu o adensamento do núcleo urbano. Somente a partir de 1988 novos loteamentos foram aprovados em diversas áreas da cidade, demonstrando a tendência de crescimento horizontal da malha urbana.

3.1.2 Aspectos climáticos

Segundo o Zoneamento bioclimático brasileiro (Figura 18), São Carlos está localizada na Zona Bioclimática 4, ocupante de 2% da área brasileira, a qual possui como uma de suas estratégias de condicionamento térmico passivo desta zona encontra-se o resfriamento evaporativo durante o verão (ABNT, 2005).

Figura 18 – Zoneamento bioclimático brasileiro

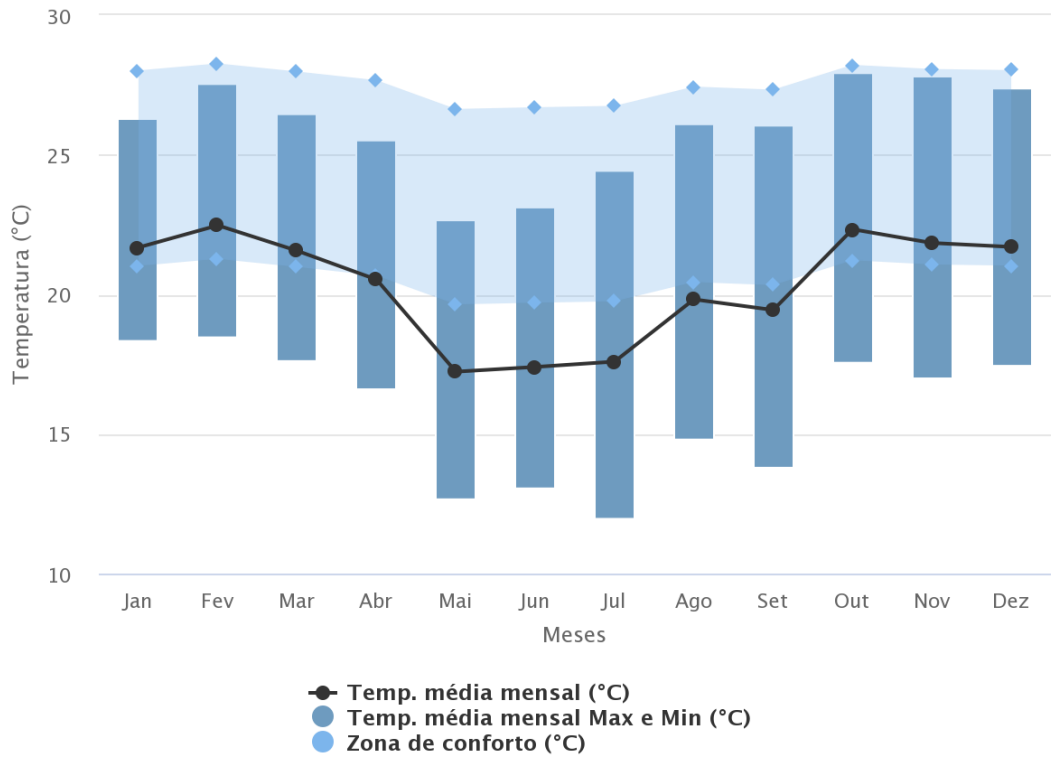


Fonte: ABNT (2005).

De acordo com a classificação de Koppen, o clima de São Carlos configura-se como Cwa.i – Awi, o que quer dizer que cidade apresenta clima quente de inverno seco com transição para clima tropical com verão úmido e inverno seco (TOLENTINO, 2007).

A cidade de São Carlos possui temperatura média máxima e mínima anual de 22,47ºC e 17,3ºC, respectivamente (PROJETEEE[1], 2021). A Figura 19 exibe o comportamento da temperatura anual da cidade de São Carlos, destacando a zona de conforto. Considerando a linha preta, que representa a temperatura média mensal, apenas nos três primeiros meses, como também nos três últimos meses do ano, encontra-se na zona de conforto.

Figura 19 – Gráfico de temperatura e zona de conforto



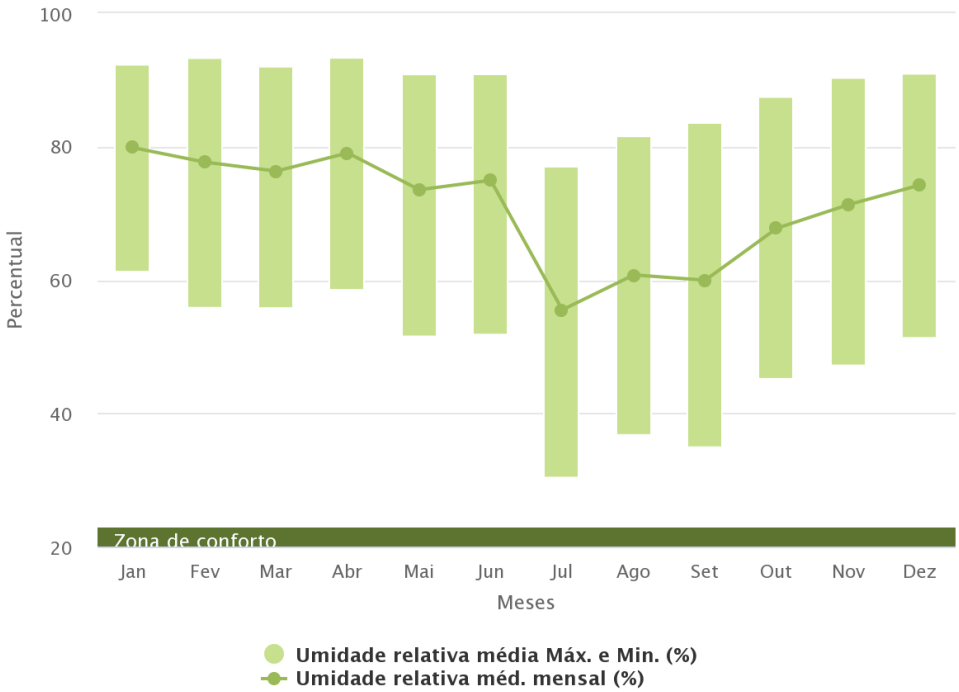
Fonte: PROJETEEE (2021).

O clima de São Carlos apresenta duas estações distintas: a estação seca e a estação chuvosa. A estação seca ocorre entre maio e setembro e é caracterizada por umidade, nebulosidade e temperaturas baixas e precipitações escassas. A estação chuvosa ocorre entre outubro e abril, onde é possível encontrar altas temperaturas, umidade elevada e precipitações abundantes.

A umidade relativa média máxima e mínima anual (Figura 20) representa 79,82% e 55,5%, respectivamente (PROJETEEE, 2021).

[1] O PROJETEEE (PROJETO 3E – EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES) é um projeto criado pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA), em colaboração com o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) com a iniciativa de estimular as práticas de uso dos recursos energéticos junto à sociedade. As informações estão disponíveis em sua página oficial http://projeteee.mma.gov.br.

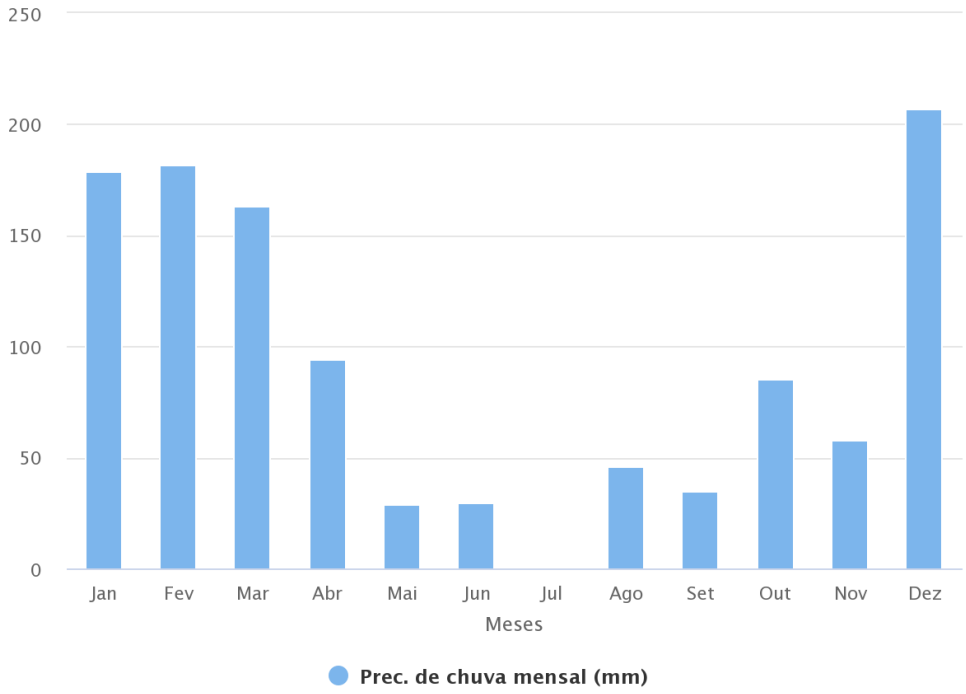
Figura 20 – Gráfico de umidade relativa



Fonte: PROJETEEE (2021).

As precipitações (Figura 21) configuram uma média máxima de 207 mm (em dezembro) e uma média mínima de 0 mm (em julho), ficando os meses mais chuvosos concentrados entre outubro e abril (PROJETEEE, 2021).

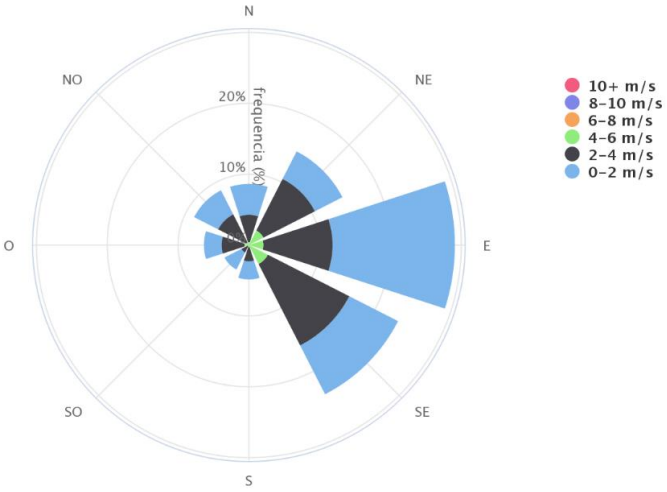
Figura 21 – Gráfico de precipitação



Fonte: PROJETEEE (2021).

A Figura 22 mostra a rosa dos ventos da cidade de São Carlos, onde é possível observar que os ventos predominantes na cidade são o nordeste, leste e sudeste (PROJETEEE, 2021). Tolentino (2007) ratifica que consistem nos ventos alísios trazidos pelas massas equatorial atlântica e tropical.

Figura 22 – Rosa dos Ventos

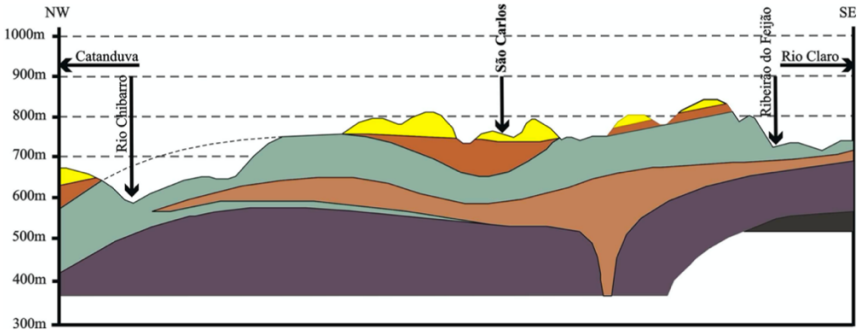


Fonte: PROJETEEE (2021).

3.1.3 Topografia

A topografia é uma das características do espaço urbano relevante para análise bioclimática. A cidade de São Carlos está localizada em um planalto que pertence à borda da linha de “cuestas” areníticas da Serra Geral. As escarpas desse planalto são bem acentuadas ao norte e ao sul da cidade, o que determina condições de circulação aérea típicas, e, consequentemente, criam um clima peculiar (TOLENTINO, 2007). A Figura 23 mostra a situação topográfica da região de São Carlos através de um corte que exibe seu perfil geológico.

Figura 23 – Perfil geológico da região de São Carlos



Fonte: DAEE (1974) adaptado por Barbosa (2009).

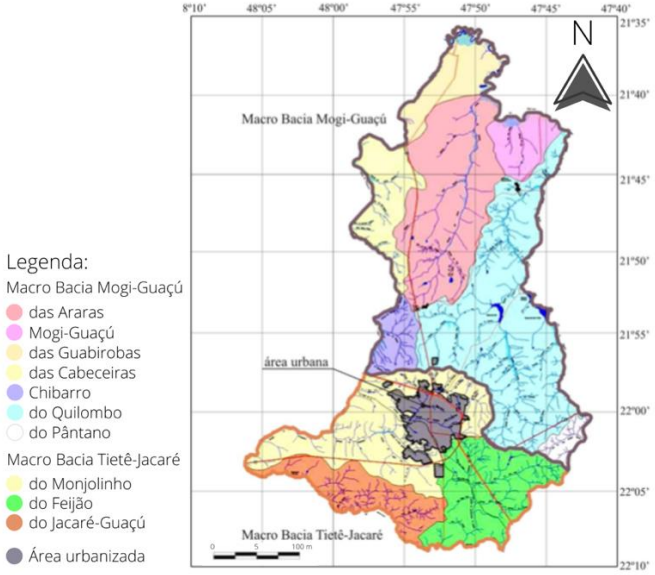
Tolentino (2007) afirma que a inexistência de obstáculos naturais favorece a ventilação intensa na área e a insolação direta, simultaneamente, as linhas de drenagem amplas propiciam o escoamento das águas pluviais, o que reflete sobre a evaporação e umidade atmosférica.

3.1.4 Hidrologia

Em termos hidrológicos, a cidade de São Carlos está localizada em duas grandes bacias hidrográficas. Cerca de 1/3 de sua área – porção Sul do território municipal – está implantada na macro bacia hidrográfica Tietê-Jacaré (UGRHI[2] 13) e os 2/3 restantes na macro bacia do rio Mogi-Guaçu (UGRHI 9) – porção Norte (BARBOSA, 2009).

A parcela das duas macro bacias que estão inseridas no limite municipal de São Carlos pode ser subdividida em dez microbacias, como mostra a Figura 24. A macro bacia Mogi-Guaçu é composta por sete microbacias, descritas de modo decrescente de acordo com suas dimensões: do ribeirão do Quilombo, com 30.173 ha; do ribeirão das Araras, com 20.044 ha; do ribeirão das Cabeceiras, com 6.960 ha; do ribeirão das Guabirobas, com 5.722 ha; do rio Mogi-Guaçu, com 4.167 ha; do rio Chibarro, com 3.541 ha; e do ribeirão do Pântano, com 1.685 ha. A macro bacia Tietê-Jacaré compõe-se, por ordem decrescente de acordo com suas dimensões: do ribeirão do Monjolinho, com 20.610 ha; do ribeirão do Feijão, com 12.560 ha; e do rio Jacaré-Guaçu, com 8.216 ha (BARBOSA, 2009).

Figura 24 – Mapa indicativo da porção das duas macro bacias de São Carlos



Fonte: Prefeitura Municipal de São Carlos (2004) adaptado pela autora (2020).

[2] Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos

A microbacia hidrográfica do ribeirão do Monjolinho é conceituada como especialmente importante por englobar a zona urbana quase em sua totalidade, com exceção do condomínio Samambaia e os distritos de Água Vermelha e Santa Eudóxia (situados na Microbacia do ribeirão do Quilombo) (BARBOSA, 2009).

3.2 Parque do Kartódromo

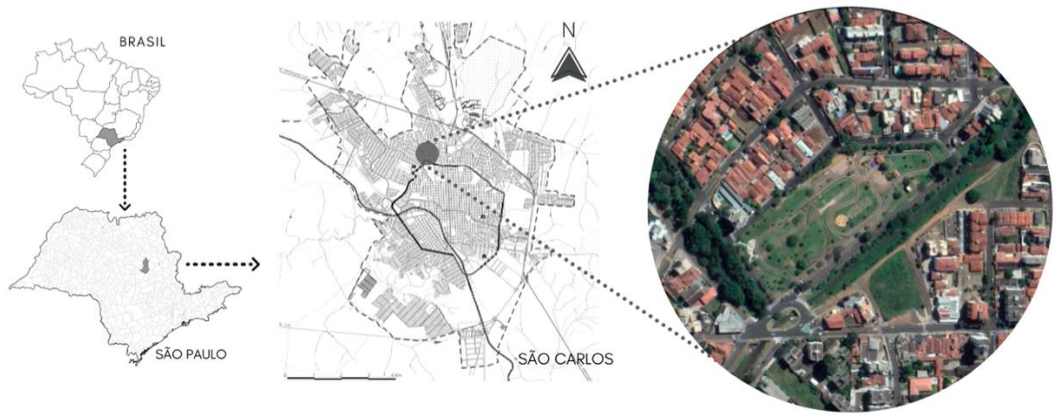
De acordo com os conceitos expostos na seção 2.5, considera-se, então, que os espaços livres são definidos por áreas sem a presença de edificações, ao ar livre, apresentando potencial para exercer funções ecológicas, estéticas e de lazer (CAVALHEIRO; DEL PICCHIA, 1992; LIMA *et al*., 1994; CAVALHEIRO *et al*., 1999; BUCCHERI FILHO; NUCCI, 2006; BELEM; NUCCI, 2010).

Dentro da malha urbana da cidade de São Carlos, foi selecionado um espaço livre para estudo. Os critérios de escolha do espaço livre urbano para ser objeto de estudo deste trabalho foram:

- Ser um equipamento urbano relevante para seu bairro, sendo assim, um espaço com frequência de usuários, para que seja possível estudar a relação do uso do espaço com as condições bioclimáticas;
- Possuir áreas sombreadas por vegetação arbórea e áreas não sombreadas, possibilitando o reconhecimento dos microclimas e suas influências na sensação de conforto térmico dos usuários;
- Apresentar diferentes tipos de revestimento do solo, o que interfere diretamente nas condições térmicas do espaço, e, consequentemente, nas condições de conforto das pessoas.

A partir dos critérios estabelecidos, o espaço livre urbano escolhido para análise foi o Parque Antenor Garcia Ferreira, mais conhecido como Parque do Kartódromo, localizado no bairro Jardim Nova Santa Paula, na cidade de São Carlos/SP (Figura 25).

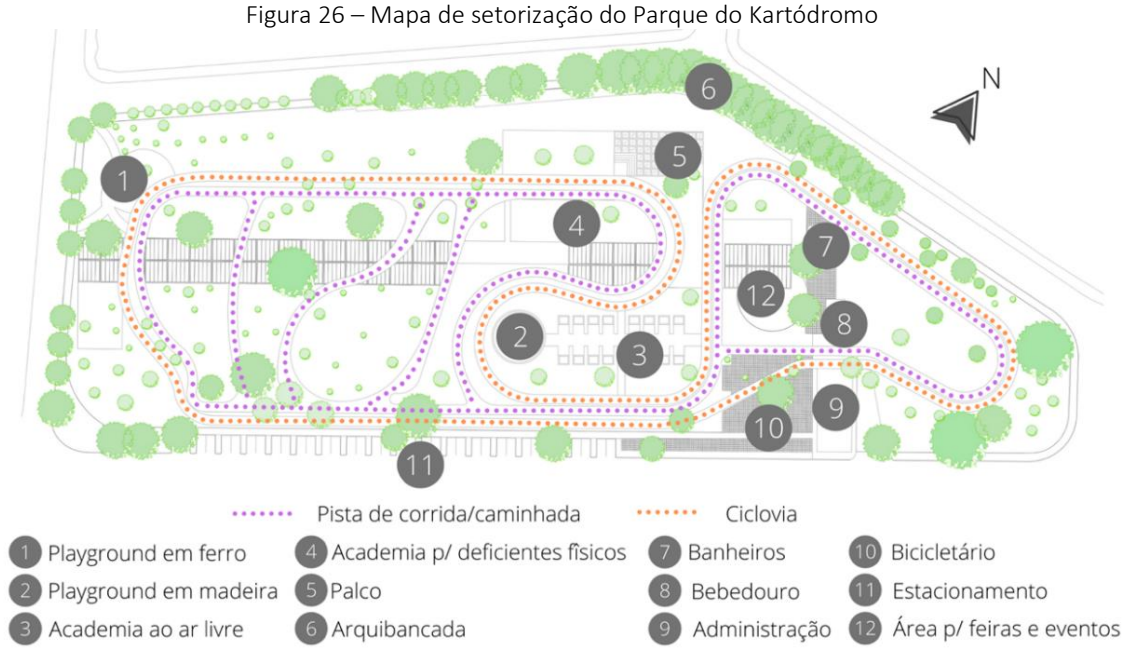
Figura 25 – Localização do Parque do Kartódromo



Fonte: Prefeitura Municipal de São Carlos (2016) e *Google Earth*, adaptado pela autora (2020).

O Parque do Kartódromo é um espaço público destinado a práticas esportivas e atividades de lazer. Cumpre também, segundo os arquitetos urbanistas idealizadores do projeto, Leandro e Luciana Schenk, funções ambientais de drenagem, diminuição de temperatura e renovação dos ares a partir do plantio de árvores. A Figura 26 mostra a setorização do Parque do Kartódromo.

Figura 26 – Mapa de setorização do Parque do Kartódromo



Fonte: Elaboração própria (2020), baseado nas plantas cedidas por Luciana e Leandro Schenk (2004).

Comumente ocorrem alguns eventos no parque, como por exemplo, feiras livres às sextas-feiras, onde são montadas barracas na área nordeste do parque; e há também o parque de diversões que funciona aos finais de semana. A Figura 27 mostra os diversos equipamentos presentes no Parque do Kartódromo.

Figura 27 – Equipamentos do Parque do Kartódromo



Fonte: Autora (2022).

3.2.1 Histórico do Parque do Kartódromo

O Kartódromo de São Carlos foi implantado na última gestão do ex-prefeito Antônio Massei (1977-1983) com o propósito de disseminar o esporte e o entretenimento. A Figura 28 mostra o Kartódromo de São Carlos, quando ainda funcionava como pista de kart, porém não foi encontrada a data exata da captura da imagem. O local chegou a receber eventos de grande porte, como o Campeonato Paulista de Kart. Entretanto, por se tratar de uma área residencial, os moradores locais estavam incomodados com o barulho dos veículos e passaram a pressionar as autoridades locais. Diante disso, a prefeitura decidiu encerrar as atividades da pista de corrida e transformar a pista de corrida de karts em pista de corrida designada para pessoas, recebendo o título de Parque do Kartódromo (IBGE, 2021).

Figura 28 – Kartódromo de São Carlos



Fonte: IBGE (2021)

Após o desligamento da pista de kart, por determinação do Ministério Público, iniciou-se o processo de remodelação do Kartódromo no ano de 2004, com o intuito de torná-lo uma área de lazer para a comunidade, pela Prefeitura Municipal de São Carlos (PARQUE..., 20O6). O projeto tinha limitações orçamentárias, o que não permitiu que pudesse haver bacias de retenção que pudessem auxiliar na questão das enchentes da cidade, como pretendiam os arquitetos originalmente. Porém, o programa elaborado em parceria com o corpo técnico da prefeitura recebeu um desenho que buscou ampliar ao máximo a possibilidade de infiltração de água nesta área de várzea. A presença do palco e original trapiche de madeira, atualmente substituído por concreto, buscavam compor um ambiente variado e em diálogo com a história da região. O uso de cerâmica no piso do palco testemunhava um território com a presença de fábricas deste material, e o trapiche de madeira, sobrelevado em 45 centímetros do gramado, fazia vez de longo palco, banco ou piso, que atravessava longitudinalmente o projeto. Segundo depoimento dos arquitetos, o projeto foi implantado apenas parcialmente, a proposta relacionada à presença de água sob a forma de jatos não foi construída e o plantio de árvores prejudicado pela elaboração das covas em terreno com a presença de entulho no subsolo[3].

No ano de 2006 houve uma reunião em que o secretário Ricardo Martucci apresentou aos moradores o projeto para a segunda etapa de execução das obras do parque. Essa nova etapa

[3] Informações coletadas em entrevista com Luciana Schenk em 2022.

consistira em construção do Posto da Guarda Municipal, para executar a segurança do parque; instalação de cobertura em lona tensionada e mobiliário urbano; conclusão da iluminação; paisagismo; sinalização dos circuitos; faixas seguras de travessia; restauro de calçadas externas; ajustes no prédio administrativo; implantação de vagas para deficientes e guia rebaixada; construção de sanitários para deficientes; instalação de corrimão, guia de balizamento na rampa da lanchonete, bancos, lixeiras e barras para alongamentos e abdominais (PARQUE..., 2006).

Ainda na mesma reunião, Martucci esclareceu que a pista de kart, na época em que foi implantada, ficou sobre o antigo leito do córrego do Monjolinho, o qual foi desviado a poucos metros da margem atual. Esse fato fez com a área do parque ficasse em uma área de várzea, exposta a alagamentos em época de chuva, como também à degradação ambiental (PARQUE..., 2006).

Martucci conta que o parque foi pensado para reduzir o desgaste ambiental e ao mesmo tempo oferecer a população um espaço para lazer e atividades físicas. Um dos pontos pensados foi uma pista de saúde destinada ao tratamento de pessoas em processo de readaptação pós-cirúrgica ou com dificuldades motoras. Quanto à preservação ambiental, o projeto de paisagismo visou conservar a área o mais permeável possível (PARQUE..., 2006).

Ainda no ano de 2006 abriu-se um processo de licitação, através da Prefeitura de São Carlos, para contratação de uma empresa para administrar a lanchonete do Parque do Kartódromo. A principal intenção era que a lanchonete oferecesse o diferencial coerente com a proposta do parque em ser um espaço destinado à prática esportiva saudável e tendo como principal preocupação a saúde dos usuários, especialmente daqueles com problemas de saúde ou sequelas de doenças (ABERTA..., 2006).

Em 2012 a Prefeitura de São Carlos entregou a academia ao ar livre do Parque do Kartódromo. Foram instalados aparelhos resistentes às ações climáticas e destinados a trabalhar diversos membros do corpo, além do sistema cardiorrespiratório, aeróbico e flexibilidade das articulações (PREFEITURA..., 2012).

3.2.2 Parâmetros urbanísticos

O Parque do Kartódromo está situado na Zona de ocupação induzida 2 dentro do Zoneamento Urbano da cidade de São Carlos. De acordo com a revisão do Plano Diretor (SÃO CARLOS, 2016), as diretrizes desta zona são:

> I – Promover a ocupação dos vazios urbanos existentes, aproveitando a infraestrutura local e promovendo a função social da cidade e da propriedade;
> II – Promover o maior aproveitamento da terra urbana com o aumento na densidade construtiva e populacional
> III – Promover a melhoria na mobilidade urbana;
> IV – Qualificar e utilizar a infraestrutura existente;
> V – Consolidar a centralidade dos bairros existentes na região;
> VI – Manter as áreas verdes significativas;
> VII – garantir a diversidade de usos e a compatibilização dos mesmos com o uso residencial.

Além disso, o Parque do Kartódromo também pertence a Área de Interesse Ambiental (AIA). Segundo o Art. 13 do Plano Diretor de São Carlos (SÃO CARLOS, 2016), as Áreas de Interesse Ambiental são porções do território destinadas a:

> I – Proteger e recuperar os mananciais, nascentes e APPs;
> II – Proteger a biodiversidade, áreas com vegetação significativa ou reflorestamento de espécies nativas;
> III – Proteger praças, parques, paisagens notáveis, encostas e fundos de vale e promover seu uso adequado e sustentável;
> IV – Contribuir para a adequada drenagem de água pluvial no território do Município, prevenindo enchentes, erosões e promovendo a recarga dos reservatórios de águas subterrâneas;
> V – Criar Parques Lineares e Unidades de Conservação, como Parques Municipais e Estações Ecológicas;
> VI – Promover a educação ambiental como ferramenta interdisciplinar para o reconhecimento, preservação e uso adequado dos recursos ambientais;
> VII – Promover ações necessárias para minorar, no nível local, os efeitos do aumento da temperatura associado às mudanças climáticas globais.

O Art. 74 desta mesma Lei elenca quais são as Áreas de Interesse Ambiental presentes na cidade de São Carlos, onde pelo menos porções de duas dessas áreas estão presentes no recorte analisado no presente trabalho:

> XIII – das margens do Córrego Cambuí, passando pelo Bosque Santa Marta e a confluência com o Córrego Santa Maria do Leme, seguindo por suas margens até o Parque do Kartódromo “Antenor Garcia Ferreira”;
> XIV – das margens do Córrego Monjolinho e suas afluentes à montante da confluência deste com o Tijuco Preto, passando pelo Parque do Kartódromo, até a Estação de Captação de Água do Espraiado;

METODOLOGIA

1 · 2 · 3 · 4 · 5 · 6 · 7

4 METODOLOGIA

Essa seção apresenta a metodologia aplicada no desenvolvimento desta pesquisa. Os processos metodológicos seguiram as seguintes etapas: elaboração de mapas morfológicos, confecção de fichas bioclimáticas, estudo de insolação e sombreamento, medições de variáveis ambientais, refletância e temperatura superficial dos pavimentos e produção de mapas comportamentais. Deste modo, foi dividida em 3 escalas: entorno, espaço livre urbano e usuário. Dentro dessas subdivisões, foram aplicadas as seguintes etapas metodológicas:

Escala entorno

- Mapas morfológicos – através do método desenvolvido por Katzchner (1997), foram elaborados mapas de topografia, uso do solo, altura das edificações e vegetação. Posteriormente, a análise desses mapas, conjuntamente com os dados obtidos através das medições das variáveis climáticas, será possível perceber a relação entre a morfologia urbana e o microclima local;

Escala espaço livre urbano

- Ficha bioclimática – são fichas analíticas do espaço urbano (ROMERO, 2015) que permitem um registro completo entre a parte discursiva e gráfica dos elementos do espaço urbano, favorecendo estabelecer aspectos que precisam ser modificados ou melhorados, a partir dos princípios bioclimáticos, naquele espaço;
- Estudo de insolação e sombreamento – foram realizadas simulações através do *software Autodesk Revit®* para analisar, por meio da trajetória solar, como funciona o sombreamento e a insolação no Parque do Kartódromo durante diferentes períodos do dia e do ano. Essa etapa colabora para a posterior correlação de tais condições com o comportamento dos usuários do parque.
- Medições – foram realizadas medições das seguintes variáveis climáticas verificadas: temperatura e umidade relativa do ar, velocidade dos ventos, temperatura radiante média e temperatura superficial. Além disso, também foram aferidas as refletâncias dos materiais. Também foram confeccionados abrigos meteorológicos alternativos para garantir proteção contra radiações durante as medições de temperatura e umidade relativa do ar;

Escala usuário

- Mapas comportamentais – foram elaborados mapas comportamentais referentes a diferentes períodos do dia com a finalidade de analisar o comportamento dos usuários e a relação desse comportamento com o microclima. Os mapas comportamentais apontam os principais percursos trilhados, as áreas de concentração dos usuários, as principais atividades realizadas, permitindo uma análise qualitativa da utilização de tal espaço urbano;

O esquema a seguir mostra detalhadamente como seguiu a metodologia (Figura 29):

Figura 29 – Esquema metodológico



Fonte: Elaboração própria (2020).

4.1 Escala entorno

A escala entorno engloba a caracterização do entorno do Parque do Kartódromo através da produção de mapas morfológicos.

4.1.1 Mapas morfológicos

A confecção desses mapas é um método desenvolvido pelo professor Lutz Katzchner, da Universidade de Kassel na Alemanha (KATZCHNER, 1997). O método indica a avaliação das condições de clima urbano pela descrição qualitativa e de um sistema de classificação espacial baseado no padrão térmico do ambiente urbano. O método é subdivido em duas partes. A primeira equivale à elaboração e análise de mapas de topografia, uso do solo, gabarito, altura das edificações, vegetação e recobrimento do solo. Após isso, realiza-se a análise qualitativa do espaço através de medições e, posteriormente, análise das variáveis ambientais e sensações humano-biometeorológicas. Esse método sugere o monitoramento ambiental envolvendo o usuário na avaliação das condições microclimáticas e de conforto do ambiente. A Figura 30 mostra um esquema simplificado dos procedimentos propostos por Katzchner.

Figura 30 – Fluxograma da metodologia de Katzchner (1997)



Fonte: Costa (2003).

De acordo com a metodologia descrita acima, a primeira etapa consiste na elaboração dos mapas com as seguintes categorias:

- Topografia: identificação de curvas de nível de 10 em 10m;
- Uso do solo: classificação dos lotes referentes aos tipos de uso – comercial, residencial, serviços, institucionais, vazios e praças;
- Altura das edificações: classificação das edificações de acordo com o número de pavimentos – térreo, entre 2 e 4 pavimentos, entre 5 e 9 pavimentos e acima de 10 pavimentos;
- Gabarito de figura-fundo: reconhecimentos dos espaços edificados e espaços livres e criação do mapa de espaços livres;
- Área verde ou vegetação: identificação das áreas verdes existentes através da projeção das copas e canteiros existentes;

Katzschner (1997) afirma que o clima urbano e o bem-estar do homem estão intimamente ligados, assim, qualquer planejamento de espaço livre deve considerar essas circunstâncias. Após a elaboração dos mapas morfológicos, as medições das variáveis climáticas, bem como o levantamento do perfil dos usuários do espaço livre em estudo e suas percepções quanto às sensações térmicas fazem parte dos próximos passos metodológicos para que possa ser obtida uma análise mais completa e precisa do espaço.

4.2 Escala espaço livre urbano

A escala do espaço livre urbano representa a metodologia aplicada para a caracterização do Parque do Kartódromo. Essa escala compreende a elaboração da ficha bioclimática correspondente, seguindo o método de Romero (2015); o estudo de insolação e sombreamento através do *software Autodesk Revit®*; e as medições das variáveis climáticas.

4.2.1 Ficha bioclimática

Esse método trata-se da concepção arquitetônica do espaço público proposta por Romero (2015). O espaço público recebe tratamento dentro de uma concepção bioclimática em duas categorias temáticas: ambiente e espaço. Assim, é possível verificar

as inter-relações entre essas duas categorias que serão caracterizadas em três partes: o entorno (Figura 31), a base (Figura 32) e a superfície fronteira (Figura 33) (ROMERO, 2015).

O entorno trata-se do espaço urbano imediato ao espaço público a ser analisado; a base corresponde ao espaço onde o espaço público está assentado; a superfície fronteira é constituída pelo limite ou marco do espaço a ser analisado (ROMERO, 2015).

Romero (2015) recomenda uma ficha de análise do espaço público designada ficha bioclimática, como registro sistemático de dados empíricos coletados em visitas *in loco* para contribuir na composição de um projeto de espaço público onde a bioclimatologia urbana venha a ser considerada.

A ficha bioclimática permite um registro completo entre a parte discursiva e a parte gráfica favorecendo uma análise mais clara da correlação existente entre as características do espaço mencionadas acima. A ficha utilizada neste trabalho foi adaptada para o mesmo, retirando então alguns tópicos da ficha original proposta por Romero (2015).

Figura 31 – Ficha bioclimática do espaço público (entorno)



Fonte: Romero (2015), adaptado pela autora (2020).

Figura 32 – Ficha bioclimática do espaço público (base)



Fonte: Romero (2015), adaptado pela autora (2020).

Figura 33 – Ficha bioclimática do espaço público (fronteira)



Fonte: Romero (2015), adaptado pela autora (2020).

4.2.2 Estudo de insolação e sombreamento

O estudo de insolação e sombreamento foi desenvolvido por meio de simulações de modelagem 3D *software Autodesk Revit®*. Tal estudo proporciona a análise das porções sombreadas e expostas à radiação solar direta no parque. Isso porque a vegetação disposta no parque, como também a morfologia do entorno construído, podem exercer influências no sombreamento.

Desse modo, as simulações foram realizadas em diferentes períodos do ano, como também em diferentes horários do dia. Foram analisadas as estações de primavera (representando o período em que foram realizadas as análises comportamentais – outubro de 2020 e setembro de 2021) e outono; e os solstícios de inverno (21 de junho de 2020) e verão (21 de dezembro de 2020).

Todas as simulações foram realizadas de acordo com os horários sugeridos pela Organização Mundial de Meteorologia: 09h, 12h e 15h. As simulações dos solstícios de verão e inverno foram realizadas para analisar a diferença na insolação e sombreamento em períodos diferentes do período de análise deste trabalho.

4.2.3 Medições

Foram realizadas medições *in loco* a fim de garantir dados precisos acerca das variáveis climáticas e, posteriormente, estabelecer a relação destas com os levantamentos do espaço livre estudado.

As variáveis climáticas analisadas no objeto de estudo deste trabalho foram: temperatura do ar (^{o}C); umidade relativa do ar (%); temperatura de globo (^{o}C), que posteriormente foi convertida para temperatura radiante média (TRM); velocidade dos ventos (m/s) e temperatura superficial (^{o}C). Além das variáveis climáticas, também foi medida a refletância dos materiais utilizados neste espaço, visto que esse fator influencia diretamente no comportamento térmico dos mesmos.

Para as medições de temperatura e umidade relativa do ar, velocidade dos ventos e temperatura de globo foram utilizados os seguintes equipamentos: sensor HOBO,

anemômetro e sensor TESTO com sonda e globo preto, respectivamente. As medições destas variáveis ocorreram a uma altura de 1,1 m do solo, conforme sugere a NBR 16401-2 (ABNT, 2008). Desse modo, esses equipamentos foram posicionados em um tripé como mostra a Figura 34.

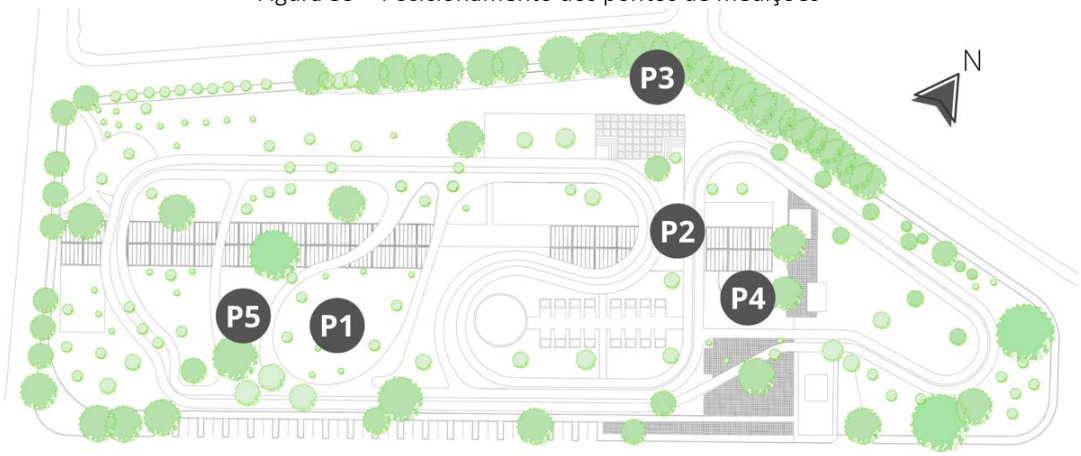
Figura 34 – Tripé com os equipamentos posicionados



Fonte: Autora (2021).

Foram posicionados cinco tripés ao longo do parque (Figura 26). O critério de escolha para a seleção dos pontos de medição baseou-se na análise comportamental realizada em uma etapa preliminar às medições e será melhor detalhado posteriormente. Os pontos P1, P2 e P3 contaram, cada um, com um tripé como o exposto na Figura 35 e nos pontos P4 e P5 foram aferidas apenas as variáveis temperatura e umidade relativa do ar, e velocidade dos ventos.

Figura 35 – Posicionamento dos pontos de medições



Fonte: Autora (2021).

As medições ocorreram de forma simultânea nos cinco pontos do parque. Os equipamentos foram dispostos às 08h30min e recolhidos às 18h10min, então ficaram coletando dados durante todo esse período para ser tratados posteriormente. O cálculo da Temperatura Radiante Média (TRM) foi realizado através dos valores da temperatura de globo obtidos nas medições e posteriormente inseridos na Equação 1, seguindo as recomendações da ISO 7726 (1998):

$$Trm = \left[(\mathrm{tg} + 273)^4 \frac{1{,}1x10^8 xVa^{0,6}}{\mathrm{Eg}\ x\ \mathrm{D}^{0,4}}\ x\ |tg - ta|\right]^{\frac{1}{4}} - 273 \quad (1)$$

Onde,
tg = Temperatura de globo [ºC]
Va = Velocidade do ar [m/s]
Eg = Emissividade do globo [adimensional]
D = Diâmetro do globo [m]
ta = Temperatura do ar [ºC]

Os dados foram coletados a cada dez minutos e organizados posteriormente em planilhas do Excel® e expostos em gráficos. As medições ocorreram durante o mês de setembro, caracterizando a estação seca na cidade de São Carlos/SP. Os dados obtidos com as medições realizadas nos pontos fixos no parque foram comparados aos dados registrados, equivalentes ao mesmo período de observação, pela estação meteorológica da rede do INMET, localizada na Universidade Federal de São Carlos (UFSCar).

Os dados de temperatura superficial e refletância dos materiais utilizados nos pavimentos foram obtidos através de aferições com o termômetro infravermelho e espectrômetro ALTA II, respectivamente. Essas medições ocorreram de acordo com os horários sugeridos pela Organização Meteorológica Mundial (OMM): 09h, 12h, 15h e foi acrescido o horário de 18h, próximo ao horário de finalização de todas as capturas. Para as medições de temperatura superficial foi utilizado um termovisor 870-2 TESTO, o qual era direcionado à superfície a ser analisada e capturada uma imagem, tratada posteriormente no *software* da própria câmera, mostrando os índices de temperatura. Foram capturadas as temperaturas máximas e mínimas de cada tipo de pavimento, nos três horários pré-estabelecidos para medições (09h, 12h e 15h) e a partir disso, foram calculadas as temperaturas médias de cada pavimento em cada horário.

Para aferição da refletância dos pavimentos utilizou-se o espectrômetro ALTA II. Nestas medições, o equipamento captura onze comprimentos de onda, os quais estão compreendidos entre 470 e 940 nm. Pereira *et al*. (2015) mostram que é fundamental, no momento da medição, que o equipamento seja coberto por um aparato escuro, para a radiação solar incidente não cause interferências nos dados alcançados por meio das lâmpadas de LED do equipamento. Desse modo, foi utilizado um aparato escuro, confeccionado em tecido preto, como forma de impossibilitar a interferência qualquer radiação externa (Figura 36).

Figura 36 – Espectrofotômetro ALTA II com aparato em tecido preto



Fonte: Autora (2021).

Os valores alcançados pelo ALTA II não são os valores absolutos relativos à refletância, o equipamento aponta a voltagem, sendo assim para que possa atingir o índice pretendido é necessário cumprir o procedimento determinado por Dornelles (2008):

1. A princípio, é medida a voltagem de fundo do equipamento, para que seja feita a calibração do aparelho e a partir disso realizar as medições de cada pavimento;
2. Mede-se as voltagens para cada comprimento abrangido pelo aparelho para uma amostra de referência de refletância e absortância conhecida;
3. Afere-se as voltagens para cada comprimento de onda, três vezes para cada amostra, com a finalidade de aumentar a confiabilidade dos dados obtidos;
4. Executa o cálculo da refletância de cada pavimento utilizado a Equação 2:

$$\rho\ amostra = \left(\frac{V\ amostra - V\ fundo}{V\ referência - V\ fundo}\right) x\ \rho\ referência \quad (2)$$

Sendo:

ρ amostra: refletância da amostra, para cada comprimento de onda (%);

V amostra: voltagem da amostra (mV), para cada comprimento de onda;

V fundo: voltagem de fundo (mV);

V referência: voltagem da amostra de referência (mV);

ρ referência: refletância da amostra de referência, por comprimento de onda (%).

Portanto, após a coleta de dados, os dados foram estruturados em planilhas do Excel e expostos posteriormente na análise dos pavimentos do parque. Para realização desta etapa de medições foram utilizados os seguintes equipamentos disponibilizados pelo Laboratório de Conforto Ambiental (LCA) da Universidade de São Paulo (USP) expostos na Figura 37:

Figura 37 – Equipamentos disponíveis para as medições

EQUIPAMENTOS PARA MEDIÇÕES

velocidade dos ventos	temperatura superficial	temperatura de globo	temperatura e umidade relativa do ar	refletância dos materiais
				

INFORMAÇÕES TÉCNICAS

445 + sonda de esfera quente *NTC* faixa de medição: -20 a +70ºC *Velocidade de fluxo* faixa de medição: 0 a +10m/s exatidão: ±(0,03 + 5% do vm)	**termovisor 870-2 TESTO** resolução infravermelha: 160 x 120 pixels tecnologia SuperResolution: 320 x 240 pixels sensibilidade térmica: < 100mK câmera digital integrada: 3,1 megapixels	**175T2 TESTO + SONDA** faixa de medição: -35 a +55ºC interna -40 a +120ºC externa exatidão: ±0,5ºC (-35 a +55ºC) interna ±0,3ºC (-40 a +120ºC) externa resolução: 0,1ºC **sonda de imersão/penetração** *NTC estanque* faixa de medição: -50 a +150ºC + 0,5% do vm (100 a +150ºC) ± 0,2ºC (-25 a +74,9ºC) exatidão: ±0,4ºC t90:10s	**datalogger modelo H08-003-02 da ONSET/HOBO** faixa de operação: -20ºC a +70ºC (-4ºF a +158ºF) 25 - 95% UR sem condensação precisão do tempo: aprox. ± 1 minuto / semana capacidade de medição: 7944 medições no total	**espectrômetro ALTA II** radiação de 11 comprimentos de onda entre 470 e 940 nm

Fonte: Elaboração própria (2020).

Segundo a NBR 16401-2 (ABNT, 2008) durante medições de temperatura do ar, o equipamento deve ser protegido da influência da radiação solar, superfícies frias ou quentes e outras fontes de radiação.

Desse modo, é necessário a utilização de abrigos meteorológicos para a realização das medições de temperatura do ar, e consequentemente, também, de umidade relativa do ar. Como esses instrumentos apresentam valores elevados e o laboratório não possui exemplares de abrigos para os HOBOS, foram desenvolvidos abrigos meteorológicos alternativos.

4.2.3.1 Desenvolvimento de abrigo meteorológico

O abrigo desenvolvido nesta pesquisa é composto pelos seguintes materiais: placa de poliestireno, barra roscada galvanizada, porca borboleta e porca comum, onde todas as peças de ferro possuem ¼ de diâmetro. A Figura 38 mostra o abrigo industrializado da modelo SQ15-S2160 da Squitter que foi utilizado como referência para o abrigo alternativo desenvolvido nesta pesquisa.

Figura 38 – Abrigo industrializado Squitter



Fonte: Squitter (2020).

Peças pré-moldadas:

Foram confeccionadas 4 peças de moldes em MDF, através de um torno mecânico, para fabricação das peças de poliestireno que compõem o abrigo meteorológico. Os moldes

foram idealizados para resultar em peças projetadas para abrigar o equipamento HOBO o qual possui formato retangular e as seguintes dimensões, como mostra a Figura 39:

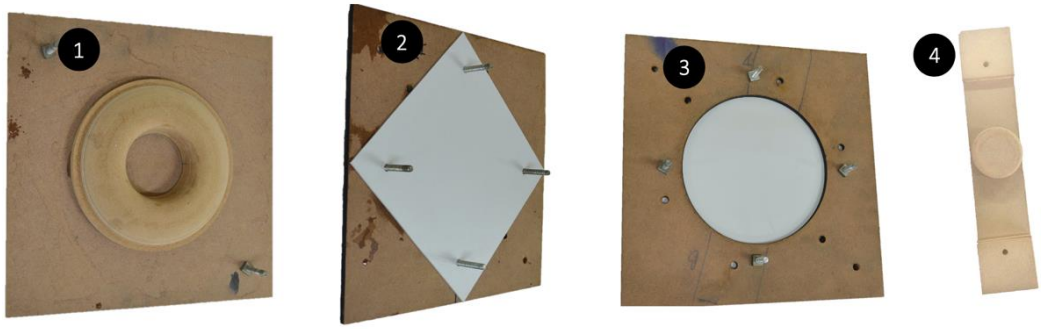
Figura 39 – Dimensões do HOBO



Fonte: Autora (2019).

Esses moldes possuem uma numeração correspondente à sequência pré-estabelecida de como devem ocorrer os encaixes para que se obtenha as peças de poliestireno. Na Figura 40 é apresentado o esquema para cada molde e a sequência para montagem.

Figura 40 – Moldes em MDF

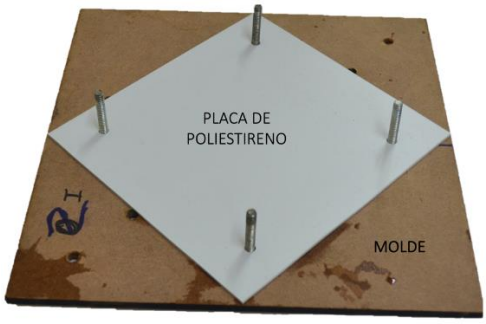


Fonte: Autora (2019).

Processo de confecção das peças de poliestireno:

Inicialmente, a placa de poliestireno foi cortada em diversas placas quadradas menores, o que vem a ser posteriormente, cada peça do protetor. Após isso, foram adicionados alguns furos na placa para que ela pudesse ser fixada nos parafusos do molde 2 (Figura 41).

Figura 41 – Placa de poliestireno fixada no molde em MDF



Fonte: Autora (2019).

Com a placa fixada no molde, aplicou-se ar quente através de um soprador térmico até amolecer o material. Feito isso, colocou-se a placa no molde 1 e pressionou-se até aderir ao formato e, segundos após, inseriu-se o molde 4 para que a peça adquirisse a abertura no centro do molde (Figura 42).

Figura 42 – Peça sendo pressionada para adesão de formato



Fonte: Autora (2019).

É importante ressaltar que a peça que fica na parte superior do abrigo não passa por essa etapa de aplicação do molde 4. Sendo assim, esta peça não possui a abertura em seu centro. A Figura 43 mostra a diferença entre esses dois tipos de peças.

Figura 43 – Placa de poliestireno (sem abertura e com abertura)



Fonte: Autora (2019).

Segundos após pressionar as peças, molhou-se o material com água para que a placa de poliestireno adquirisse estabilidade e não voltasse ao seu formato inicial. Em seguida, a peça foi cortada com serra e lixada (Figura 44). O corte da abertura central foi feito com uso de uma serra copo (Figura 44). Desse modo, conclui-se a etapa de preparação das peças.

Figura 44 – Peças de poliestireno sendo cortadas e lixadas



Fonte: Autora (2019).

Processo de montagem do abrigo meteorológico:

Foram adicionados 4 furos em cada peça de poliestireno. Esses furos correspondem às entradas onde foram inseridas as barras roscadas galvanizadas. Entre as peças de poliestireno foram adicionados espaçadores de 1,5 cm (Figura 45). O abrigo meteorológico é formado por 5 peças com abertura central e em seu topo, a peça sem abertura. Ao final de cada barra roscada foi adicionada uma porca borboleta de ¼ de diâmetro.

Figura 45 – Espaçadores entre as peças do abrigo



Fonte: Autora (2019).

4.3 Escala usuário

A metodologia aplicada na escala do usuário consistiu na elaboração de mapas comportamentais, os quais representam a dinâmica do usuário no Parque do Kartódromo.

4.3.1 Mapas comportamentais

Os mapas comportamentais foram confeccionados de acordo com os procedimentos metodológicos descritos por Romero e Ornstein (2003), observação de atividades (ROLNIK, 2014) e práticas socioespaciais (ANDRADE, 2015).

A elaboração dos mapas comportamentais foi realizada em duas etapas: os preliminares – os quais possibilitaram a compreensão das atividades realizadas no parque – e a partir disso, a definição dos pontos de medições das variáveis climáticas – e os mapas comportamentais que foram elaborados simultaneamente com as medições microclimáticas.

Os mapas comportamentais preliminares, que propiciaram o reconhecimento da dinâmica do espaço, foram confeccionados da seguinte forma: referenciaram-se aos três horários do dia (manhã, tarde e noite) – onde a observação comportamental durou duas horas em cada horário – em dois dias, sendo um durante a semana e outro no final de semana.

Tais mapas foram construídos a partir da observação *in loco* do comportamento dos usuários no espaço urbano. As observações e os horários de realização foram marcados em plantas baixas de cada espaço urbano.

Os mapas comportamentais apontam as principais: áreas de concentração dos usuários, percursos percorridos e as atividades realizadas, o que possibilita uma análise qualitativa da utilização do espaço. Porém, vale salientar que esses mapas representam a utilização do espaço urbano exclusivamente no período analisado, podendo variar em outras épocas do ano, bem como, ao passar do tempo.

A importância desses mapas está em reconhecer os horários com maior concentração de usuários e as áreas mais utilizadas em cada horário, além de identificar e estabelecer relações entre o uso do espaço com os equipamentos existentes, assim como, suas características morfológicas.

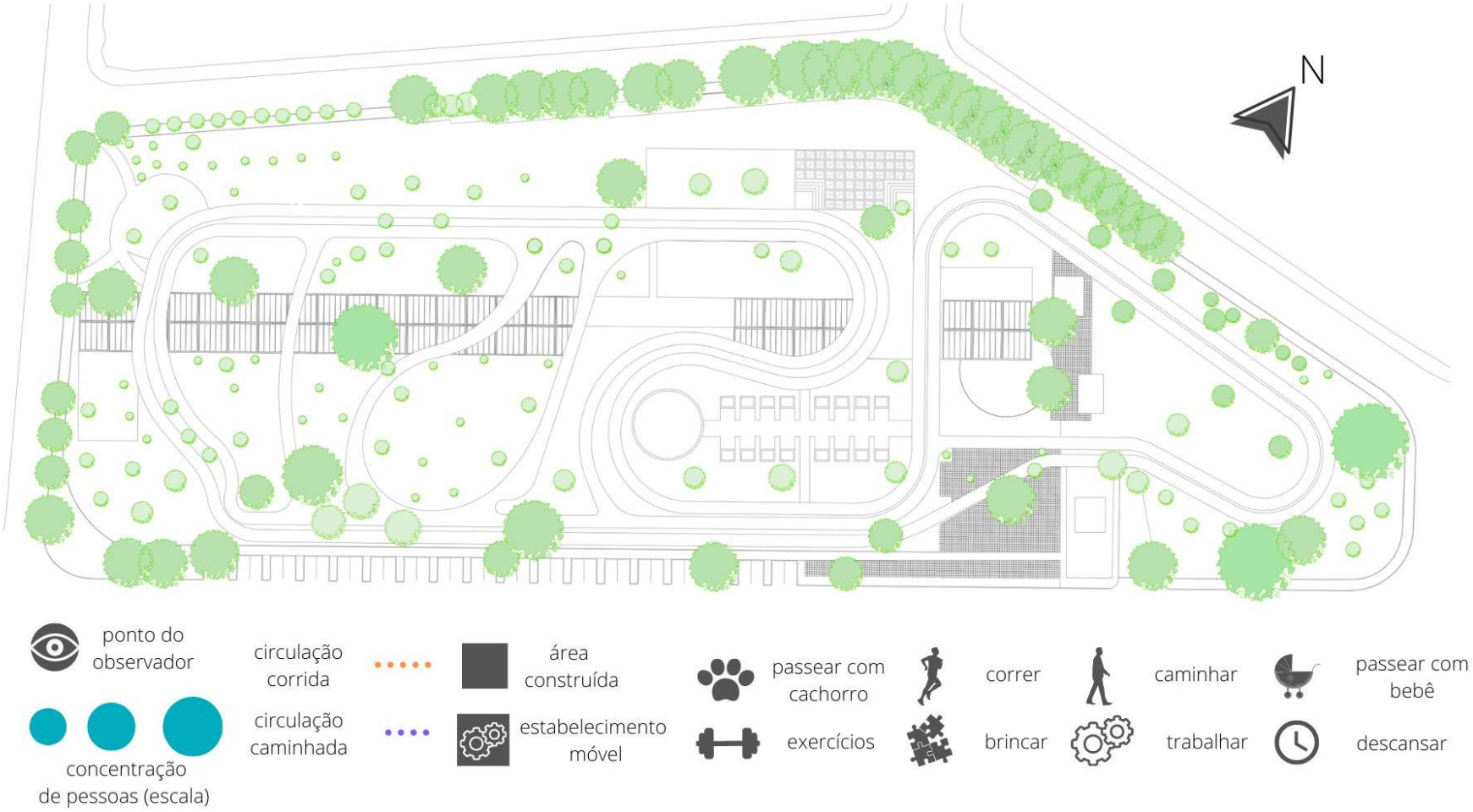
Diante dessa análise, foram estabelecidos os pontos para as medições microclimáticas e posteriormente esses dados foram levantados simultaneamente com a elaboração de novos mapas comportamentais. Esses mapas comportamentais contam com os mesmos critérios já observados nos anteriores, sendo acrescentados alguns critérios, tais como: quantificação na concentração de pessoas, identificação da faixa etária e tempo de permanência dos usuários. São compostos por ícones que caracterizam as diferentes atividades desenvolvidas no espaço, bem como os principais percursos, postos sob a planta baixa do espaço analisado (Figura 46).

Os mapas comportamentais foram desenvolvidos a partir de plantas técnicas cedidas pelos arquitetos autores do projeto do Parque do Kartódromo, Luciana Schenk e Leandro Schenk, adaptados para as condições atuais através de levantamento *in loco*.

A Figura 47 mostra o resumo geral de toda a metodologia utilizada.

Figura 46 – Base para mapa comportamental preliminar

dia: __/__/___ **dia** | **hora inicial**: _____ | **hora final**: _____ | **condições climáticas**: _____



Fonte: Elaboração própria (2020).

Figura 47 – Resumo geral da metodologia

	ETAPA METODOLÓGICA	PROCEDIMENTO	PRODUTO
2019/ 2020	MEDIÇÕES	apoio do laboratório de conforto ambiental e maquetaria	abrigos meteorológicos alternativos
MAIO 2020	MAPAS MORFOLÓGICOS	adaptação da base cartográfica de São Carlos a partir de levantamentos *in loco*	mapas de topografia, uso do solo, altura das edificações, figura-fundo e vegetação
OUT 2020/ SET 2021	FICHA BIOCLIMÁTICA	adaptação da ficha bioclimática de Romero (2015) e preenchimento através de percepção e medições	ficha bioclimática do Parque do Kartódromo
OUT 2020/ SET 2021	ESTUDO DE INSOLAÇÃO E SOMBREAMENTO	*software* Revit	mapeamento das manchas de sombra no parque às 09h, 12h e 15h
25 E 28 OUT 2020	MAPAS COMPORTAMENTAIS PRELIMINARES	análise comportamental registrada em planta baixa	mapas comportamentais preliminares
JAN 2021	ESCOLHA DOS PONTOS DE MEDIÇÕES	a partir dos mapas comportamentais preliminares	mapa de pontos de medições
15 E 21 OUT 2021	MEDIÇÕES	sensor HOBO sensor HOBO anemômetro termovisor 870-2 TESTO termômetro de globo espectrofotômetro ALTA II	dados de temperatura do ar dados de umidade relativa do ar dados de velocidade dos ventos dados de temperatura superficial dados de temperatura de globo dados de refletância
15 E 21 OUT 2021	MAPAS COMPORTAMENTAIS	análise comportamental registrada em planta baixa	mapas comportamentais

Fonte: Autora (2022).



RESULTADOS

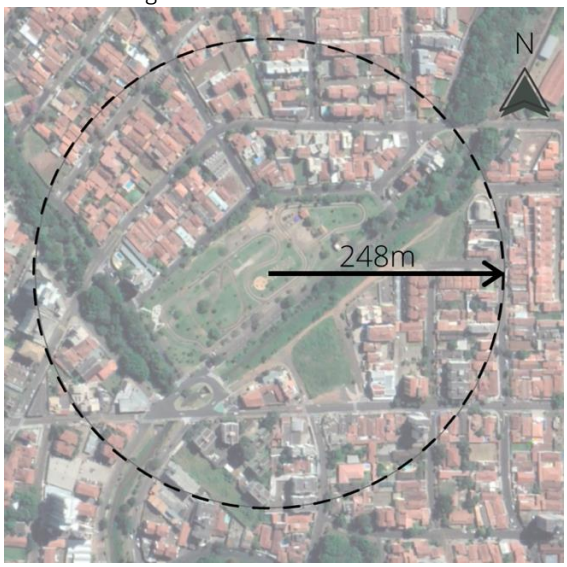
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A seguir são apresentados e analisados os dados obtidos através dos seguintes procedimentos metodológicos: (1) elaboração de mapas morfológicos, (2) ficha bioclimática, (3) estudo de insolação e sombreamento, (4) medições, (5) composição de mapas comportamentais, (6) comparativo sombreamento x comportamento.

5.1 Mapas morfológicos

Com o intuito de contribuir para a compreensão da morfologia urbana foram elaborados os mapas morfológicos de acordo com a metodologia proposta por Katzchner (1997). Para definição do recorte de estudo foi utilizada a classificação de Oke (2006), por relacionar medições ambientais e morfologia urbana. Oke (2006) categoriza a proporção entre a altura do instrumento e o raio de influência para áreas urbanas em 1:100. Considerando que os equipamentos para medições das variáveis climáticas foram instalados a 1,10 m do solo, como indicado na norma NBR 16401-2 (ABNT, 2008), logo o raio em torno dos equipamentos é de 110 m. Para ter uma margem mais abrangente, o recorte de estudo foi definido a partir da inserção de raios de 110 m nas extremidades do parque, o que resultou em um raio de influência de 248 m, que engloba todos esses raios e compõe o recorte de estudo (Figura 48). Todos os mapas foram elaborados a partir da base cartográfica da cidade de São Carlos/SP e utilizando dados obtidos através de análise *in loco*.

Figura 48 – Raio de influência

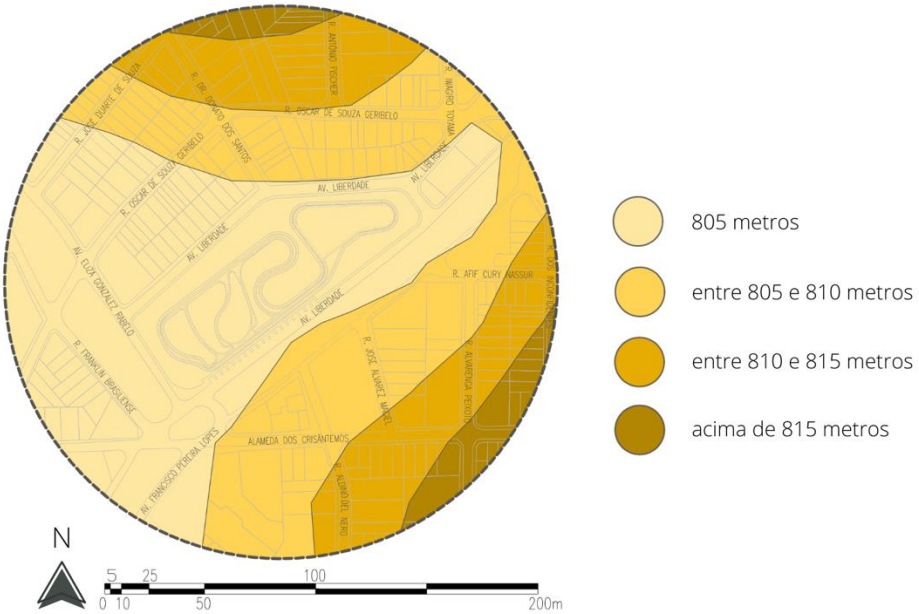


Fonte: *Google Earth*, adaptado pela autora (2020).

5.1.1 Topografia

O objeto de estudo está situado em uma área de fundo de vale e localiza-se a 805 m do nível do mar. A área delimitada para estudo apresenta-se em uma extensão de aproximadamente 544 m de diâmetro e em um desnível de 10 m (Figura 49). O Parque do Kartódromo está situado no ponto mais baixo do recorte.

Figura 49 – Mapa de topografia



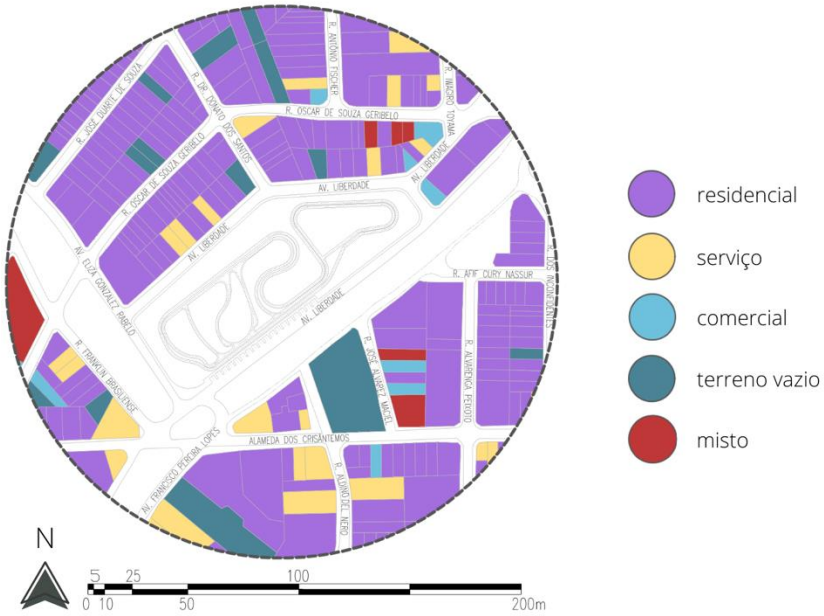
Fonte: Prefeitura Municipal de São Carlos (2016), adaptado pela autora (2020).

O recorte está orientado na direção norte-sul. Tolentino (2007) afirma que o relevo da cidade pode determinar desvios laterais ou verticais das massas de ar. Como a cidade é cercada por um íngreme declive de planalto, bem acentuado ao norte e ao sul da cidade, a circulação do ar ocorre de forma a caracterizar um clima peculiar. Embora, o município não apresente obstáculos naturais, como por exemplo, serras, a insolação e a ventilação ocorrem intensamente na área. Por outro lado, o relevo contribui para o escoamento rápido das águas pluviais (TOLENTINO, 2007).

5.1.2 Uso do solo

A área de estudo apresenta uso predominantemente residencial, porém também constam algumas ocupações comerciais, de serviços, institucionais e até de uso misto (Figura 50).

Figura 50 – Mapa de uso do solo



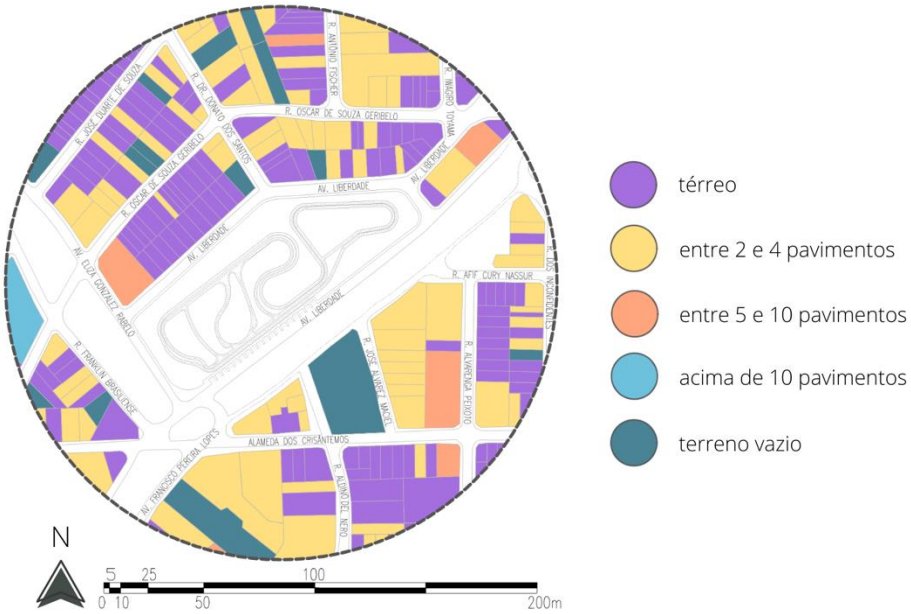
Fonte: Prefeitura Municipal de São Carlos (2016), adaptado pela autora (2020).

O uso residencial destaca-se na área, onde é possível notar a presença deste uso em todas as quadras do recorte, ainda que em uma delas seja através do uso misto. O uso residencial representa 78% de toda área de estudo. O segundo tipo de uso mais presente na área é o serviço (10%), distribuído na área através de posto de gasolina, clínica veterinária, salão de beleza e barbearia, por exemplo. O uso comercial apresenta-se na área através de negócios diversos, como por exemplo, padarias, mercados de pequeno porte e lojas de materiais de construção e constitui 3% dos tipos de uso da área. A presença de edificações de uso misto (2%) se dá através de algumas edificações que possuem dois pavimentos ou mais, onde o térreo é utilizado para comércio ou serviço e os demais para uso residencial. Há também a presença de alguns prédios, onde os primeiros pavimentos são destinados ao comércio ou serviços. O uso institucional é o menos presente dentro do recorte em estudo (1%), representado apenas por escola de idiomas e igreja. É possível notar a presença de alguns terrenos vazios ao longo de todo o recorte e em quase todas as quadras, caracterizam 6% da área em estudo.

5.1.3 Altura das edificações

A área dispõe de uma variedade no quesito altura das edificações (Figura 51). Essa variedade se apresenta desde casas unifamiliares térreas a edifícios com treze pavimentos. Apesar disso, não é uma área bastante verticalizada.

Figura 51 – Mapa de altura das edificações



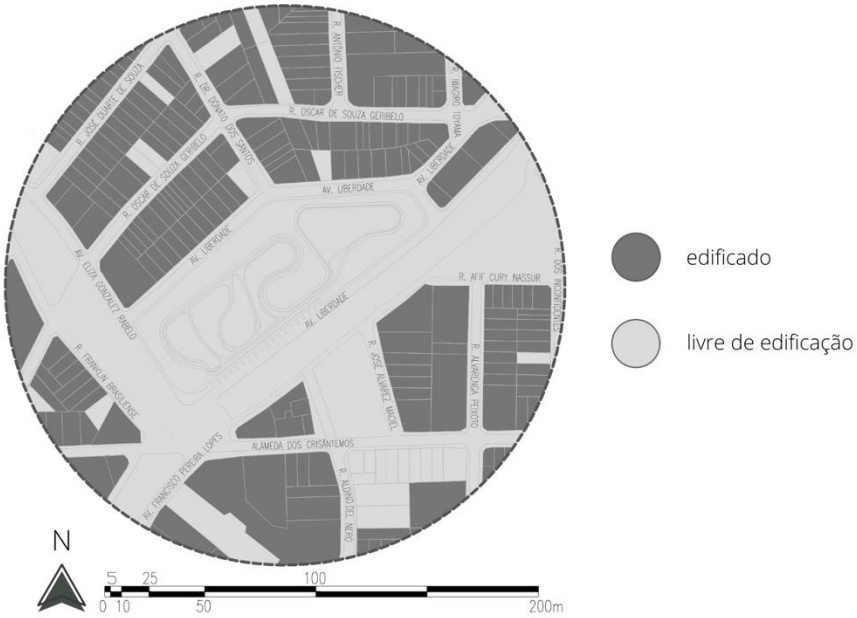
Fonte: Prefeitura Municipal de São Carlos (2016), adaptado pela autora (2020).

A predominância na área é de edificações térreas (63% do total). Em seguida estão as edificações que apresentam entre 2 e 4 pavimentos, o que representa 28% das edificações da área e caracterizam-se, basicamente, por edificações de uso misto ou edifícios multifamiliares. As edificações que apresentam entre 5 e 10 pavimentos ou acima de 10 pavimentos são a minoria, 2% e 1%, respectivamente.

5.1.4 Gabarito de figura-fundo

Neste levantamento (Figura 52) foi possível constatar que o recorte em estudo possui alta densidade, apresentando alguns terrenos vazios dentro de algumas quadras. Não foi possível obter uma base cartográfica onde constasse a edificação dentro de cada lote para que pudesse ser analisada a porcentagem de espaços livres dentro dos lotes (áreas privadas).

Figura 52 – Gabarito de figura-fundo



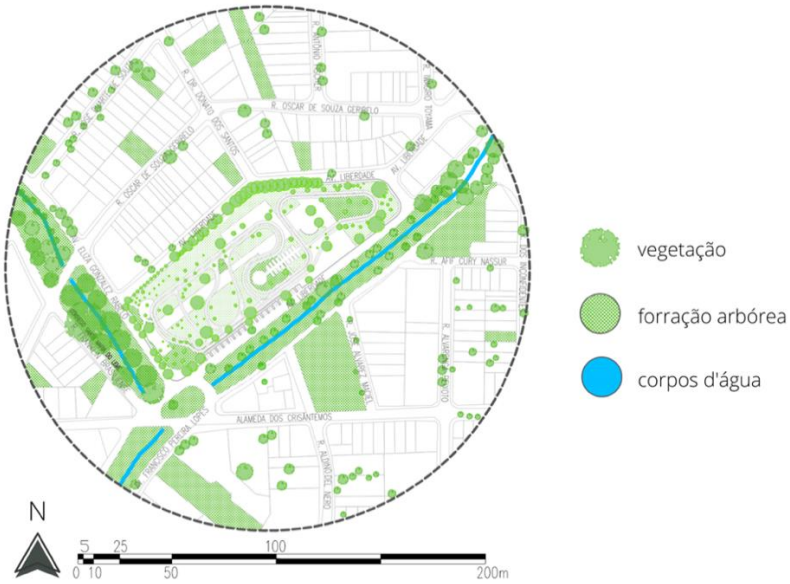
Fonte: Prefeitura Municipal de São Carlos (2016), adaptado pela autora (2020).

O espaço livre público configura-se, então, através das ruas, calçadas, terrenos vazios, o Parque do Kartódromo e os córregos.

5.1.5 Área verde ou vegetação

A vegetação existente na área em estudo pode ser notada em alguns pontos de forma mais acentuada, como é o caso das margens dos córregos (Figura 53). Nessas áreas a vegetação é mais densa e apresenta árvores mais robustas e de grande porte.

Figura 53 – Mapa de vegetação



Fonte: Prefeitura Municipal de São Carlos (2016), adaptado pela autora (2020).

Há também algumas árvores de pequeno e médio porte em algumas áreas livres dentro dos lotes (áreas privadas), como também, em algumas calçadas e canteiros. O Parque do Kartódromo contém alguns exemplares de árvores de pequeno porte em seu interior e algumas de médio porte próximo à Avenida Liberdade. Os terrenos vazios também apresentam algumas vegetações, especialmente forração arbórea.

Com base nos mapas apresentados anteriormente é possível analisar prévia e qualitativamente a interação existente entre a morfologia urbana e o microclima local, visto que essa relação será melhor evidenciada através da análise quantitativa que será realizada após as medições. Hipoteticamente, a situação topográfica do recorte estudado tende a influenciar no regime dos ventos, cujo predominâncias são nordeste e sudeste. Isto será avaliado com mais precisão diante os dados das medições microclimáticas.

A partir do mapa de uso do solo foi possível compreender que o recorte é predominantemente residencial e o uso tende a influenciar, em algumas situações, na altura das edificações. A maior parte do recorte, no quesito de verticalização, é composta de edificações térreas. Essa configuração tende a favorecer a penetração dos ventos predominantes no interior do recorte, visto que edificações altas funcionam como barreiras para ventilação, o que também será analisado com base nos dados das medições microclimáticas. Além disso, os vazios urbanos existentes também colaboram para um desempenho satisfatório da ventilação. Além das ruas e do próprio parque, o recorte conta com alguns terrenos vazios que acabam também desempenhando essa função, apesar de ser uma área consolidada.

A presença dos córregos nos arredores configura um ponto muito significativo de forma positiva para o microclima local e, consequentemente, para a qualidade de vida dos usuários do espaço, bem como dos moradores do bairro. As margens dos córregos são ocupadas por vegetações de médio e grande porte que fornecem sombreamento para as vias públicas, por sua vez são pavimentadas com asfalto. O asfalto é um material que absorve grande parte da radiação solar recebida e aumenta a temperatura do ar naquele ambiente. O sombreamento tende a amenizar esse incremento visto que a vegetação atua como barreira contra a radiação solar direta, além de contribuir para a renovação do ar.

Com isso, podemos perceber que todas essas características devem ser analisadas de forma associada, pois a morfologia urbana é determinante no resultado de conforto resultante das condições microclimáticas. Somente um desses fatores, analisado ou tratado isoladamente não é capaz de melhorar os espaços, é necessário um olhar mais abrangente.

5.2 Ficha bioclimática

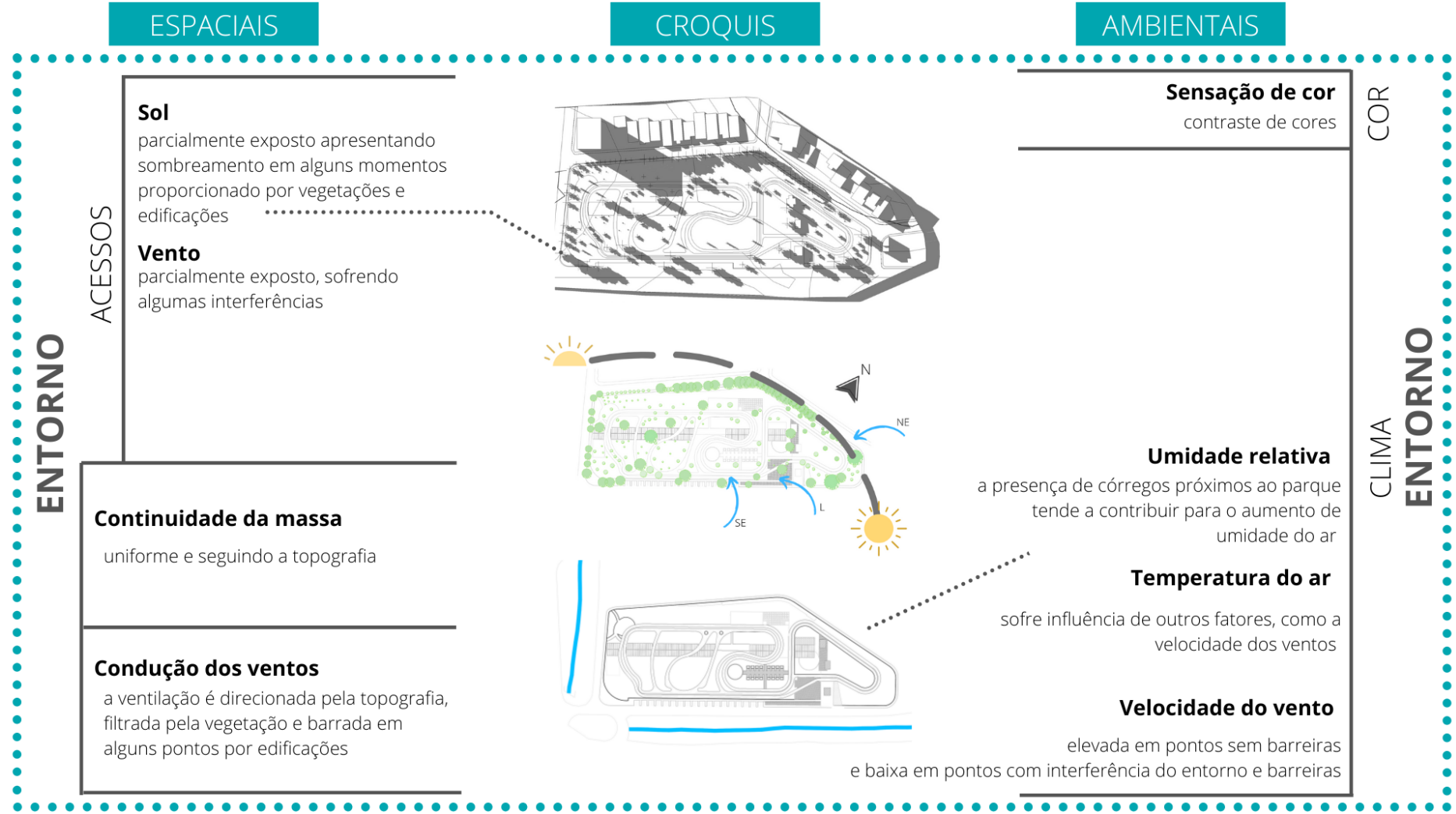
Esse tópico expõe a Ficha bioclimática do Parque do Kartódromo, a qual permite uma análise sistemática dos dados espaciais e ambientais que devem ser considerados em uma projetação ambiental. Assim, suas duas observações – espacial e ambiental –, são divididas em: entorno (Figura 54), base (Figura 55) e superfície fronteira (Figura 56) e permitem uma análise específica das particularidades do espaço livre urbano, porém sem ignorar a correlação existente entre todos os demais aspectos.

O parque apresenta interferências das edificações do entorno no acesso à ventilação, além da topografia que pode direcionar o fluxo dos ventos em alguns pontos. As cores presentes no parque são contrastantes. A presença do Córrego do Monjolinho e do Córrego Santa Maria do Leme nas laterais do parque tendem a contribuir para a renovação do ar e para o aumento da umidade relativa.

A pavimentação do parque conta com diversos tipos de pavimentos impermeáveis (concreto ou asfalto, por exemplo), porém a maior parte apresenta-se através de forração gramínea, o que colabora para a permeabilidade do solo. O parque faz fronteira com habitações unifamiliares e multifamiliares, as quais apresentam aberturas variadas, sendo a maioria voltadas para o mesmo. Grande parte das edificações apresentam apenas um pavimento, com exceção do edifício multifamiliar da esquina – possuindo 24 metros de altura –, o qual proporciona sombreamento em uma porção considerável do parque a partir da metade do período da tarde.

As Figuras 54, 55 e 56 representam uma adaptação da Ficha Bioclimática de Romero (2015) e configuram-se como resumos da análise do Parque do Kartódromo.

Figura 54 – Ficha bioclimática do Parque do Kartódromo (entorno)



Fonte: Romero (2015), adaptado pela autora (2020).

Figura 55 – Ficha bioclimática do Parque do Kartódromo (base)



Fonte: Romero (2015), adaptado pela autora (2020).

Figura 56 – Ficha bioclimática do Parque do Kartódromo (superfície fronteira)



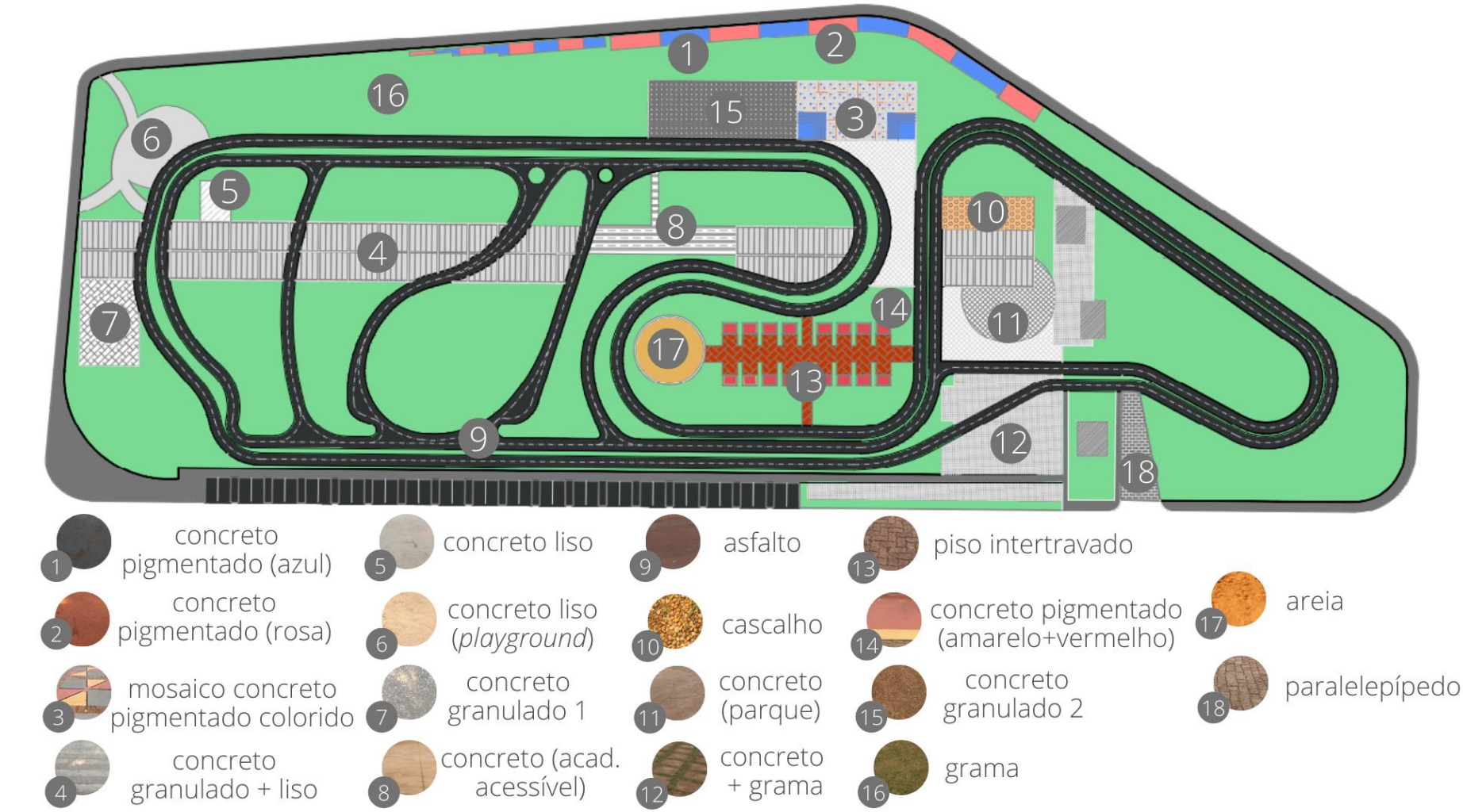
Fonte: Romero (2015), adaptado pela autora (2020).

Diante dos dados reunidos na Ficha bioclimática é possível fazer uma análise mais concentrada no parque, visto que a análise morfológica abordou mais as características do entorno. Alguns pontos analisados foram obtidos através de percepção, enquanto outros a partir de dados de medições. Um dos primeiros pontos levantados através da análise e composição da ficha é a relação existente entre insolação / sombreamento / pavimentação e a consequência dessa relação na utilização do espaço. A ficha entorno evidencia que a maior parte do parque é exposta à radiação solar direta, porém com pontos sombreados, a depender do horário do dia. Esse sombreamento é proporcionado pela vegetação existente e pelas edificações da fronteira. Essa relação será discutida com mais profundidade nos próximos tópicos desse trabalho.

Quanto aos pontos analisados nos quesitos ambientais é possível também fazer uma análise microclimática qualitativa de algumas variáveis especificamente no parque. Um dos pontos positivos é que as edificações do entorno não possuem materiais ou faces refletoras, não refletindo radiação sobre o parque. Esse fator somado à presença de vegetação, além de possuir maior parte do solo coberto por forração gramínea, tende a favorecer a diminuição da temperatura do ar.

A pavimentação (Figura 57) é bastante diversificada e apesar de ser predominantemente composta por forração gramínea, o parque possui alguns pavimentos impermeáveis. As pistas, onde as pessoas costumam caminhar e correr, são de asfalto com algumas áreas em concreto, como por exemplo, o palco colorido, a área do parquinho em madeira e as academias ao ar livre.

Figura 57 – Mapa de revestimento do solo do Parque do Kartódromo



Fonte: Elaboração própria (2020).

Foi utilizado o espectrômetro ALTA II para aferir a refletância dos diversos pavimentos e a partir disso conferir a quantidade de radiação solar que cada tipo absorve e reflete. O quadro 2 mostra a área destinada a cada pavimento e a refletância correspondente.

Quadro 2 – Especificações dos pavimentos

PAVIMENTOS - PARQUE DO KARTÓDROMO			
CÓD.	PAVIMENTO	ÁREA (m²)	REFLETÂNCIA (%)
1	concreto pigmentado (azul)	237,31	7,44
2	concreto pigmentado (rosa)	189,61	15,95
3	mosaico em concreto pigmentado colorido	216	28,74
4	concreto granulado + liso	1.275,30	9,57
5	concreto liso	51,70	23,21
6	concreto liso (playground)	269,17	21,47
7	concreto granulado 1	210,37	8,45
8	concreto (academia deficientes)	190,96	16,41
9	asfalto	4.246,06	6,72
10	cascalho	122,50	6,52
11	concreto (parque)	371,34	14,78
12	concreto + grama	776,61	5,79
13	piso intertravado	296,98	11,45
14	concreto pigmentado (amarelo + vermelho)	117,60	15,68
15	concreto granulado 2	360	11,11
16	grama	11.493,93	12,02
17	areia	145,75	20,61
18	paralelepípedo	128,47	8,07

Fonte: Elaboração própria (2021).

É possível perceber que a maioria dos pavimentos reflete uma baixa porcentagem da radiação solar incidente. Logo, a radiação restante é absorvida e armazenada pelo pavimento. Um ponto positivo consiste na presença de grama em praticamente metade da área total do parque.

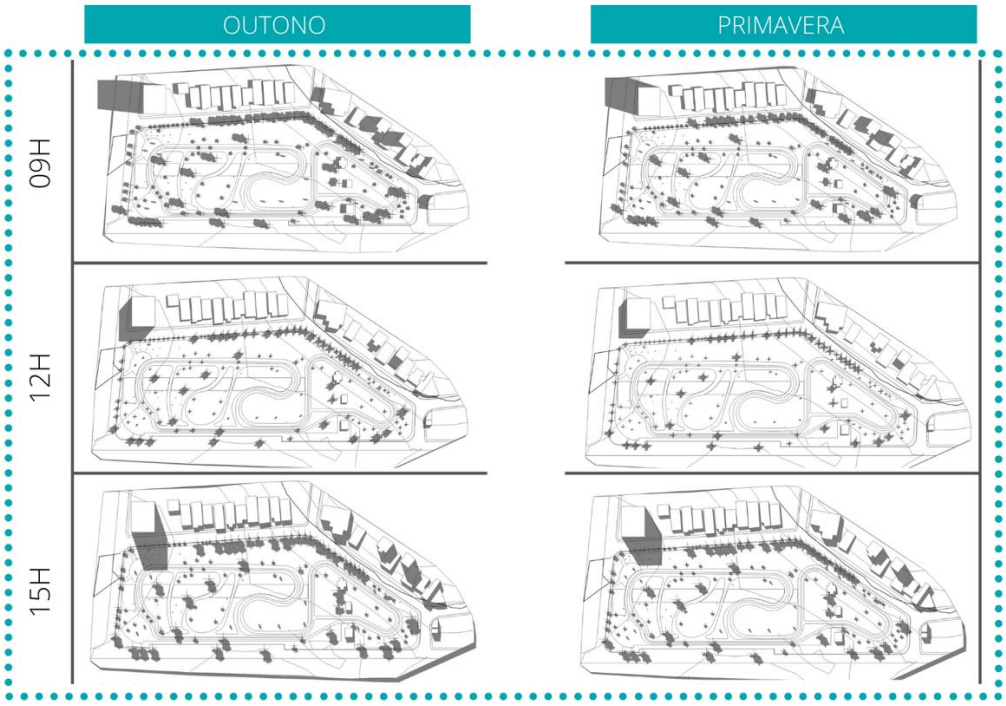
5.3 Estudo de insolação e sombreamento

Esse tópico apresenta o estudo de insolação e sombreamento do Parque do Kartódromo realizado por meio de simulações de modelagem 3D no *software Autodesk Revit®*. Esse estudo permite a análise da influência da morfologia do entorno construído, como também, da vegetação disposta no parque, nas manchas de sombra projetadas no parque em diferentes períodos do dia.

Os períodos simulados e analisados foram: primavera – representando os períodos de análises comportamentais (outubro de 2020 e setembro de 2021) – assim, simulou-se um dos dias de medições e observações (15 de setembro de 2021), outono (21 de março), solstício de inverno (21 de junho de 2020) e solstício de verão (21 de dezembro de 2020), estes últimos com a finalidade de identificar o sombreamento ao longo das diferentes estações do ano.

As imagens dispostas na Figura 58 mostram que as sombras são semelhantes no outono e na primavera. Poucas alterações são observadas na inclinação da sombra, visto que varia de acordo com o comportamento da trajetória solar.

Figura 58 – Estudo de insolação/sombreamento equinócios



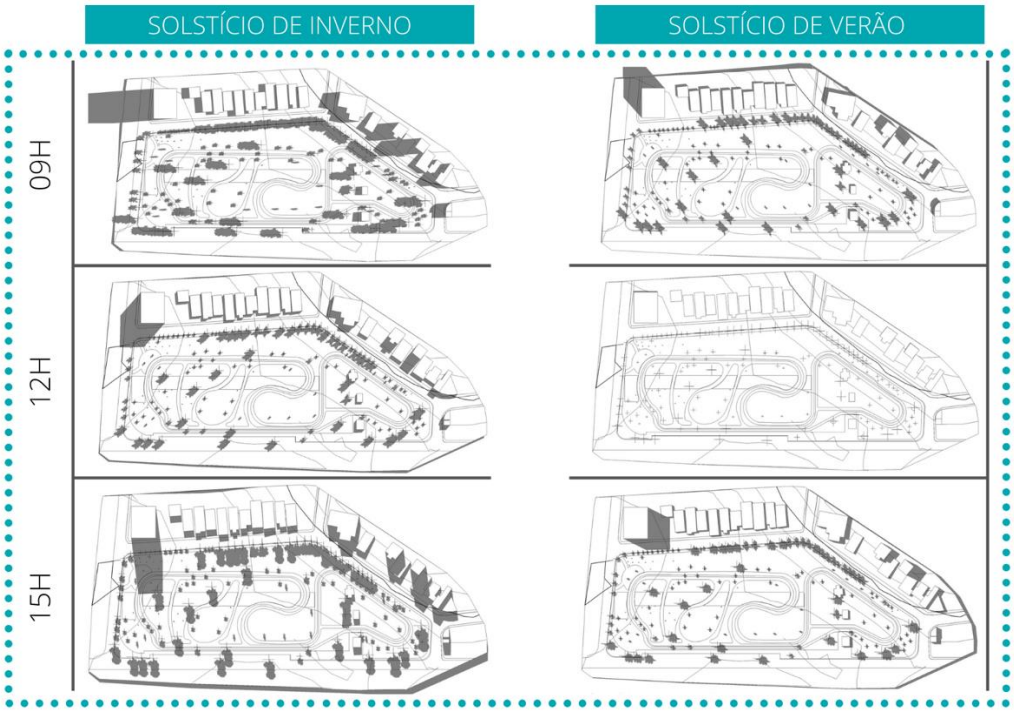
Fonte: Elaboração própria (2020).

Foi possível perceber que as sombras projetadas no parque no período da manhã são mínimas, estando resumidas ao sombreamento proporcionado pela vegetação existente e projetadas apenas sob as próprias árvores. Vale destacar que a arquibancada também fica sombreada, no período da manhã, pelas árvores localizadas na calçada.

Já no período da tarde, há maiores manchas de sombras projetadas no parque. A vegetação contribui para esse sombreamento, porém também tem a influência das

edificações do entorno. O edifício multifamiliar localizado na área oeste da imagem possui oito andares e proporciona uma mancha de sombra consideravelmente grande sob o gramado. Com a finalidade de analisar como o sombreamento funciona em outras épocas do ano, a Figura 59 apresenta as simulações referentes aos períodos de solstícios de inverno e verão, nos horários de 09h, 12h e 15h.

Figura 59 – Estudo de insolação/sombreamento solstícios



Fonte: Elaboração própria (2020).

Diante das imagens acima é possível notar que durante o solstício de inverno a área do parque é mais sombreada em comparação às imagens referentes aos mesmos horários durante o solstício de verão. As sombras das árvores acabam proporcionando ambientes propícios para atividades concentradas, visto que acabam determinando quais áreas ficam expostas ou não à radiação solar direta, o que faz com o que o usuário escolha qual situação do ambiente é mais agradável e adequada para atividades que pretende exercer. As manchas de sombra proporcionadas pela vegetação e pelas edificações, durante o verão, são menores quando comparadas às mesmas projetadas no inverno, e também ficam situadas embaixo das próprias árvores. Ao meio-dia, por exemplo, não há sombreamento algum no parque.

5.4 Mapas comportamentais preliminares

Foram elaborados mapas comportamentais para três períodos – manhã, tarde e noite – em dois dias, sendo um durante a semana e outro no fim de semana. Cada mapa foi elaborado a partir de observações realizadas durante duas horas e em um ponto de observação onde não interferisse nas atividades realizadas no parque. A Figura 60 exibe os horários em que foram realizadas as observações necessárias para confecção dos mapas comportamentais preliminares.

Figura 60 – Horários referente às observações para mapas preliminares

DIA 25 DE OUTUBRO DE 2020		
09h30 - 11h30	16h - 18h	18h - 20h
DIA 28 DE OUTUBRO DE 2020		
08h - 10h	16h - 18h	18h - 20h

Fonte: Autora (2020).

As observações são relativas às atividades desenvolvidas, a quantidade de pessoas que utilizam o espaço naquele período do dia, se são realizadas atividades individuais ou em grupo, quais partes do parque são utilizadas de acordo com o horário, e se há uma mistura de idades entre os frequentadores do espaço. É importante destacar que tais observações ocorreram no mês de outubro de 2020 – durante a pandemia da COVID-19 – porém, o comportamento dos usuários de espaços urbanos pode variar ao longo do tempo ou a depender das estações do ano.

5.4.1 Dia de semana

As observações realizadas no dia de semana resultaram em três mapas comportamentais, representando os períodos da manhã, tarde e noite, os quais são apresentados a seguir:

5.4.1.1 Manhã

No período da manhã a análise foi realizada entre 9h30 e 11h30. Entre 9h30 e 10h30 foi o intervalo mais movimentado e à medida que foi se aproximando de 12h, o parque foi

ficando mais vazio. A maioria das pessoas que frequentam o espaço nesse período realizam atividades físicas, como por exemplo, caminhada, corrida ou alongamento, ginástica e exercícios fixos nos mobiliários dispostos (Figura 61). Algumas pessoas também aproveitam as áreas sombreadas para pular corda ou fazer exercícios com pesos, trazidos pelas mesmas (Figura 62), como também para práticas de meditação (Figura 63). Foi possível perceber que as pessoas que realizavam atividades diferentes de corridas e caminhadas, ou seja, atividades mais concentradas, optavam por áreas sombreadas. Existem alguns bancos localizados ao longo do parque, especificamente embaixo de árvores, o que torna esses espaços ainda mais convidativos, especialmente para sentar-se, conversar e descansar.

Figura 61 – Mulheres utilizando o mobiliário da academia ao ar livre



Fonte: Autora (2020).

Figura 62 – Pessoas realizando exercícios com pesos trazidos



Fonte: Autora (2020).

Figura 63 – Rapaz meditando em sombra de árvore

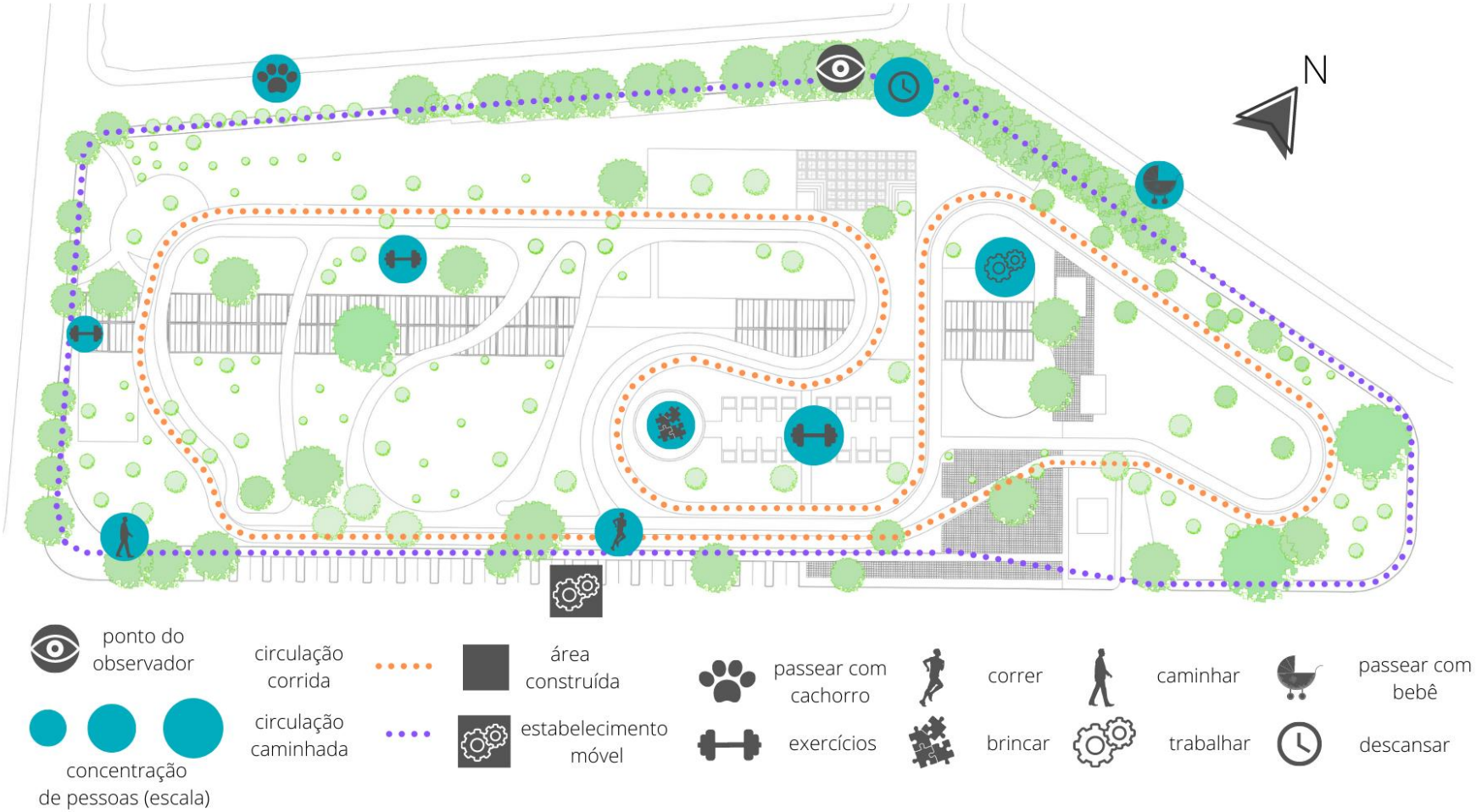


Fonte: Autora (2020).

O parque possui dois espaços de *playground*, um em formato de caixa de areia (situado na área central), possuindo brinquedos em madeira; e o outro na área lateral, possuindo brinquedos em ferro. Durante esse período da manhã (09h30 às 11h30), apenas o *playground* em madeira foi utilizado, ainda que não estivesse sombreado. Além das atividades citadas, há pessoas passeando com cachorros e com bebês. O parque de diversões nos finais de semana, também promove movimentação. A Figura 64 mostra o mapa comportamental relativo ao período da manhã de um dia de semana.

Figura 64 – Mapa comportamental dia de semana (manhã)

dia: 28/10/2020 **quarta-feira** | **hora inicial**: 09h30 | **hora final**: 11h30 | **condições climáticas**: 24ºC - umidade 63% - ventos 3,61m/s - céu limpo com poucas nuvens



Fonte: Elaboração própria (2020).

5.4.1.2 Tarde

A observação iniciou-se às 16h e nesse período o parque se encontrava bem vazio, sendo o de menor movimentação dentre os observados. Aproximando-se das 16h30 as pessoas começaram a chegar, especialmente crianças. Nesse horário foi possível perceber que as crianças que chegavam, utilizavam o *playground* lateral– que possui mobiliário em ferro – diferentemente do período da manhã, onde este ponto ficava subutilizado. Um dos fatores que podem explicar esse comportamento é que nesse horário, o *playground* em ferro fica sombreado anteriormente ao de madeira (locado na área central), devido às sombras projetadas pelo edifício da esquina da Avenida Liberdade e das árvores das margens do Córrego Santa Maria do Leme. Além dos *playgrounds*, as crianças levam suas bicicletas, patins, patinetes para brincar, correm livremente ou utilizando qualquer mobiliário como brinquedo (Figura 65).

As atividades desenvolvidas nesse horário são, em maioria, as mesmas atividades realizadas no período da manhã, porém à tarde existe uma quantidade maior de pessoas realizando atividades em grupo. Um exemplo disso é que à tarde acontecem algumas aulas concentradas em áreas sombreadas, como boxe e treinamento funcional. Além disso, casais se exercitam juntos (Figura 66) ou amigos realizam atividades em grupo (Figura 67). No período da tarde, durante a semana, mais pessoas levam seus cachorros para caminhar. O passeio com cachorros ocorre na calçada que contorna o parque ou livremente pelos gramados, porém ao final, as pessoas costumam procurar as sombras e canteiros para descansar com seus animais, independentemente da existência ou não de banco, levam tapetes para se sentarem ou deitarem sobre os gramados. Há também pessoas passeando com bebês pelas calçadas que circundam o parque.

Um fato que se destacou durante todo o período de análise comportamental foi a presença de uma única pessoa cadeirante, considerando que o parque possui academia apropriada para deficientes físicos. Apesar disso, a acessibilidade ao longo do parque não é satisfatória, pois foi perceptível a dificuldade de locomoção da pessoa que guiava a cadeirante nos caminhos já estabelecidos. Mesmo diante de tais dificuldades, a menina que acompanhava a senhora cadeirante, a colocou na sombra de uma árvore e ficou brincando com uma bola e um cachorro no mesmo espaço sombreado.

Figura 65 – Crianças brincando no mobiliário de exercícios



Fonte: Autora (2020).

Figura 66 – Casal se exercitando em gramado sombreado



Fonte: Autora (2020).

Figura 67 – Grupo se exercitando em escadaria

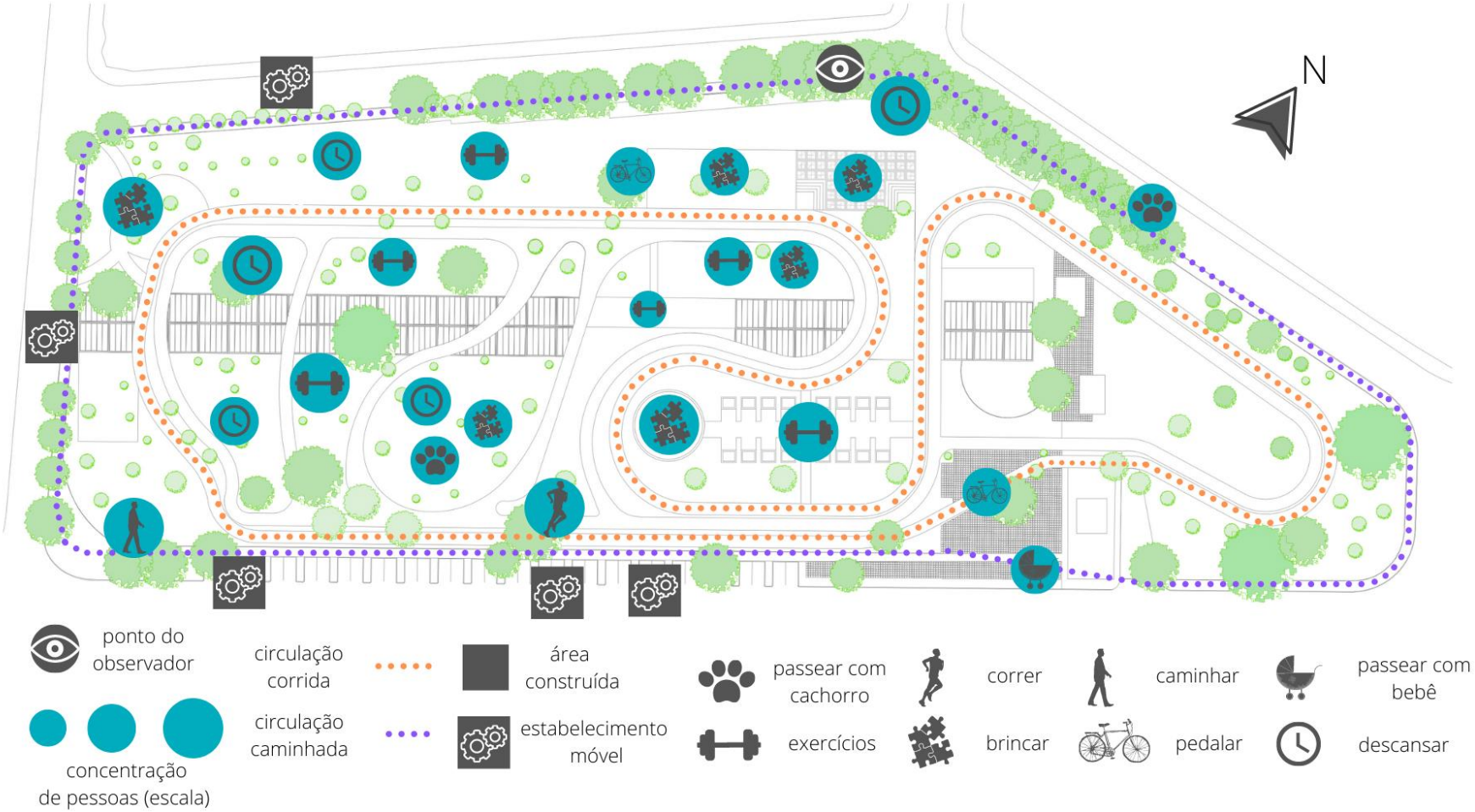


Fonte: Autora (2020).

Aproximando-se do fim da tarde algumas pessoas chegam para pedalar, como também, alguns trailers de lanchonete vão se posicionando próximos às calçadas ao redor do parque criando áreas de convivência e alimentação. O mapa comportamental do período da tarde está exposto na Figura 68.

Figura 68 – Mapa comportamental dia de semana (tarde)

dia: 28/10/2020 **quarta-feira** | **hora inicial**: 16h | **hora final**: 18h | **condições climáticas**: 32ºC - umidade 20% - ventos 4,44m/s - céu limpo sem nuvens



Fonte: Elaboração propria (2020).

5.4.1.3 Noite

A observação no período noturno ocorreu entre 18h e 20h e caracterizou no período de maior movimentação. Em relação a quantidade de pessoas observadas durante à tarde, aproximando-se de 19h, o parque começou a ficar vazio, mas logo retomou a movimentação com pessoas chegando para correr. As atividades desenvolvidas nesse período ficaram mais concentradas nas partes mais iluminadas do parque (área central), especialmente as atividades físicas.

Há uma grande concentração de crianças no *playground* de madeira, enquanto os pais se sentam no mobiliário da academia, que fica ao lado, para observar seus filhos brincando. O parquinho em ferro também é consideravelmente utilizado no período noturno (Figura 69) e alguns adultos passeiam com crianças menores em carrinhos (Figura 70). Na parte central do parque, a qual não conta com nenhum tipo de mobiliário, porém apresenta um enorme gramado, diversas pessoas se encontram e ali ficam concentradas com seus cachorros. Algumas pessoas aproveitam os bancos dispostos no parque para descansar e conversar (Figura 71). Além disso, no período noturno também ocorrem aulas em pontos específicos do parque, como por exemplo aula de treinamento funcional e ginástica. No gramado (porção noroeste), as crianças brincam livremente de correr, pega-pega ou brincadeiras utilizando bola. Os *trailers* de lanchonetes (Figura 72) também continuam funcionando e muitas pessoas se sentam para comer após os exercícios e/ou brincadeiras dos filhos.

Figura 69 – Criança brincando em parquinho em ferro



Fonte: Autora (2020).

Figura 70 – Adultos passeando com crianças



Fonte: Autora (2020).

Figura 71 – Pessoas descanso em bancos



Fonte: Autora (2020).

Figura 72 – Pessoas utilizando os serviços dos trailers de lanchonete

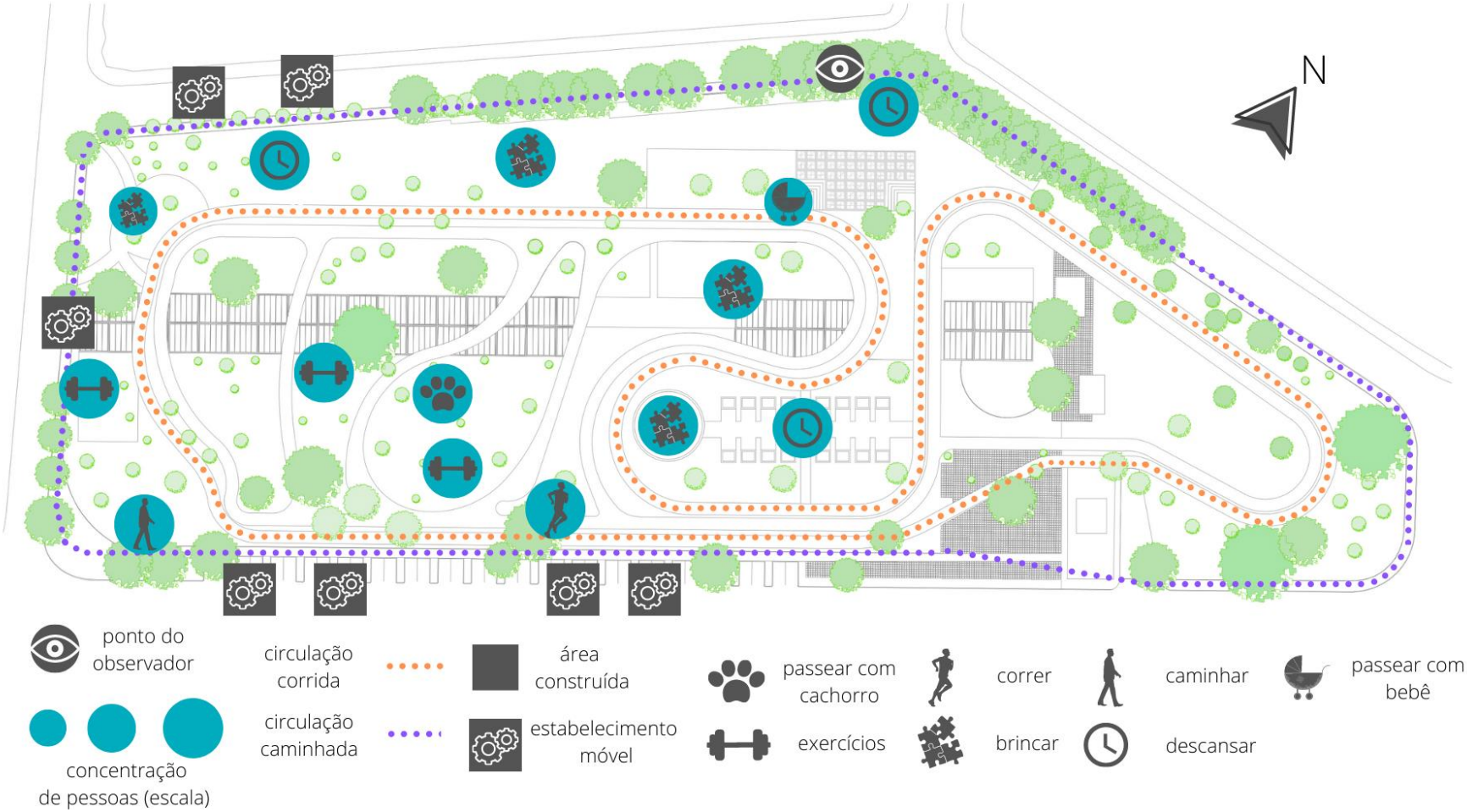


Fonte: Autora (2020).

A Figura 73 mostra o mapa comportamental relativo ao período noturno.

Figura 73 – Mapa comportamental dia de semana (noite)

dia: 28/10/2020 **quarta-feira** | **hora inicial**: 18 h | **hora final**: 20h | **condições climáticas**: 30ºC - umidade 25% - ventos 3,61m/s - céu limpo sem nuvens



Fonte: Elaboração própria (2020).

5.4.2 Dia de fim de semana

As observações desenvolvidas no dia de fim de semana possibilitaram a produção de três mapas comportamentais, representando os períodos da manhã, tarde e noite, os quais são apresentados a seguir:

5.4.2.1 Manhã

O período de análise na manhã em dia de fim de semana ocorreu das 08h às 10h. No início o parque se encontrava bastante movimentado, por volta das 09h15 começou a esvaziar, sendo retomada uma maior concentração de pessoas depois das 10h. Além de ser fim de semana, o dia estava mais quente e ensolarado.

A maioria das pessoas estava praticando atividades físicas (Figura 74) e algumas utilizaram as arquibancadas, bancos ou árvores para fazer flexões, e mais uma vez, essas últimas atividades apresentam algo em comum: são realizadas em áreas sombreadas. Havia mais pessoas passeando com cachorro (Figura 75) em comparação ao mesmo período do dia de semana, como também, mais pessoas andando de bicicleta.

Figura 74 – Pessoas se exercitando no mobiliário



Fonte: Autora (2020).

Figura 75 – Crianças pedalando



Fonte: Autora (2020).

As pessoas que estavam no parque apenas contemplando ou descansando se concentravam, grande parte, na arquibancada, por ser uma área extensa e sombreada. Algumas concentravam-se na arquibancada antes de começar suas atividades físicas ou enquanto esperavam alguém para acompanhar nos exercícios. Havia muitas crianças, as menores brincavam no *playground* de madeira, enquanto as maiores pedalavam (Figura 76) ou brincavam livremente nos gramados ou nos mobiliários.

Em geral, as pessoas concentraram-se na área norte / central do parque, onde está localizada a maioria dos equipamentos. A ausência de mobiliário e sombreamento na porção noroeste faz com que essa área seja subutilizada no período da manhã. A arquibancada costuma ser destinada para descanso, contemplação ou para o monitoramento das crianças enquanto brincam, já que é um espaço que está sombreado durante a maior parte do dia.

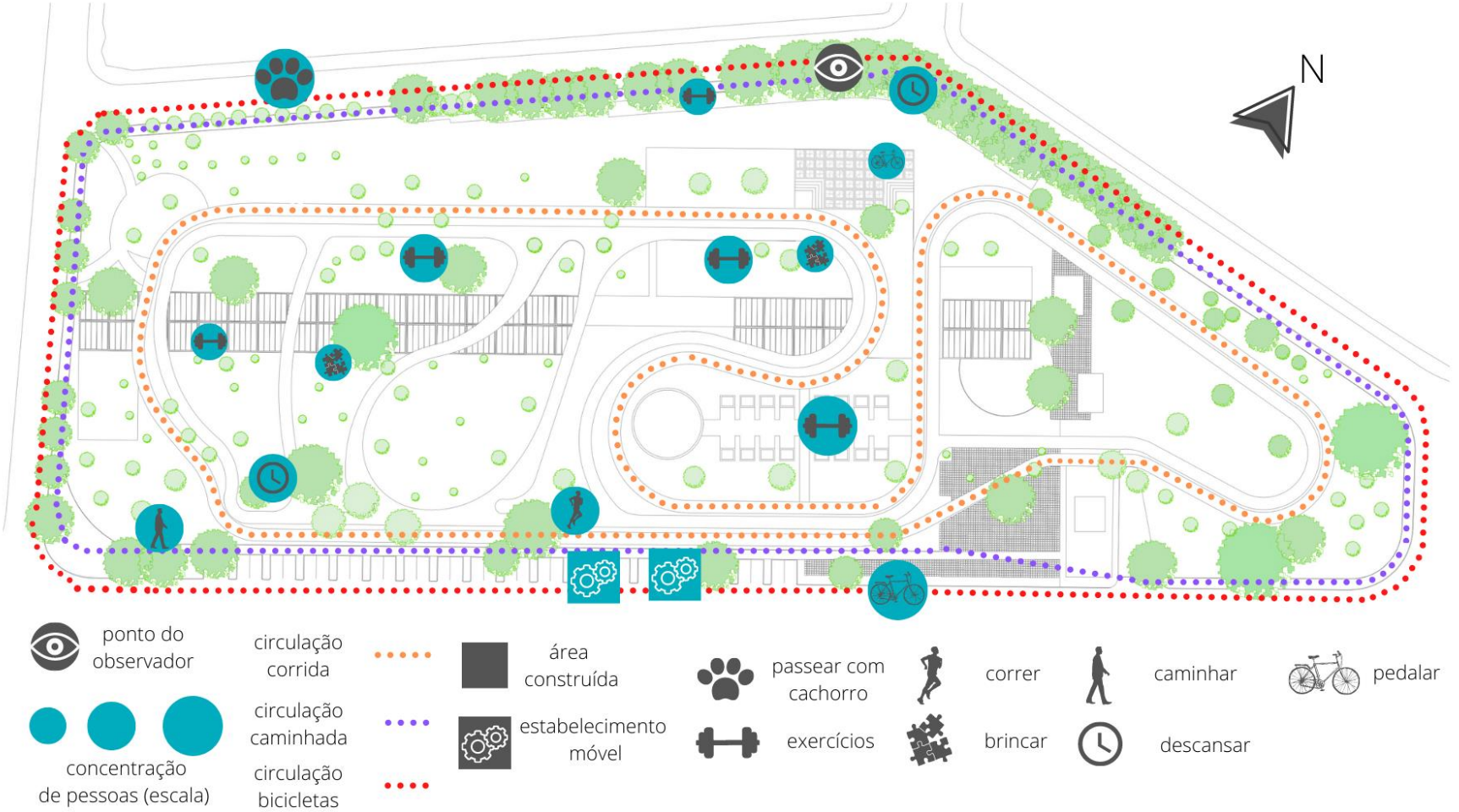
Figura 76 – Pessoas passeando com cachorro



Fonte: Autora (2020).

O mapa comportamental referente ao período da manhã do fim de semana apresenta-se na Figura 77.

Figura 77 – Mapa comportamental fim de semana (manhã)
dia: 25/10/2020 **domingo** | **hora inicial**: 08h | **hora final**: 10h | **condições climáticas**: 21ºC - umidade 39% - ventos 3,05m/s - céu limpo com poucas nuvens



Fonte: Elaboração própria (2020).

5.4.2.2 Tarde

O período de observação ocorreu entre 16h e 18h e foi o período com maior fluxo de pessoas dentre todos analisados (Figura 78). Essa concentração foi caracterizada por muitas famílias, especialmente trazendo crianças para brincar no parque de diversões. Nesse horário é predominante o lazer e a socialização, enquanto durante a manhã – desse mesmo dia – foi mais utilizado para exercícios físicos.

Além do parque de diversões e dos trailers de lanches que já fazem parte da dinâmica do espaço durante a semana, algumas barracas de lanches são montadas ao redor do parque de diversões (Figura 79). Alguns carros estacionam próximos às arquibancadas, que estavam lotadas, onde muitos grupos trazem caixas térmicas com bebidas e lanches, e ligam seus aparelhos de som. Desse modo, no fim de semana o parque apresenta mais ruídos decorrentes das músicas e dos brinquedos do parque de diversões.

Figura 78 – Grande movimentação no parque



Fonte: Autora (2020).

Figura 79 – Parque de diversões e barracas de lanches



Fonte: Autora (2020).

Algumas pessoas levam as próprias cadeiras e colocam em áreas sombreadas para observar as crianças brincando (Figura 80). Como as famílias e as crianças ficam mais concentradas na área central (onde estão o parque de diversões e o *playground* em madeira), a porção sul fica mais livre para o pessoal que vai ao parque para realizar atividades físicas. Um grupo de capoeira fez uso de uma área do gramado sombreado para realizar suas aulas.

Figura 80 – Pessoas com cadeiras para observar as crianças

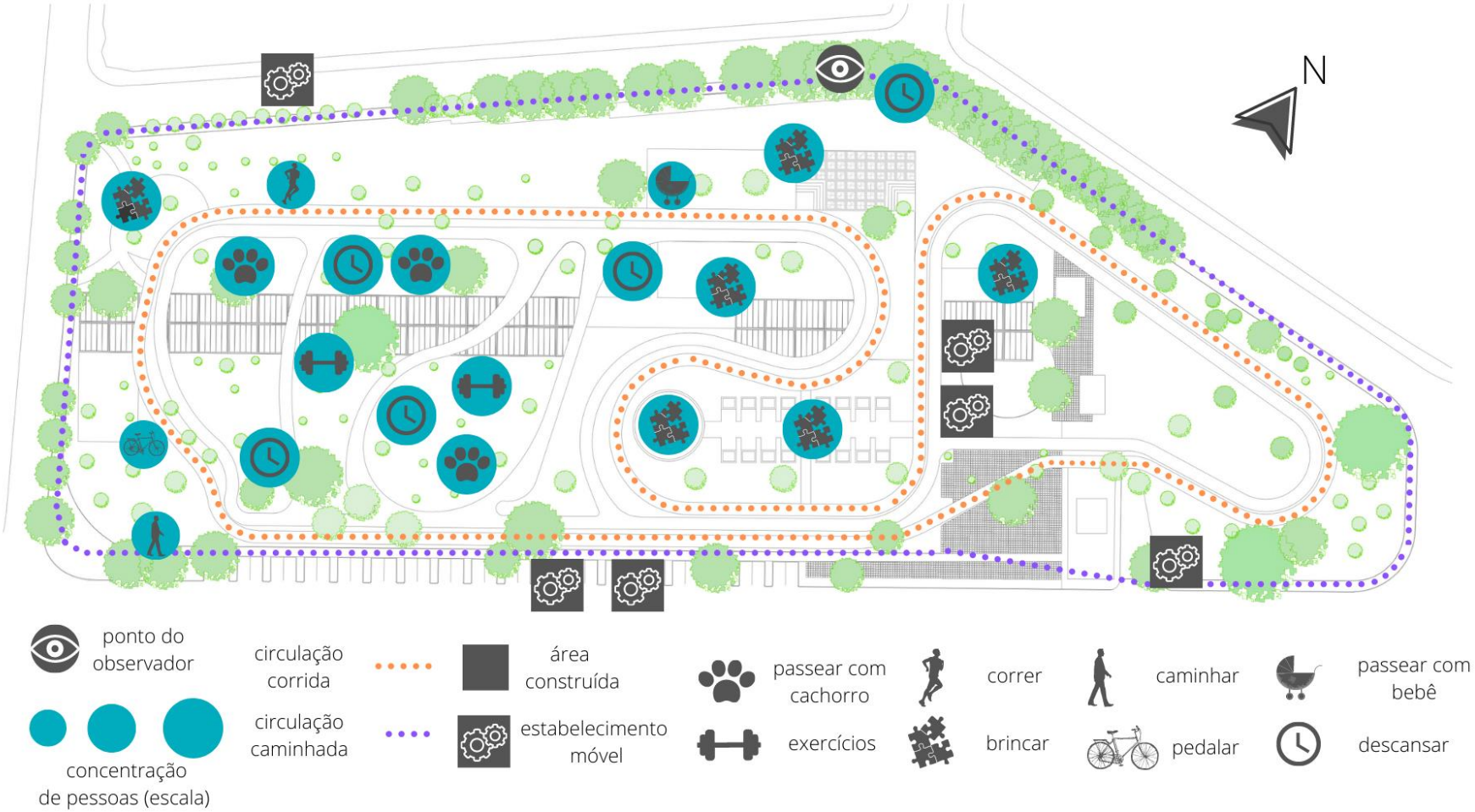


Fonte: Autora (2020).

Semelhante ao que acontece no mesmo período do dia de semana, as crianças chegaram para brincar no parquinho em ferro apenas a partir de 17h10. Além disso, algumas pessoas passeavam com seus cachorros e descansavam também na porção sul. No fim da tarde e início da noite havia muitas pessoas pedalando, bem como passeando com cachorro, e dessa vez, livremente dentro do parque.

Além do parque de diversões, muitas crianças levaram seus brinquedos, como bicicleta, patins, *skate* e bola. O *playground* de madeira estava lotado com crianças de todas as idades. A Figura 81 mostra o mapa comportamental do período da tarde durante o fim de semana.

Figura 81 – Mapa comportamental fim de semana (tarde)
dia: 25/10/2020 **domingo** | **hora inicial**: 16h | **hora final**: 18h | **condições climáticas**: 27ºC - umidade 49% - ventos 3,88m/s - céu limpo com poucas nuvens



Fonte: Elaboração própria (2020).

5.4.2.3 Noite

No período noturno as atividades da tarde continuaram a acontecer. O parque de diversões é um grande atrativo (Figura 82) durante o período da tarde e da noite nos finais de semana. O palco colorido também é muito utilizado pelas crianças para brincar livremente com seus pais (Figura 83). Algumas famílias começaram a ir embora e chegaram mais pessoas com cachorros para passear no parque. Além disso, também começou a chegar grupos de ciclistas para pedalar no parque e grupos de corredores, alterando um pouco o cenário das atividades desenvolvidas no espaço.

Figura 82 – Parque de diversões em funcionamento



Fonte: Autora (2020).

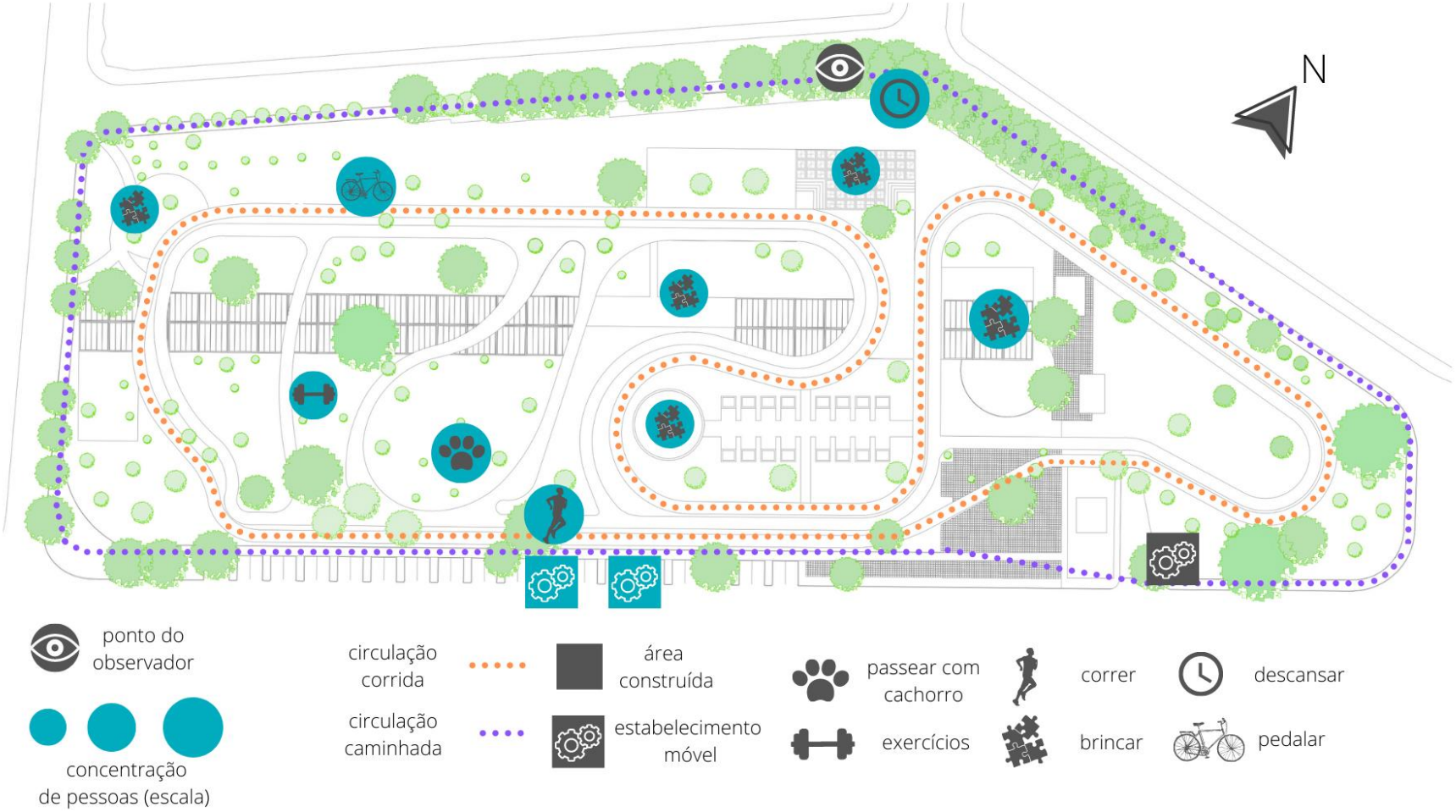
Figura 83 – Criança brincando com os pais no palco colorido



Fonte: Autora (2020).

A Figura 84 mostra o mapa comportamental relativo ao período noturno durante o fim de semana.

Figura 84 – Mapa comportamental fim de semana (noite)
dia: 25/10/2020 **domingo** | **hora inicial**: 18h | **hora final**: 20h | **condições climáticas**: 25ºC - umidade 59% - ventos 5 m/s - parcialmente nublado



Fonte: Elaboração própria (2020).

Foi possível perceber que as atividades desenvolvidas no espaço possuem uma relação com a insolação e sombreamento do espaço. As atividades concentradas geralmente ocorrem em áreas sombreadas, sejam individuais ou em grupo. Além disso, os períodos de fim de tarde e noite costumam ser os com maior fluxo de pessoas. Algumas áreas alternam os períodos de utilização de acordo com o horário de sombreamento proporcionado pelas árvores. A arquibancada é uma área utilizada durante qualquer período do dia por ser uma área majoritariamente sombreada.

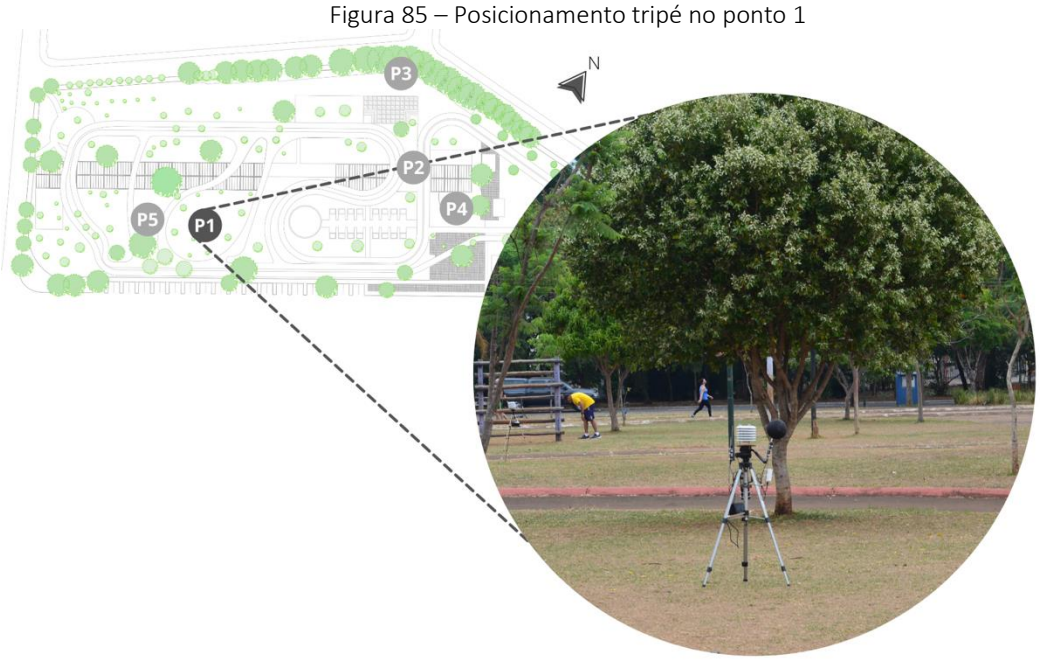
A existência de dois *playgrounds* em materiais e em áreas de exposição solar diferentes foi um fator importante para observar como as pessoas se comportam diante dessa variação. O *playground* em madeira, apesar de estar exposto à radiação solar direta durante maior parte do dia, é mais o utilizado. Porém, vale salientar que a implantação do *playground* em ferro também pode influenciar nesse comportamento, visto que está situado mais próximo à rua e proporcionar uma sensação de insegurança às crianças.

5.5 Escolha dos pontos de medições

A partir dessa análise comportamental foi possível reconhecer a dinâmica do parque urbano e compreender como as atividades são realizadas no seu território. Diante disso, foram escolhidos os pontos para a aferição das variáveis climáticas. Vale salientar que os tripés com os equipamentos para medições foram posicionados de modo que não interferissem na utilização dos espaços por parte dos usuários. Os pontos 1, 2 e 3 contaram com sensor HOBO, anemômetro e termômetro de globo, enquanto os pontos 4 e 5 contaram apenas com sensor HOBO e anemômetro.

O ponto 1 (Figura 85) foi localizado em uma área que costuma ser mais utilizada no período da tarde, quando está sombreada (P1). É uma área livre, sem mobiliário e com algumas vegetações de pequeno porte, forração gramínea, logo é comumente utilizada para atividades livres, especialmente pelas crianças ou por pessoas que levam seus cachorros para brincarem nesse espaço.

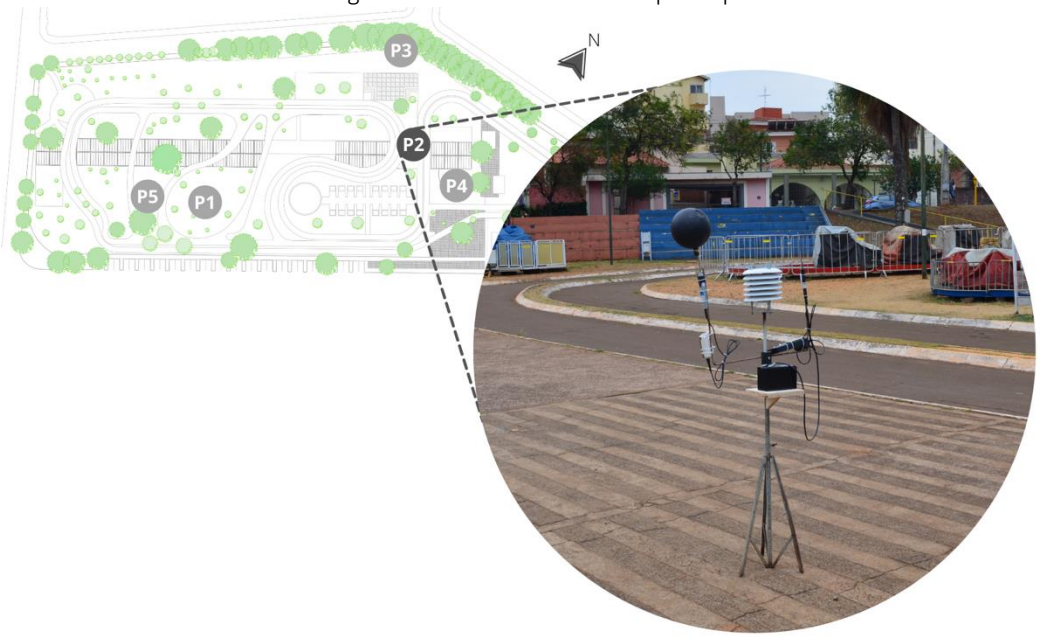
Figura 85 – Posicionamento tripé no ponto 1



Fonte: Elaboração própria (2021).

O ponto 2 (Figura 86) foi posicionado em uma área que está sempre com fluxo de pessoas e atividades (P2), visto que é próximo às pistas de corrida, caminhada e ciclovia e à área que costuma receber eventos ou atividades concentradas, como aulas de ginástica. É um ponto com pavimento em concreto e concreto granulado e próximo às pistas que possuem como pavimento o asfalto.

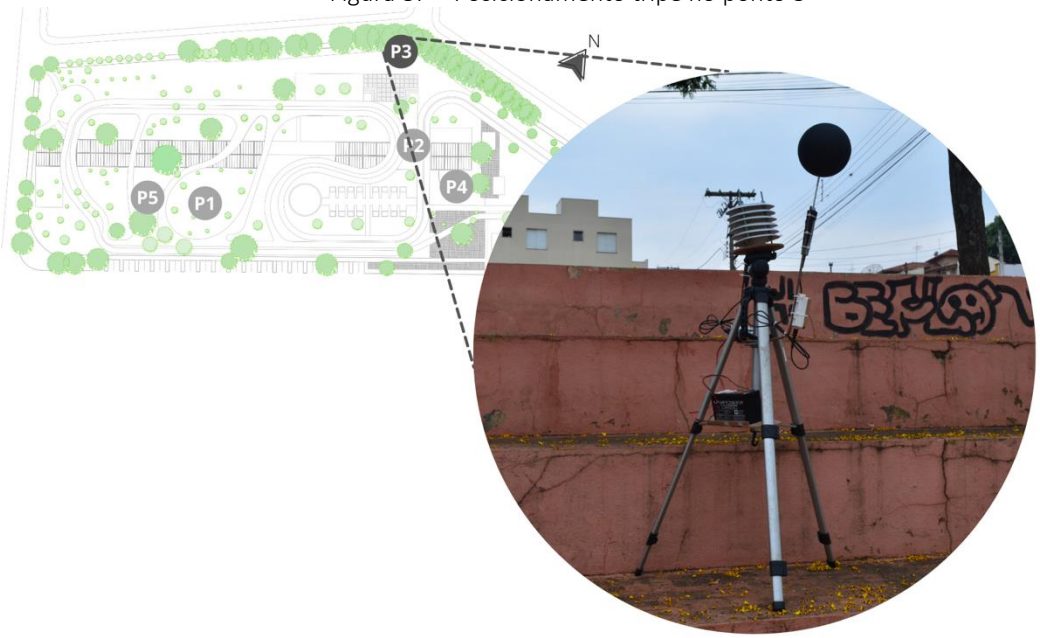
Figura 86 – Posicionamento tripé no ponto 2



Fonte: Elaboração própria (2021).

O ponto 3 (Figura 87) foi estabelecido na arquibancada (P3), local que costuma ser utilizado em qualquer horário do dia devido ao seu sombreamento (parcial ou completo) a depender do horário do dia.

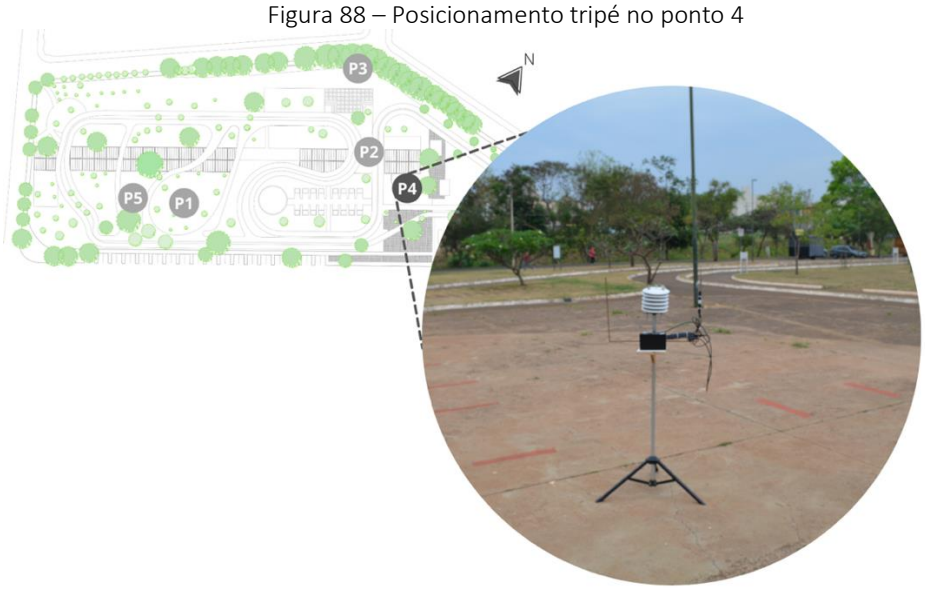
Figura 87 – Posicionamento tripé no ponto 3



Fonte: Elaboração própria (2021).

O ponto 4 (Figura 88) foi posicionado em uma área destinada à eventos, feiras ou atividades concentradas. Tais atividades variam de acordo com os dias da semana. É uma área que possui o pavimento em concreto e com algumas edificações próximas (prédio administrativo, banheiros e bebedouro).

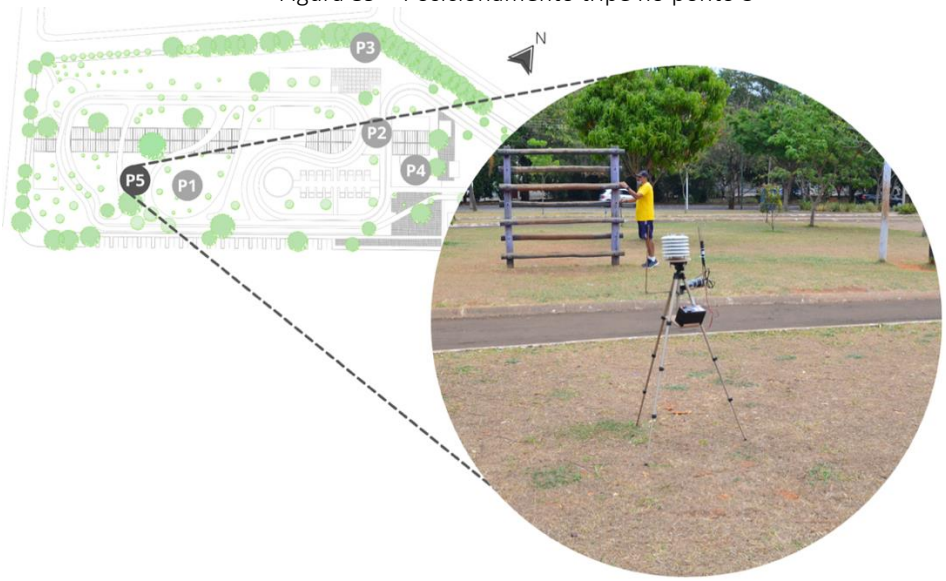
Figura 88 – Posicionamento tripé no ponto 4



Fonte: Elaboração própria (2021).

O ponto 5 (Figura 89) foi fixado em uma área livre, com forração gramínea, porém contando com alguns mobiliários por perto, como por exemplo, algumas barras para exercícios físicos.

Figura 89 – Posicionamento tripé no ponto 5



Fonte: Elaboração própria (2021).

5.6 Medições

Esse tópico corresponde à exposição dos dados da estação meteorológica de referência e às medições das variáveis climáticas realizadas *in loco* no Parque do Kartódromo. As medições foram realizadas nos dias 15 e 21 do mês de setembro, característico entre os meses de estação seca no clima da cidade de São Carlos. O recorte do período de medições delimitou-se apenas à estação seca, pois no verão, ocorre a estação chuvosa na cidade, o que dificulta a instalação dos equipamentos. As medições concentraram-se apenas durante o dia, iniciando às 09h e encerrando às 18h, em decorrência da disponibilidade dos técnicos da USP que auxiliaram na locomoção e instalação dos equipamentos, como também do horário de funcionamento do laboratório que armazena os equipamentos.

5.6.1 Estação meteorológica de referência

Como parâmetros de referências para as medições microclimáticas foram utilizados os dados registrados pela estação meteorológica SÃO CARLOS A711 da rede do INMET,

localizada no Campus da UFSCar. A Figura 90 expõe o perfil topográfico onde é possível identificar as localizações tanto da estação de referência, quanto do Parque do Kartódromo e constatar uma diferença de 40m de altitude entre os pontos.

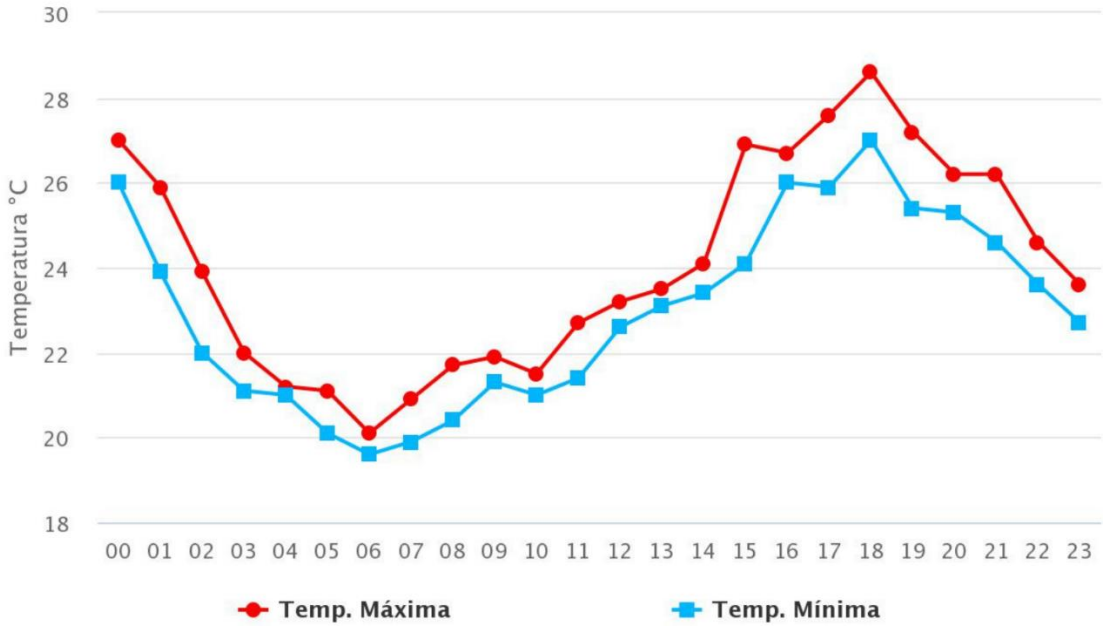
Figura 90 – Altitude da estação de referência e do Parque do Kartódromo



Fonte: *Google Earth* Versão 8, adaptado pela autora (2021).

A Figura 91 mostra a variação horária da temperatura do ar no dia 15 de setembro de 2021. É possível observar que as menores temperaturas foram registradas por volta de 06h e, posteriormente, por volta de 23h; enquanto as maiores temperaturas foram registradas às 18h e 00h. Durante o período diurno, as temperaturas se mantiveram entre 20°C e 24°C aproximadamente.

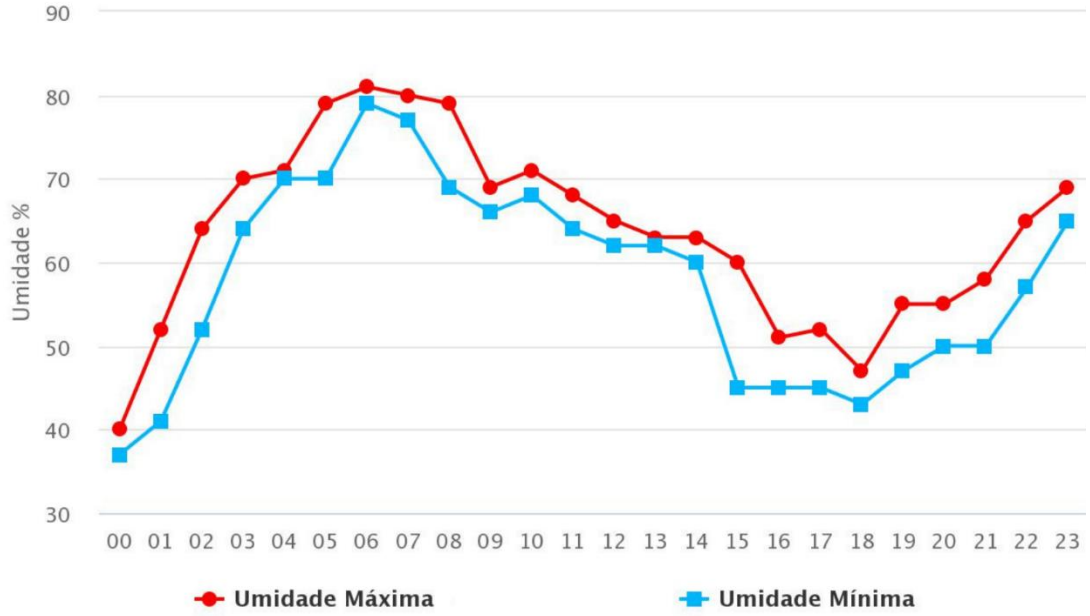
Figura 91 – Temperatura por Hora – Estação: SÃO CARLOS (A711) – 15/09/2021



Fonte: INMET (2021).

A variação da umidade relativa do ar no dia 15 de setembro é apresentada na Figura 92. A umidade varia de modo inversamente proporcional à temperatura do ar e os maiores valores de umidade são encontrados por volta de 06h, enquanto os menores são vistos às 18h.

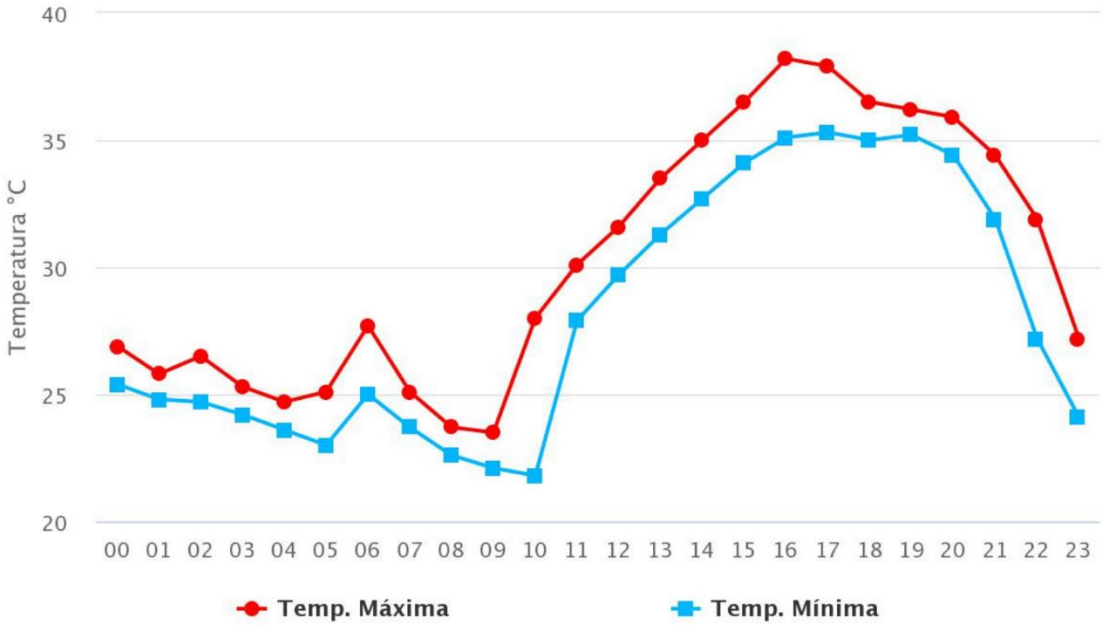
Figura 92 – Umidade por Hora – Estação: SÃO CARLOS (A711) – 15/09/2021



Fonte: INMET (2021).

A Figura 93 indica a variação da temperatura do ar no dia 21 de setembro de 2021. É possível notar que neste dia os valores de temperatura durante a maior parte do dia mantiveram-se elevados. O período compreendido entre 11h e 20h apresentou variação de temperatura entre 28ºC e 32ºC aproximadamente, enquanto às 16h a temperatura registrada chegou a cerca de 38ºC.

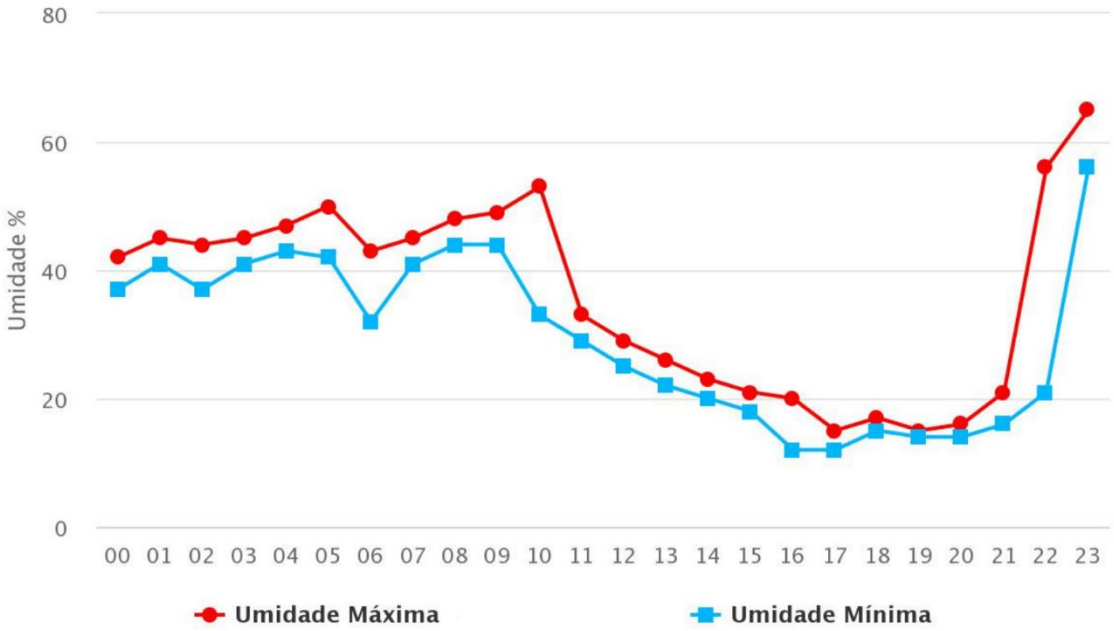
Figura 93 – Temperatura por Hora – Estação: SÃO CARLOS (A711) – 21/09/2021



Fonte: INMET (2021).

A variação da umidade relativa do ar encontra-se na Figura 94. Os menores valores foram encontrados por volta de 16h, registrando 12% aproximadamente, enquanto os maiores valores – cerca de 66% – foram registrados às 23h.

Figura 94 – Umidade por Hora – Estação: SÃO CARLOS (A711) – 21/09/2021



Fonte: INMET (2021).

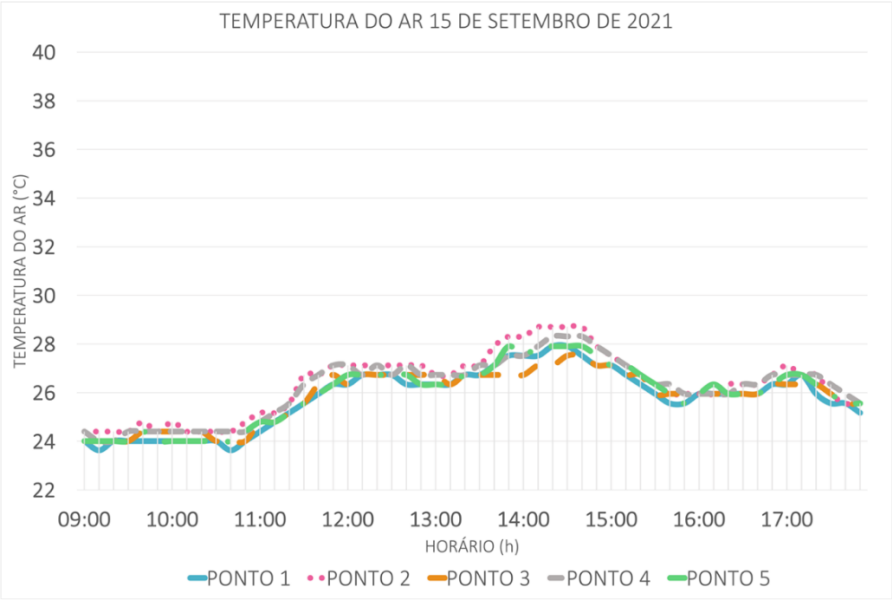
5.6.2 Análise das medições das variáveis climáticas

A seguir são apresentadas as análises de cada variável climática nos pontos de medições já apresentados anteriormente nos dois dias de levantamentos.

5.6.2.1 Temperatura do ar

A Figura 95 mostra o comportamento da temperatura do ar no dia 15 de setembro de 2021. De modo geral, é possível perceber que o comportamento da temperatura foi similar em todos os pontos. A temperatura máxima entre os pontos foi verificada entre 14h e 15h, atingindo cerca de 29°C no ponto 2. Vale destacar que o ponto 2 é um ponto completamente exposto à radiação solar, sem nenhum tipo de mecanismo de sombreamento em seu entorno. Em contrapartida, o ponto 1 foi o ponto que conseguiu atingir a temperatura mínima entre os pontos avaliados. Nos horários de 09h e 11h a temperatura chegou a atingir pouco menos que 24°C.

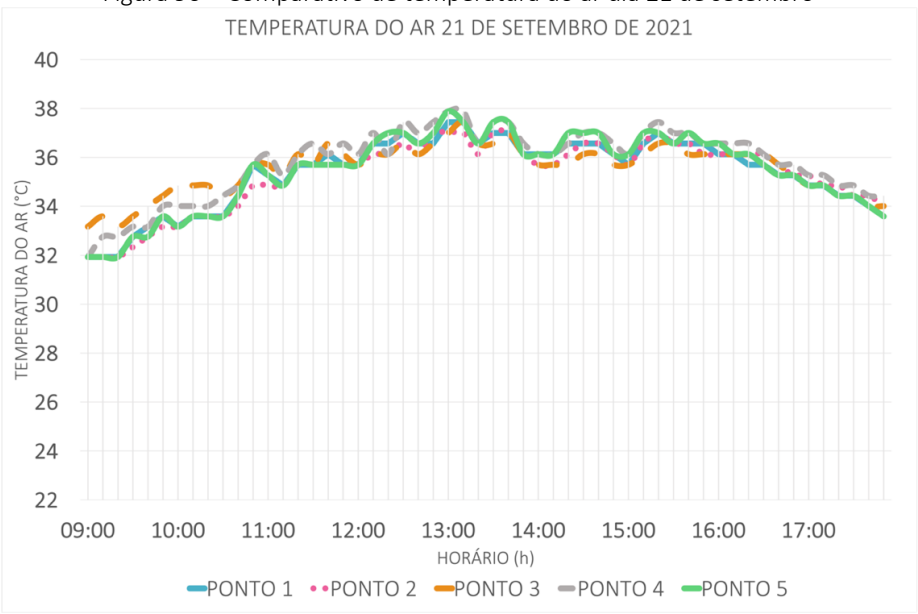
Figura 95 – Comparativo de temperatura do ar dia 15 de setembro



Fonte: Autora (2021).

O segundo dia de medições foi o dia 21 de setembro (Figura 96), o qual as temperaturas atingiram valores mais elevados em comparação ao primeiro dia de medições (15 de setembro). Similar ao dia 15 de setembro, também é possível perceber um comportamento semelhante nos valores de temperatura do ar nos cinco pontos de medições. Os valores atingidos variaram entre 32°C e 38°C no período das 09h às 18h. Os valores máximos alcançaram os 38°C por volta de 13h nos pontos 4 e 5, enquanto os valores mínimos foram encontrados às 09h também no ponto 5.

Figura 96 – Comparativo de temperatura do ar dia 21 de setembro

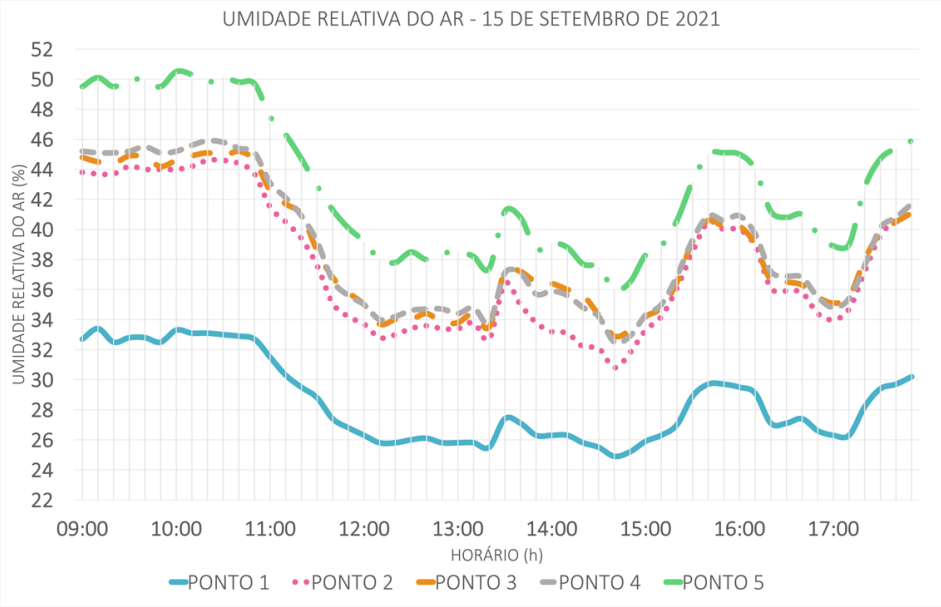


Fonte: Autora (2021).

5.6.2.2 Umidade relativa do ar

A umidade relativa do ar aferida no dia 15 de setembro está exposta na Figura 97. Nota-se que o comportamento ocorreu de forma similar, porém com uma maior amplitude, se comparado ao gráfico de temperatura do ar deste mesmo dia. O valor mínimo de umidade relativa foi atingido por volta das 15h no ponto 1, alcançando 25% aproximadamente. A máxima atingiu um pouco mais de 50% no período da manhã, por volta de 10h no ponto 5.

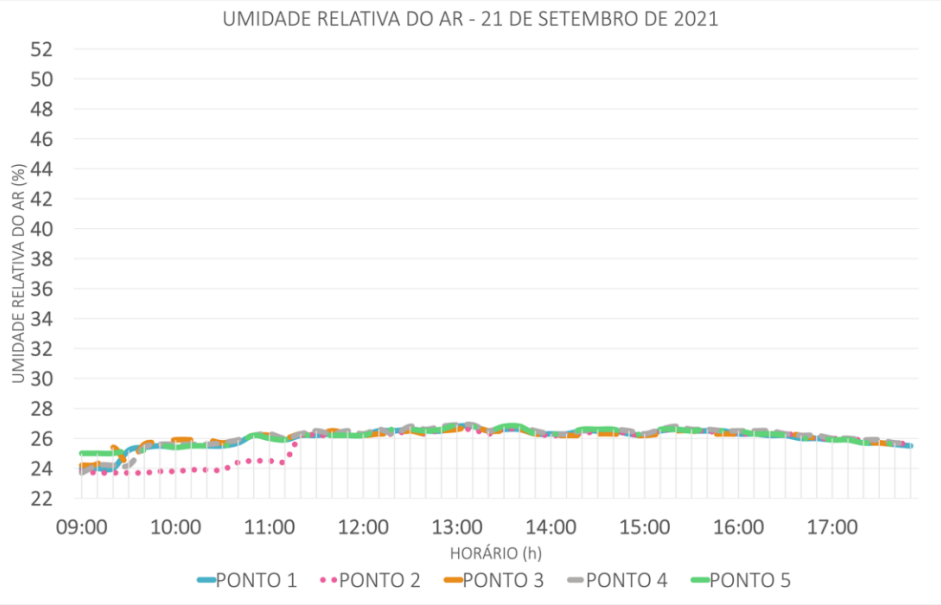
Figura 97 – Comparativo de umidade relativa do ar dia 15 de setembro



Fonte: Autora (2021).

A Figura 98 exibe o comportamento da umidade relativa no dia 21 de setembro. Diferentemente do que ocorreu no dia 15 de setembro, o gráfico mostra que os valores da umidade relativa aferidos nos diferentes pontos não apresentaram uma grande amplitude. O comportamento ocorreu de forma homogênea, destacando-se o comportamento do ponto 2 no período da manhã, entre 09h e 11h30, aproximadamente, onde pôde ser encontrados os valores mínimos, onde a umidade relativa do ar chegou a 24%.

Figura 98 – Comparativo de umidade relativa do ar dia 21 de setembro

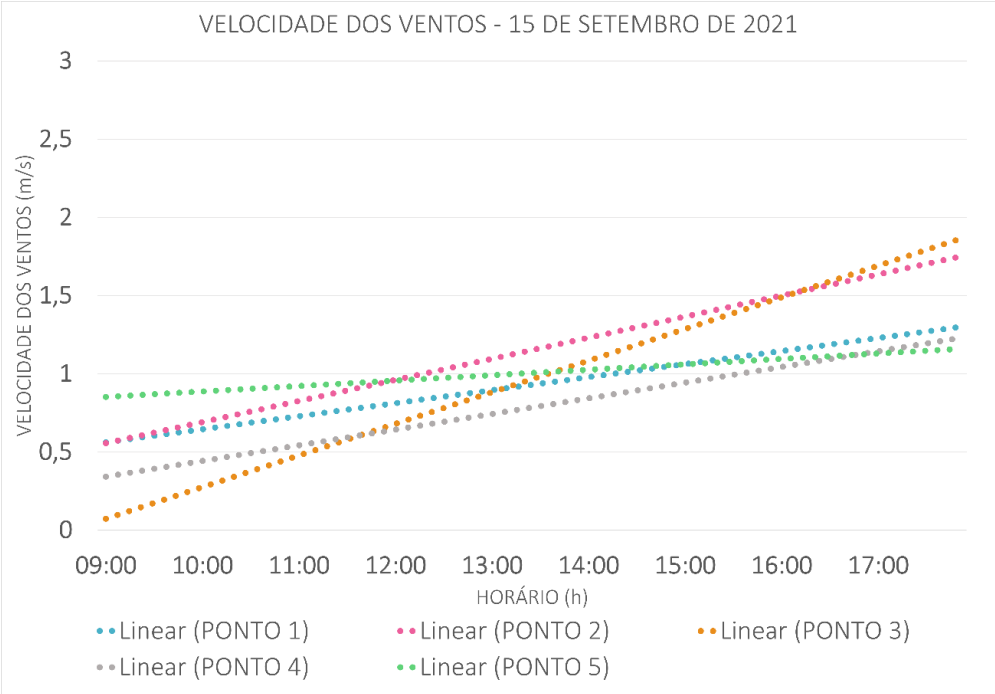


Fonte: Autora (2021).

5.6.2.3 Velocidade dos ventos

O comportamento da velocidade dos ventos no dia 15 de setembro é exposto na Figura 99. A velocidade dos ventos foi a variável que mais apresentou variações ao longo do dia dentre todas as variáveis analisadas. O ponto 1 (azul) é um ponto livre de barreiras contra a ventilação natural e apresentou variações ao longo do dia, atingindo algumas máximas em diferentes horários. Próximo às 17h atingiu cerca de 2,7 m/s, sendo um dos valores máximos encontrado ao longo do dia entre os cinco pontos de medições. O ponto 2 (rosa), manteve-se com uma velocidade mais baixa ao longo do dia, atingindo, porém, algumas máximas no período da tarde indicaram cerca de 3 m/s. As edificações (prédios administrativos e banheiros) e o parque de diversões localizado próximo ao ponto são fatores que podem ter contribuído para tal comportamento, visto que funcionam como barreira a ventilação natural.

Figura 99 – Comparativo de velocidade dos ventos dia 15 de setembro



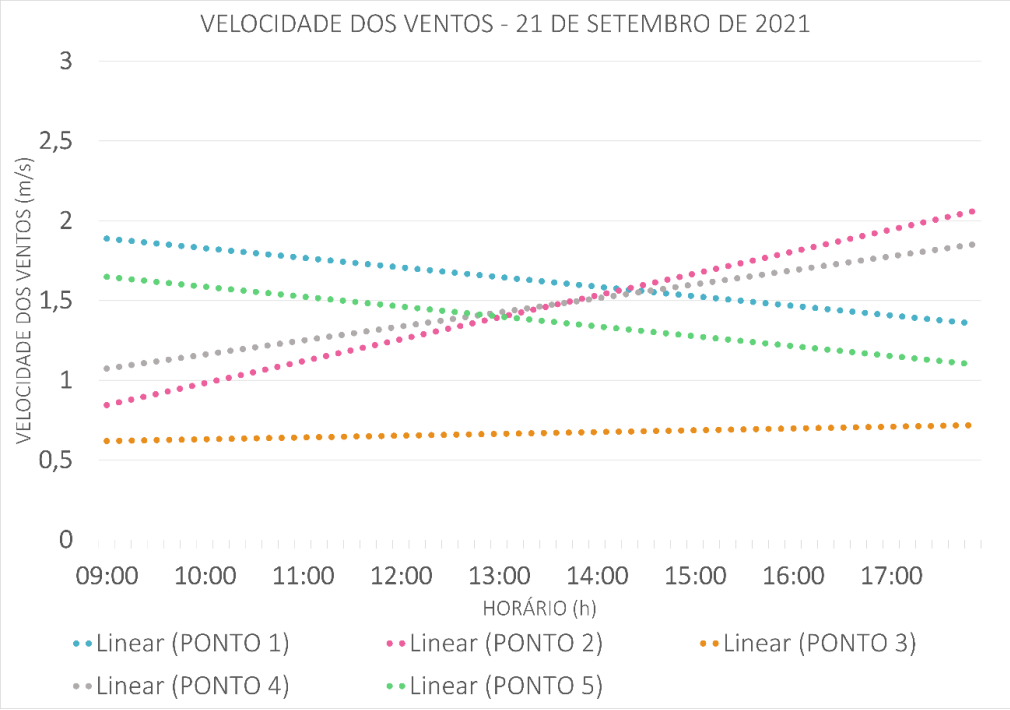
Fonte: Autora (2021).

O ponto 3 (laranja) é o ponto em que os valores se mantiveram mais baixos ao longo do dia, quando comparado aos outros pontos, embora tenha atingido o valor máximo (entre todos os pontos de medições neste dia) de cerca de 3,4 m/s. O fato da velocidade dos ventos se manter mais baixa durante maior parte do período de medição pode ser justificado por esse ponto ser localizado na arquibancada do parque. Tal localização tem alguns fatores agindo como barreira aos ventos como o próprio relevo e o parque de diversões, por exemplo. O ponto 4 (cinza) também foi um ponto onde a velocidade se manteve mais baixa durante a maior parte do período analisado. O ponto está localizado na área destinada à eventos, próximo aos prédios administrativos do parque. Desse modo, as edificações e alguns mobiliários podem ter funcionado como barreira a ventilação neste caso também. O ponto 5 (verde) foi o ponto que manteve uma maior uniformidade ao longo do dia, mantendo uma amplitude entre 0,5 m/s e 1,6 m/s aproximadamente.

A Figura 100 mostra o comportamento da velocidade dos ventos no dia 21 de setembro. Apesar de a temperatura do ar ter atingido valores altos nesse dia, chegando à margem dos 38ºC, também foi um dia com a presença de ventos chegando a aproximadamente 4,5 m/s. De maneira geral, a velocidade dos ventos se manteve variante em todos os

pontos ao longo do dia. O ponto 1 (azul) apresentou uma variabilidade no comportamento da ventilação, porém demonstrou valores elevados em alguns momentos, como por exemplo próximo às 13h quando atingiu o valor máximo neste ponto de cerca de 3,8 m/s. O ponto 2 (rosa) foi o qual a velocidade atingiu o valor máximo dentre todos os analisados neste dia. A velocidade atingiu cerca de 4,5 m/s no período da tarde, próximo às 14h. O ponto 3 (laranja) se manteve com os menores valores ao longo de todo o dia. Esse comportamento pode ser explicado pelas barreiras existentes em sua proximidade caracterizadas pela arquibancada, algumas edificações e a própria topografia.

Figura 100 – Comparativo de velocidade dos ventos dia 21 de setembro



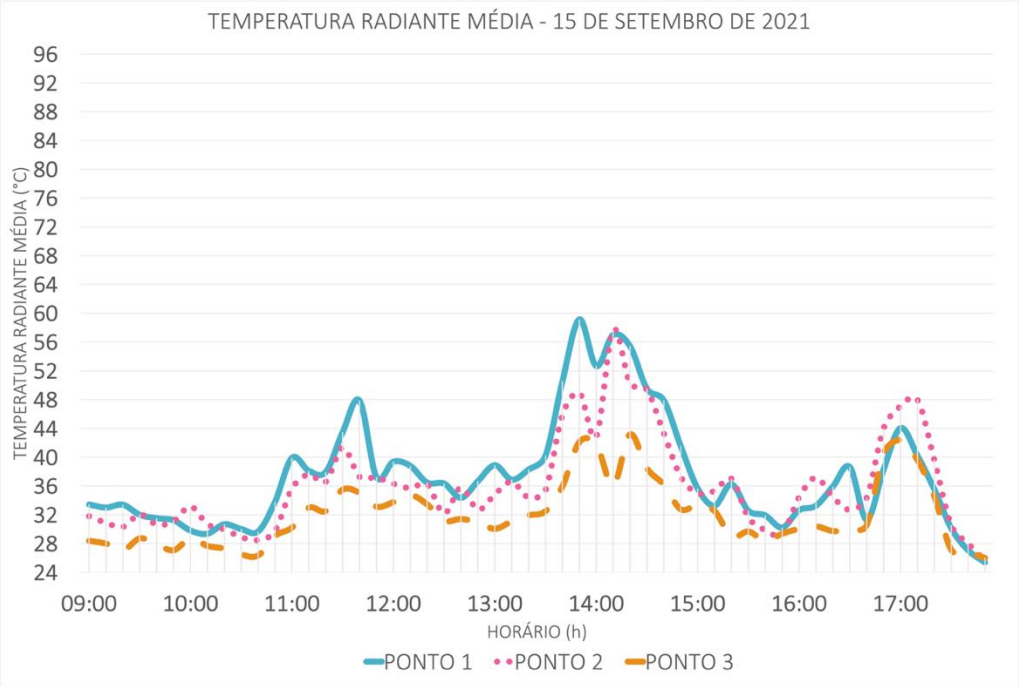
Fonte: Autora (2021).

O ponto 4 (cinza) apresentou comportamento dos ventos uniforme durante maior parte do dia, atingindo valores superiores no período da tarde (3,6 m/s aproximadamente). O ponto 5 (verde) manteve uma variação uniforme no período da manhã, atingindo picos máximos de aproximadamente 3,8 m/s às 15h.

5.6.2.4 Temperatura radiante média

A Figura 101 mostra o comportamento da temperatura radiante média no dia 15 de setembro. Vale ressaltar que a temperatura radiante média, obtida através do resultado da equação 1, a qual foi aferida por meio do termômetro de globo, foi avaliada apenas nos pontos 1, 2 e 3. Nos três pontos é possível notar uma uniformidade no padrão de comportamento desta variável. Os valores máximos, nos três pontos, são encontrados entre as 14h e 15h, atingindo entre 56ºC e 60ºC. Os valores mínimos, aproximadamente 25ºC, próximo às 11h e às 18h no ponto 3 e nos três pontos de medição, respectivamente.

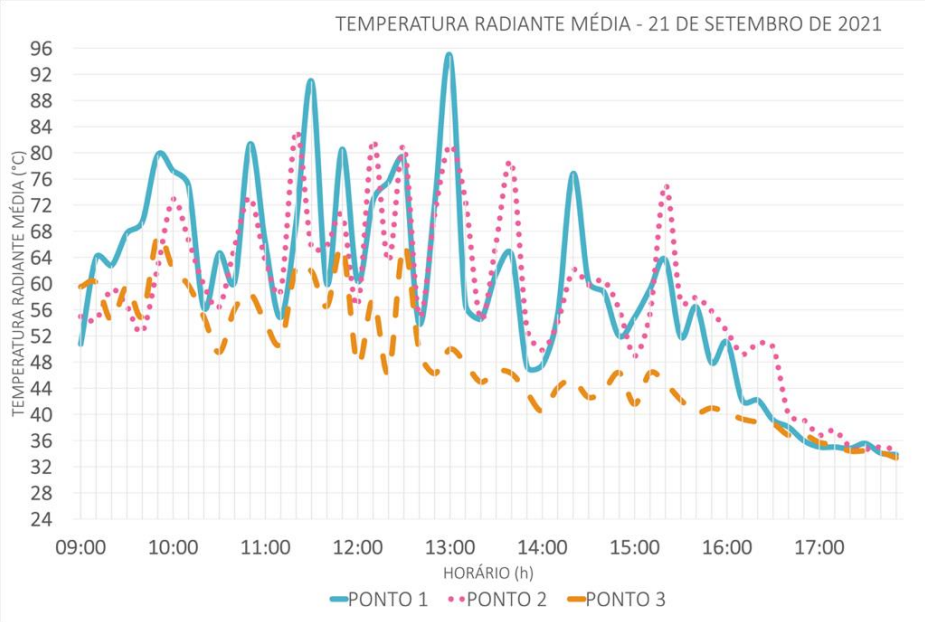
Figura 101 – Comparativo de temperatura radiante média dia 15 de setembro



Fonte: Autora (2021).

O comportamento da temperatura radiante média no dia 21 de setembro é apresentado na Figura 102. Os pontos 1 e 2 indicam comportamento semelhante mantendo uma variabilidade durante maior parte do dia e a partir das 16h apresentando uma queda em seus valores. O ponto 1 atingiu o valor máximo de temperatura radiante média, encontrado neste dia, cerca de 96ºC. No ponto 2, a máxima foi de aproximadamente 84ºC. O ponto 3 apresentou menores valores ao longo do dia, chegando no máximo a 68ºC e mantendo-se com valores mais baixos, quando comparado aos outros pontos.

Figura 102 – Comparativo de temperatura radiante média dia 21 de setembro



Fonte: Autora (2021).

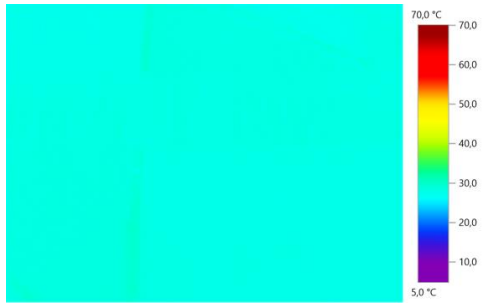
5.6.2.5 Temperatura superficial dos pavimentos

A temperatura superficial dos pavimentos do Parque do Kartódromo foi aferida através de um termovisor 870-2 TESTO. As medições foram realizadas em três momentos do dia: pela manhã (às 09h), ao meio-dia e à tarde (às 15h), seguindo as recomendações da OMM, nos dois dias de medições. Através das medições foi possível identificar as temperaturas mínimas e máximas dos diferentes tipos de pavimentos do parque e a partir disso, calculou-se a temperatura média de cada pavimento.

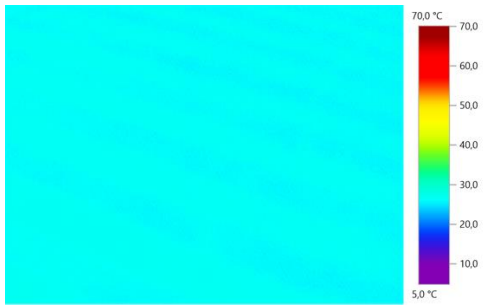
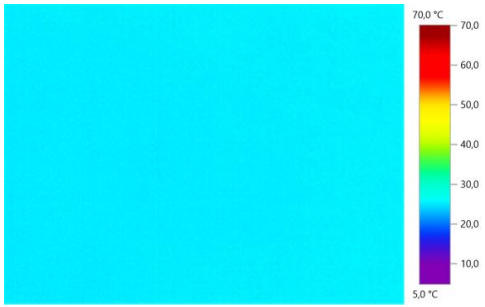
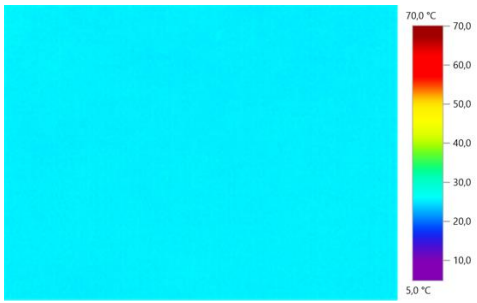
O primeiro dia de medições – dia 15 de setembro – apresentou condições de céu encoberto por nuvens e temperatura mais amena. A temperatura superficial dos pavimentos variou de 24,0 °C a 32,8 °C no período da manhã (Tabela 1). Considerando a temperatura média apresentada pelos pavimentos analisados, pode-se observar que o concreto liso foi o pavimento que apresentou a menor temperatura (25,3 °C), enquanto o asfalto e o concreto granulado 2 apresentaram as maiores temperaturas, 28,7 °C e 29,0 °C, respectivamente.

Tabela 1 – Temperatura superficial (dia 15 manhã)

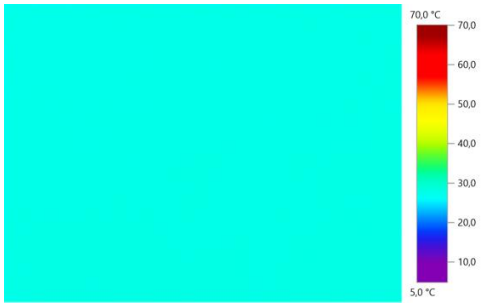
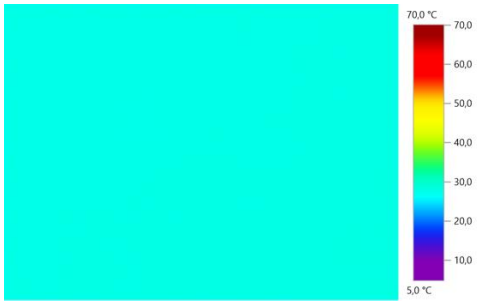
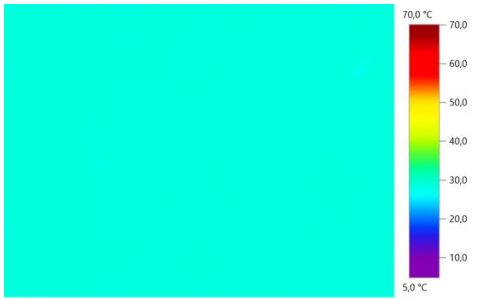
continua

	TEMPERATURA	IMAGEM TERMOGRÁFICA	IMAGEM
CONCRETO PIGMENTADO (AZUL)	Temperatura mínima: 24,0 °C Temperatura média: 26,9 °C Temperatura máxima: 29,3 °C		
CONCRETO PIGMENTADO (ROSA)	Temperatura mínima: 26,2 °C Temperatura média: 26,8 °C Temperatura máxima: 27,4 °C		
MOSAICO CONCRETO PIGMENTADO COLORIDO	Temperatura mínima: 26,7 °C Temperatura média: 27,9 °C Temperatura máxima: 30,3 °C		

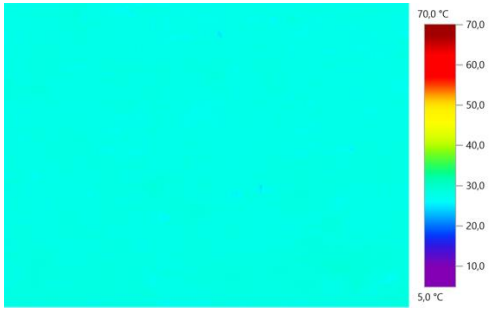
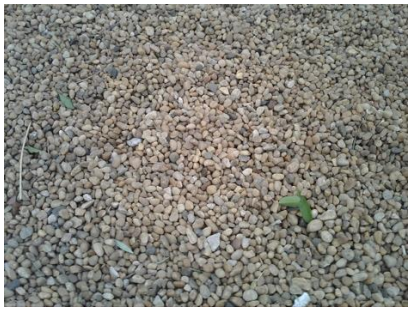
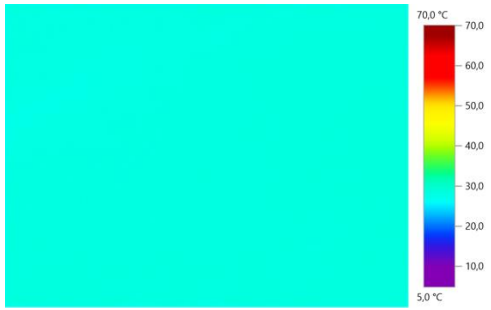
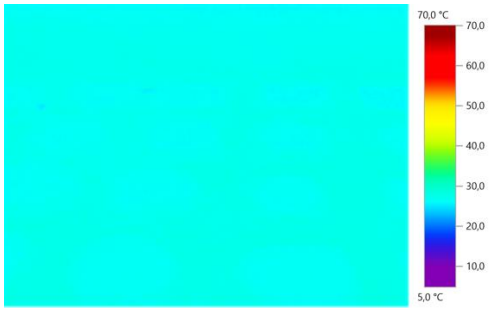
continuação

	TEMPERATURA	IMAGEM TERMOGRÁFICA	IMAGEM
CONCRETO GRANULADO + LISO	Temperatura mínima: 25,1 °C Temperatura média: 26,2 °C Temperatura máxima: 27,3 °C		
CONCRETO LISO	Temperatura mínima: 24,5 °C Temperatura média: 25,3 °C Temperatura máxima: 26,0 °C		
CONCRETO LISO (PLAYGROUND)	Temperatura mínima: 24,8 °C Temperatura média: 25,4 °C Temperatura máxima: 25,9 °C		

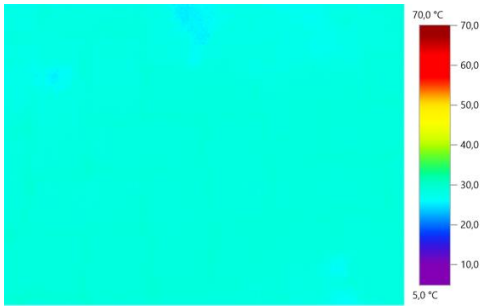
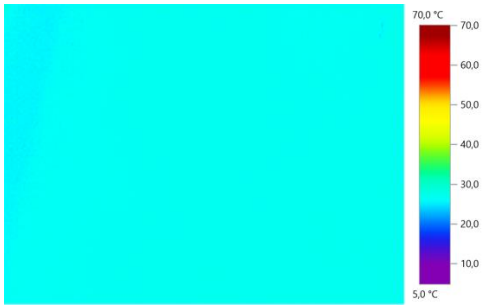
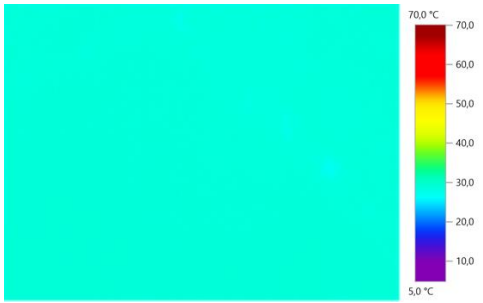
continuação

	TEMPERATURA	IMAGEM TERMOGRÁFICA	IMAGEM
CONCRETO GRANULADO 1	Temperatura mínima: 27,0 °C Temperatura média: 27,7 °C Temperatura máxima: 28,5 °C		
CONCRETO (ACADEMIA ACESSÍVEL)	Temperatura mínima: 27,1 °C Temperatura média: 27,8 °C Temperatura máxima: 28,5 °C		
ASFALTO	Temperatura mínima: 27,2 °C Temperatura média: 28,7 °C Temperatura máxima: 29,3 °C		

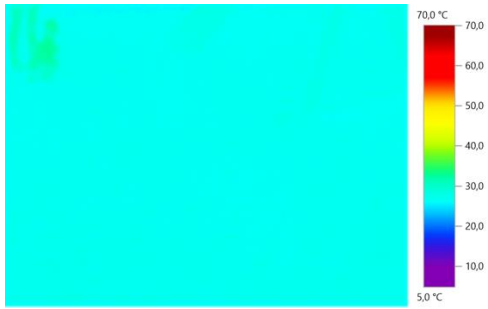
continuação

	TEMPERATURA	IMAGEM TERMOGRÁFICA	IMAGEM
CASCALHO	Temperatura mínima: 24,2 °C Temperatura média: 27,7 °C Temperatura máxima: 29,3 °C		
CONCRETO (PARQUE)	Temperatura mínima: 27,2 °C Temperatura média: 28,4 °C Temperatura máxima: 29,3 °C		
CONCRETO + GRAMA	Temperatura mínima: 25,2 °C Temperatura média: 26,9 °C Temperatura máxima: 28,4 °C		

continuação

	TEMPERATURA	IMAGEM TERMOGRÁFICA	IMAGEM
PISO INTERTRAVADO	Temperatura mínima: 24,7 °C Temperatura média: 28,3 °C Temperatura máxima: 29,7 °C		
CONCRETO PIGMENTADO (AMARELO + VERMELHO)	Temperatura mínima: 24,5 °C Temperatura média: 26,6 °C Temperatura máxima: 27,7 °C		
CONCRETO GRANULADO 2	Temperatura mínima: 26,4 °C Temperatura média: 29,0 °C Temperatura máxima: 29,7 °C		

conclusão

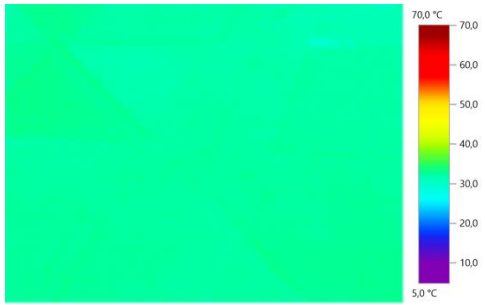
	TEMPERATURA	IMAGEM TERMOGRÁFICA	IMAGEM
GRAMA	Temperatura mínima: 24,5 °C Temperatura média: 26,9 °C Temperatura máxima: 28,0 °C		
AREIA	Temperatura mínima: 25,4 °C Temperatura média: 26,9 °C Temperatura máxima: 32,8 °C		

O comportamento da temperatura superficial ao meio-dia do dia 15 de setembro está exposto na Tabela 2. As temperaturas variaram na faixa de 19,4 ^{o}C a 35,0 ^{o}C. O concreto liso foi o pavimento que apresentou a menor temperatura, analisando as temperaturas médias, atingindo 27,2 ^{o}C. Já o concreto granulado 2 foi o pavimento que atingiu a maior temperatura no horário do meio-dia, chegando a 32,5 ^{o}C.

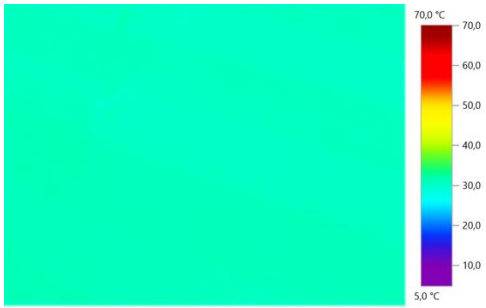
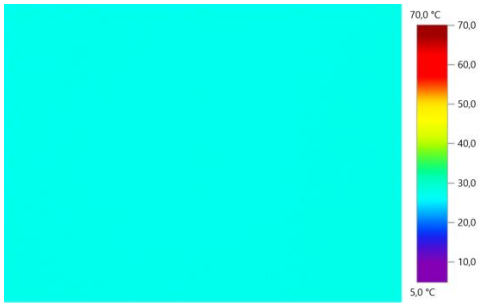
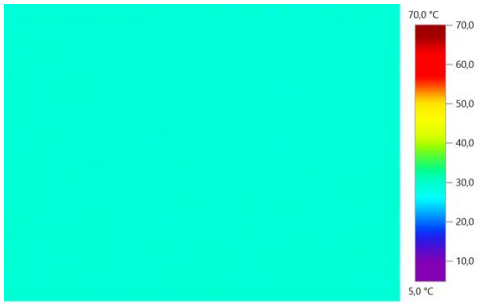
Pode-se perceber que os pavimentos com menores e maiores temperaturas são os mesmos tanto no período da manhã, quanto no período do meio-dia. Além das propriedades do material, um outro fator que pode estar influenciando nesses valores é a exposição à radiação solar direta, visto que o concreto liso está situado em uma área mais sombreada e rodeada por vegetação, enquanto o concreto granulado está completamente exposto ao sol.

Tabela 2 – Temperatura superficial (dia 15 meio-dia)

continua

	TEMPERATURA	IMAGEM TERMOGRÁFICA	IMAGEM
CONCRETO PIGMENTADO (AZUL)	Temperatura mínima: 28,2 °C Temperatura média: 29,2 °C Temperatura máxima: 30,1 °C		
CONCRETO PIGMENTADO (ROSA)	Temperatura mínima: 28,2 °C Temperatura média: 29,0 °C Temperatura máxima: 29,8 °C		
MOSAICO CONCRETO PIGMENTADO COLORIDO	Temperatura mínima: 29,6 °C Temperatura média: 32,4 °C Temperatura máxima: 33,6 °C		

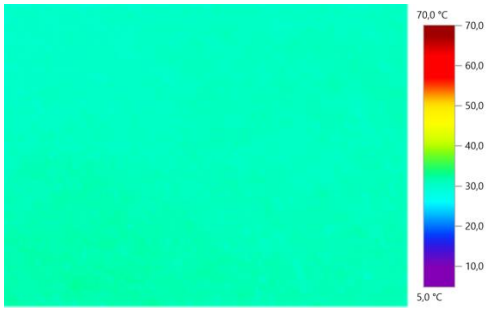
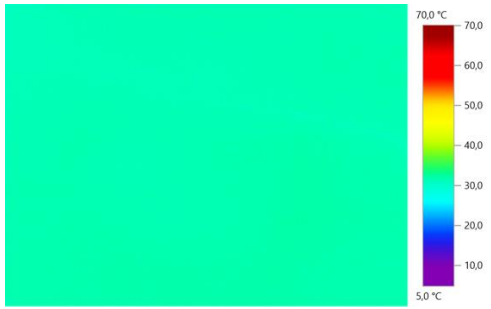
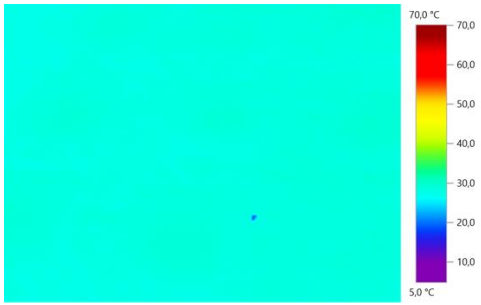
continuação

	TEMPERATURA	IMAGEM TERMOGRÁFICA	IMAGEM
CONCRETO GRANULADO + LISO	Temperatura mínima: 29,5 °C Temperatura média: 30,9 °C Temperatura máxima: 31,8 °C		
CONCRETO LISO	Temperatura mínima: 26,4 °C Temperatura média: 27,2 °C Temperatura máxima: 28,0 °C		
CONCRETO LISO (PLAYGROUND)	Temperatura mínima: 28,4 °C Temperatura média: 29,3 °C Temperatura máxima: 30,4 °C		

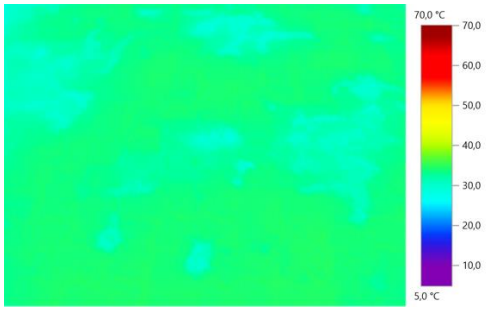
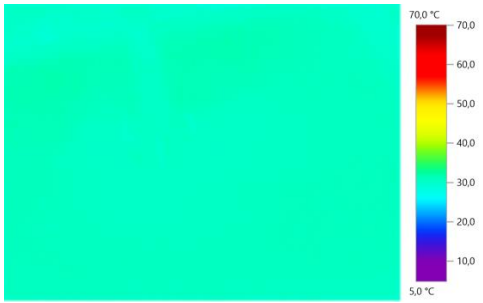
continuação

	TEMPERATURA	IMAGEM TERMOGRÁFICA	IMAGEM
CONCRETO GRANULADO 1	Temperatura mínima: 28,0 °C Temperatura média: 29,9 °C Temperatura máxima: 30,5 °C		
CONCRETO (ACADEMIA ACESSÍVEL)	Temperatura mínima: 31,4 °C Temperatura média: 31,9 °C Temperatura máxima: 32,4 °C		
ASFALTO	Temperatura mínima: 30,2 °C Temperatura média: 30,6 °C Temperatura máxima: 31,1 °C		

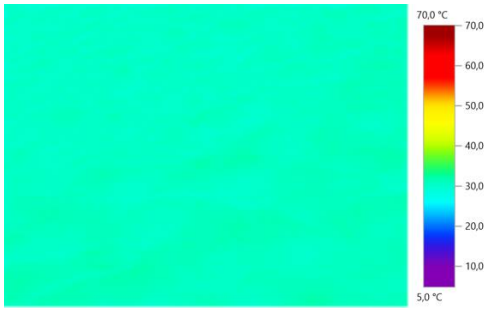
continuação

	TEMPERATURA	IMAGEM TERMOGRÁFICA	IMAGEM
CASCALHO	Temperatura mínima: 29,2 °C Temperatura média: 31,0 °C Temperatura máxima: 32,9 °C		
CONCRETO (PARQUE)	Temperatura mínima: 30,7 °C Temperatura média: 31,7 °C Temperatura máxima: 32,5 °C		
CONCRETO + GRAMA	Temperatura mínima: 19,4 °C Temperatura média: 28,5 °C Temperatura máxima: 29,9 °C		

continuação

	TEMPERATURA	IMAGEM TERMOGRÁFICA	IMAGEM
PISO INTERTRAVADO	Temperatura mínima: 28,5 °C Temperatura média: 33,1 °C Temperatura máxima: 35,0 °C		
CONCRETO PIGMENTADO (AMARELO + VERMELHO)	Temperatura mínima: 28,9 °C Temperatura média: 30,8 °C Temperatura máxima: 32,0 °C		
CONCRETO GRANULADO 2	Temperatura mínima: 31,2 °C Temperatura média: 32,5 °C Temperatura máxima: 33,1 °C		

conclusão

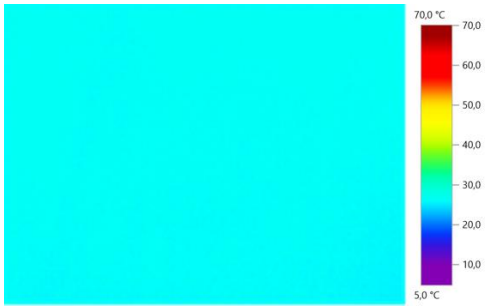
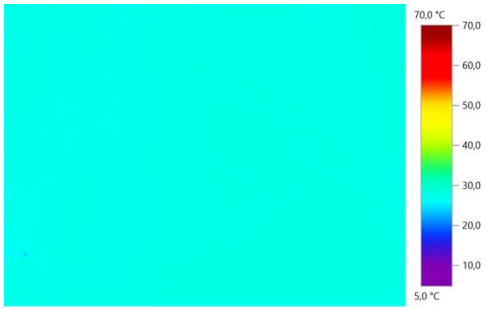
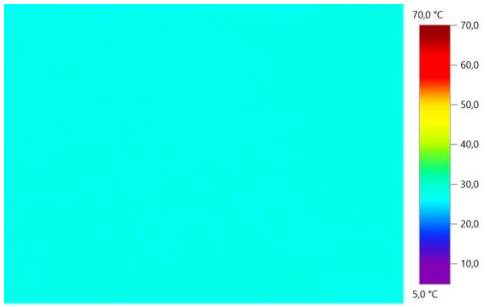
	TEMPERATURA	IMAGEM TERMOGRÁFICA	IMAGEM
GRAMA	Temperatura mínima: 25,6 °C Temperatura média: 29,9 °C Temperatura máxima: 34,4 °C		
AREIA	Temperatura mínima: 29,3 °C Temperatura média: 30,7 °C Temperatura máxima: 32,2 °C		

A temperatura superficial dos pavimentos no período da tarde (15h) está apresentado na Tabela 3. Os valores variaram entre 23,4 ^{o}C e 33,5 ^{o}C. Em termos de temperatura média, a menor temperatura foi aferida no concreto pigmentado (azul), apresentado 26,2 ^{o}C, enquanto a maior temperatura foi encontrada no asfalto, atingindo 32,6 ^{o}C.

O concreto pigmentado (azul) está localizado na arquibancada, a qual é uma área que permanece sombreada parcial ou totalmente durante todo o dia. O asfalto está presente nas pistas para corridas e caminhadas, completamente expostas ao sol ao longo dia. Como essas medições referem-se ao período da tarde, a temperatura alta pode ter influência do acúmulo de calor durante o dia.

Tabela 3 – Temperatura superficial (dia 15 tarde)

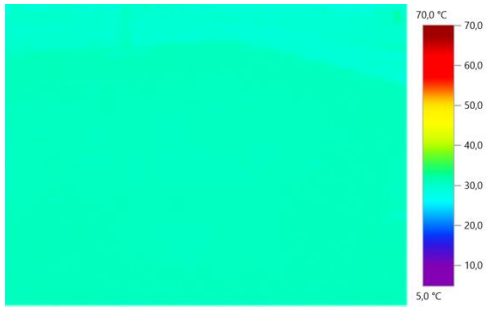
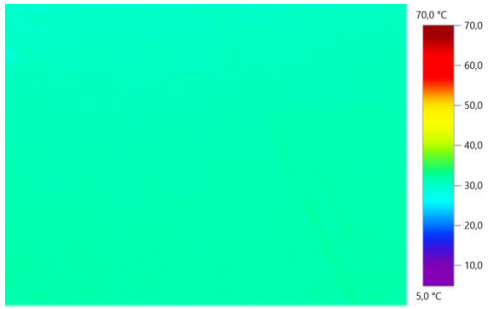
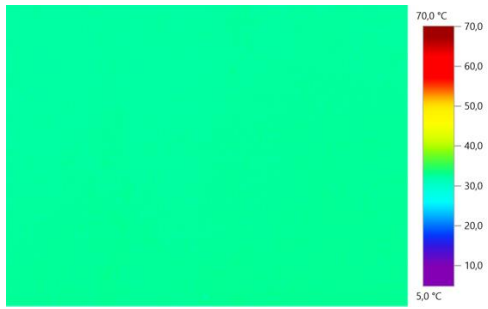
continua

	TEMPERATURA	IMAGEM TERMOGRÁFICA	IMAGEM
CONCRETO PIGMENTADO (AZUL)	Temperatura mínima: 25,3 °C Temperatura média: 26,2 °C Temperatura máxima: 26,9 °C		
CONCRETO PIGMENTADO (ROSA)	Temperatura mínima: 23,4 °C Temperatura média: 27,7 °C Temperatura máxima: 28,5 °C		
MOSAICO CONCRETO PIGMENTADO COLORIDO	Temperatura mínima: 25,6 °C Temperatura média: 27,3 °C Temperatura máxima: 28,0 °C		

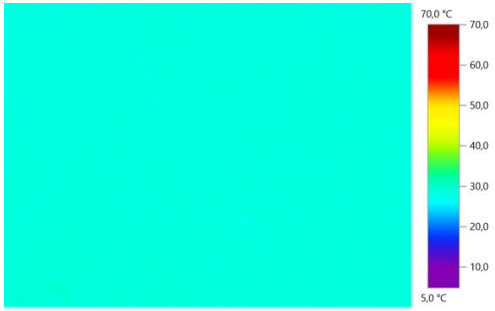
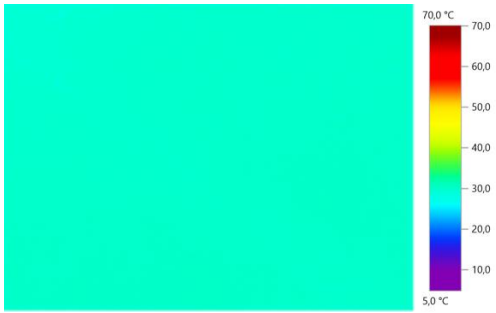
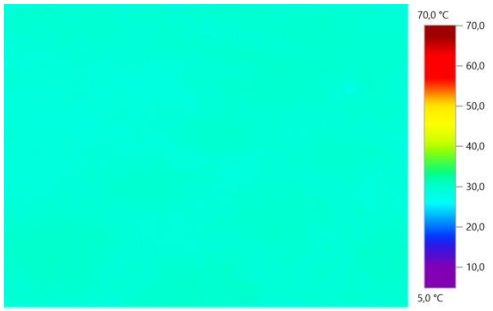
continuação

	TEMPERATURA	IMAGEM TERMOGRÁFICA	IMAGEM
CONCRETO GRANULADO + LISO	Temperatura mínima: 30,1 °C Temperatura média: 31,7 °C Temperatura máxima: 33,1 °C		
CONCRETO LISO	Temperatura mínima: 26,4 °C Temperatura média: 28,9 °C Temperatura máxima: 30,2 °C		
CONCRETO LISO (PLAYGROUND)	Temperatura mínima: 28,9 °C Temperatura média: 29,7 °C Temperatura máxima: 30,6 °C		

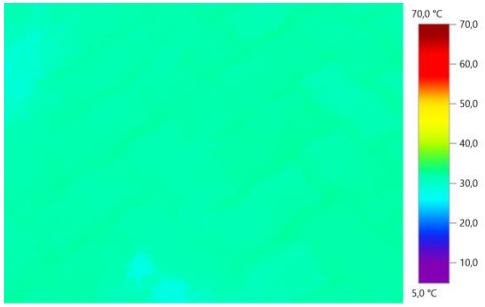
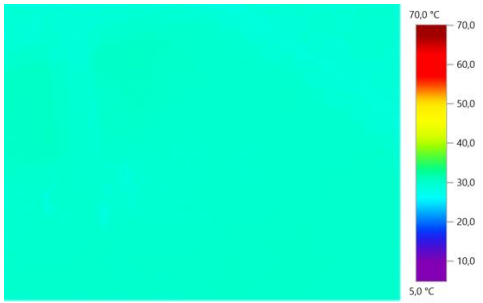
continuação

	TEMPERATURA	IMAGEM TERMOGRÁFICA	IMAGEM
CONCRETO GRANULADO 1	Temperatura mínima: 28,3 °C Temperatura média: 30,7 °C Temperatura máxima: 32,8 °C		
CONCRETO (ACADEMIA ACESSÍVEL)	Temperatura mínima: 29,3 °C Temperatura média: 31,4 °C Temperatura máxima: 32,7 °C		
ASFALTO	Temperatura mínima: 31,4 °C Temperatura média: 32,6 °C Temperatura máxima: 33,5 °C		

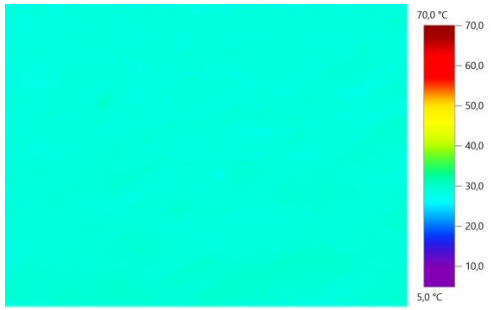
continuação

	TEMPERATURA	IMAGEM TERMOGRÁFICA	IMAGEM
CASCALHO	Temperatura mínima: 27,0 °C Temperatura média: 28,6 °C Temperatura máxima: 30,0 °C		
CONCRETO (PARQUE)	Temperatura mínima: 28,5 °C Temperatura média: 30,1 °C Temperatura máxima: 30,8 °C		
CONCRETO + GRAMA	Temperatura mínima: 27,0 °C Temperatura média: 29,3 °C Temperatura máxima: 30,6 °C		

continuação

	TEMPERATURA	IMAGEM TERMOGRÁFICA	IMAGEM
PISO INTERTRAVADO	Temperatura mínima: 27,0 °C Temperatura média: 31,7 °C Temperatura máxima: 32,9 °C		
CONCRETO PIGMENTADO (AMARELO + VERMELHO)	Temperatura mínima: 27,8 °C Temperatura média: 29,9 °C Temperatura máxima: 30,8 °C		
CONCRETO GRANULADO 2	Temperatura mínima: 28,4 °C Temperatura média: 31,1 °C Temperatura máxima: 32,2 °C		

conclusão

	TEMPERATURA	IMAGEM TERMOGRÁFICA	IMAGEM
GRAMA	Temperatura mínima: 25,8 °C Temperatura média: 30,1 °C Temperatura máxima: 31,9 °C		
AREIA	Temperatura mínima: 27,0 °C Temperatura média: 28,7 °C Temperatura máxima: 30,3 °C		

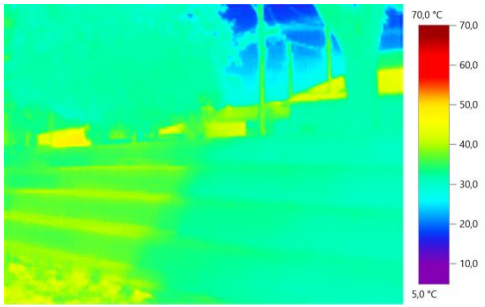
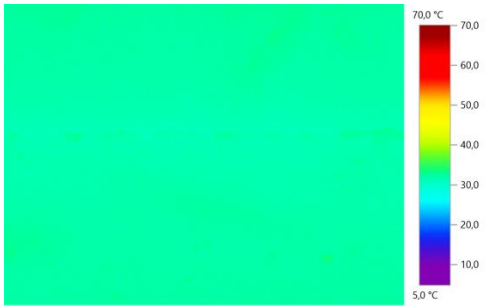
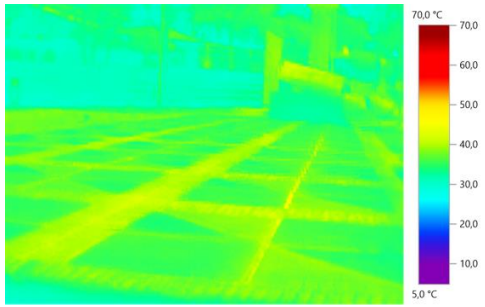
A Tabela 4 expõe as temperaturas superficiais dos pavimentos referentes ao período da manhã (09h) do dia 21 de setembro. É importante destacar que esse segundo dia de medições apresentou condições de céu claro, sem nuvens e temperaturas elevadas – em comparação ao primeiro dia de medições.

Os valores variaram de 14,0 ^{o}C a 53,1 ^{o}C. Quanto aos valores médios, a menor temperatura foi aferida no concreto + grama, atingindo 29,8 ^{o}C. A maior temperatura foi atingida através do asfalto chegando a 40,9 ^{o}C.

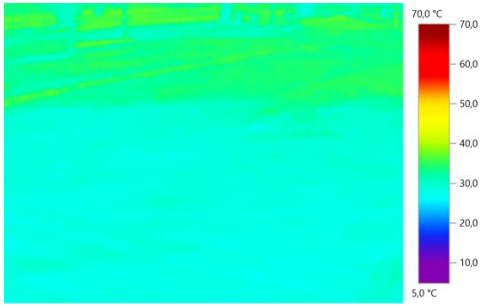
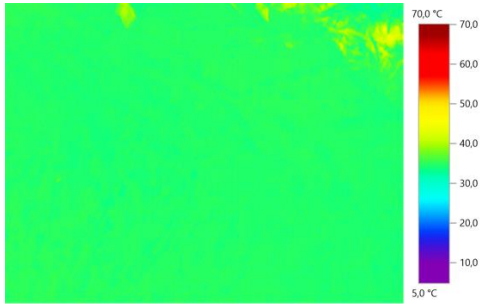
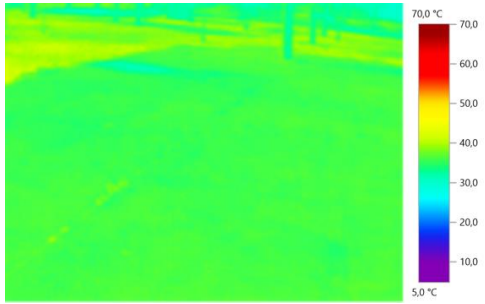
Na imagem termográfica referente ao concreto granulado + liso é possível observar o contraste no comportamento térmico do pavimento entre as zonas sombreada e exposta à radiação solar direta.

Tabela 4 – Temperatura superficial (dia 21 manhã)

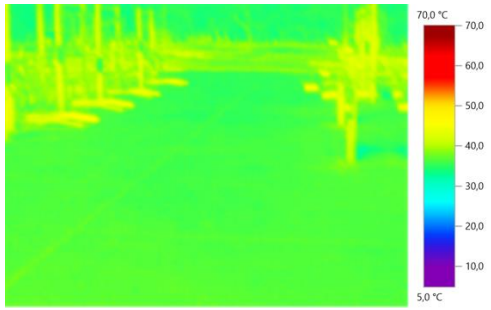
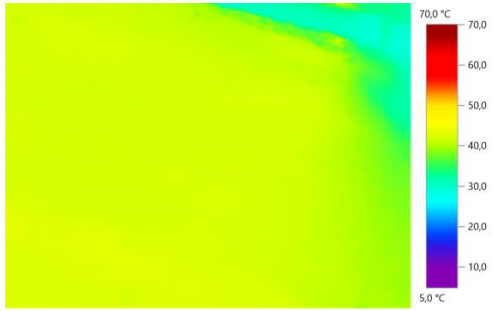
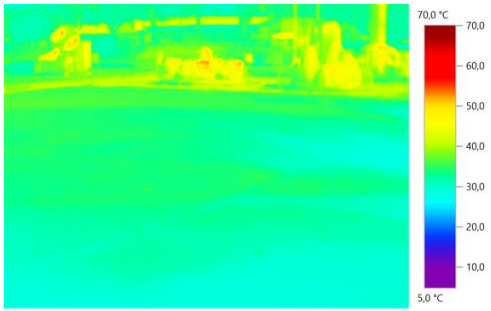
continua

	TEMPERATURA	IMAGEM TERMOGRÁFICA	IMAGEM
CONCRETO PIGMENTADO (AZUL)	Temperatura mínima: 14,0 °C Temperatura média: 33,1 °C Temperatura máxima: 49,1 °C		
CONCRETO PIGMENTADO (ROSA)	Temperatura mínima: 30,4 °C Temperatura média: 32,1 °C Temperatura máxima: 35,1 °C		
MOSAICO CONCRETO PIGMENTADO COLORIDO	Temperatura mínima: 25,1 °C Temperatura média: 35,6 °C Temperatura máxima: 48,4 °C		

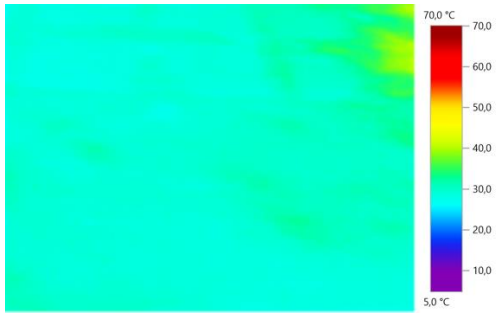
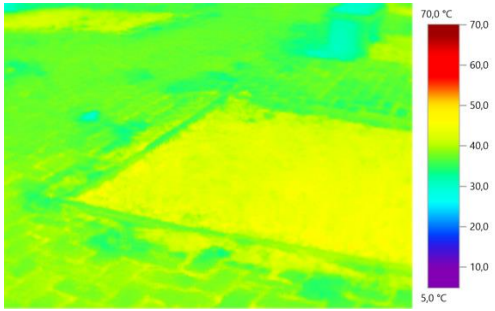
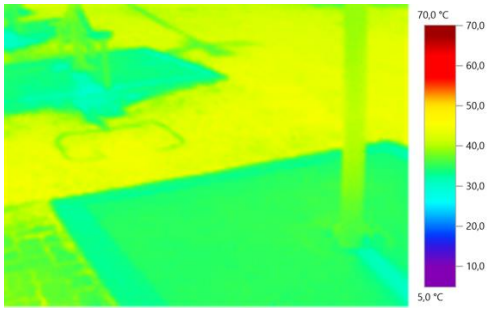
continuação

	TEMPERATURA	IMAGEM TERMOGRÁFICA	IMAGEM
CONCRETO GRANULADO + LISO	Temperatura mínima: 26,3 °C Temperatura média: 30,2 °C Temperatura máxima: 37,6 °C		
CONCRETO LISO (PLAYGROUND)	Temperatura mínima: 32,4 °C Temperatura média: 34,7 °C Temperatura máxima: 46,7 °C		
CONCRETO GRANULADO 1	Temperatura mínima: 29,8 °C Temperatura média: 36,0 °C Temperatura máxima: 41,8 °C		

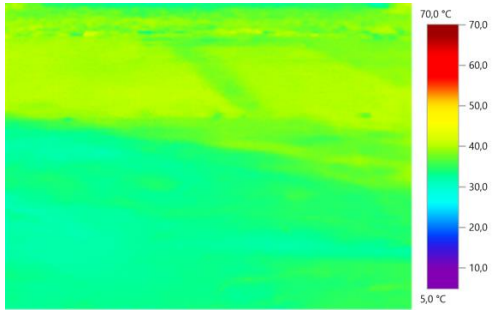
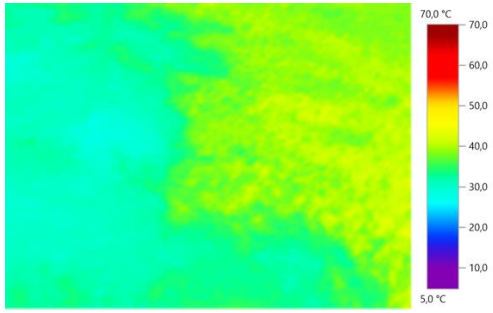
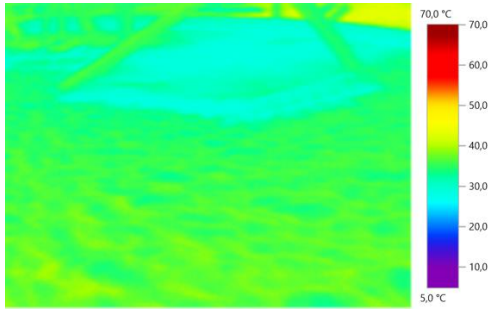
continuação

	TEMPERATURA	IMAGEM TERMOGRÁFICA	IMAGEM
CONCRETO (ACADEMIA ACESSÍVEL)	Temperatura mínima: 32,6 °C Temperatura média: 37,0 °C Temperatura máxima: 45,9 °C		
ASFALTO	Temperatura mínima: 28,8 °C Temperatura média: 40,9 °C Temperatura máxima: 43,4 °C		
CONCRETO (PARQUE)	Temperatura mínima: 27,3 °C Temperatura média: 33,6 °C Temperatura máxima: 53,1 °C		

continuação

	TEMPERATURA	IMAGEM TERMOGRÁFICA	IMAGEM
CONCRETO + GRAMA	Temperatura mínima: 27,0 °C Temperatura média: 29,8 °C Temperatura máxima: 40,0 °C		
PISO INTERTRAVADO	Temperatura mínima: 29,0 °C Temperatura média: 39,2 °C Temperatura máxima: 47,7 °C		
CONCRETO PIGMENTADO (AMARELO + VERMELHO)	Temperatura mínima: 29,7 °C Temperatura média: 38,2 °C Temperatura máxima: 45,4 °C		

conclusão

	TEMPERATURA	IMAGEM TERMOGRÁFICA	IMAGEM
CONCRETO GRANULADO 2	Temperatura mínima: 31,4 °C Temperatura média: 36,0 °C Temperatura máxima: 42,3 °C		
GRAMA	Temperatura mínima: 27,4 °C Temperatura média: 35,0 °C Temperatura máxima: 43,6 °C		
AREIA	Temperatura mínima: 27,8 °C Temperatura média: 34,6 °C Temperatura máxima: 43,4 °C		

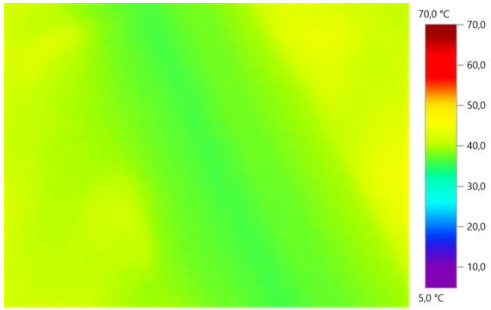
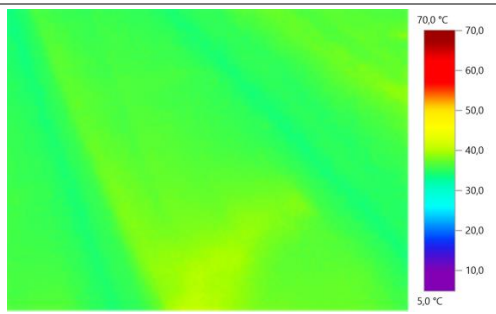
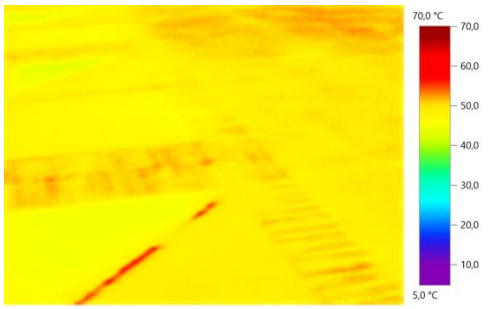
A Tabela 5 apresenta o comportamento das temperaturas superficiais aferidas ao meio-dia do dia 21 de setembro. Os valores variaram entre 32,0 ^{o}C e 63,7 ^{o}C. Quanto aos valores médios, a menor temperatura foi aferida no concreto pigmentado (rosa), alcançando 36,3 ^{o}C. Já a maior temperatura atingiu 55,6 ^{o}C no asfalto.

Nas imagens expostas nessa tabela ficou mais evidente o contraste entre as temperaturas nas imagens termográficas, possibilitando enxergar os pontos mais quentes e mais frios das imagens. As imagens que expõem o concreto granulado + liso, por exemplo, é possível perceber que as áreas com concreto granulado apresentam temperaturas mais elevadas em comparação às áreas com concreto liso. Considerando ser um pavimento que está exposto à radiação solar de forma uniforme, é possível constatar que a observação quanto a esses pavimentos de forma isoladas (concreto liso e concreto granulado) no dia 15 de setembro, justifica-se por propriedades dos materiais dos pavimentos e não necessariamente relacionada às condições de insolação e sombreamento, como foi suposto.

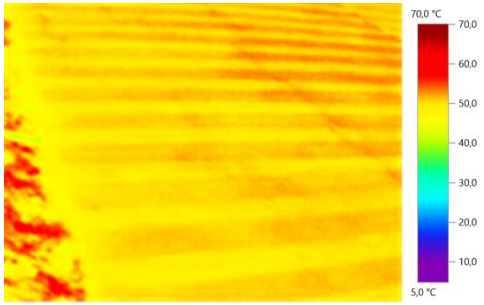
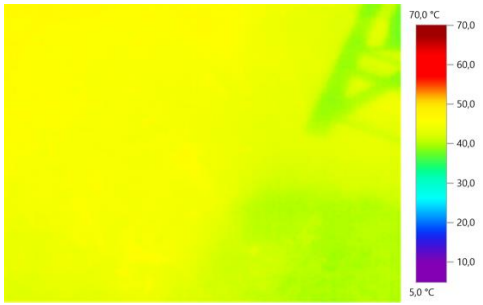
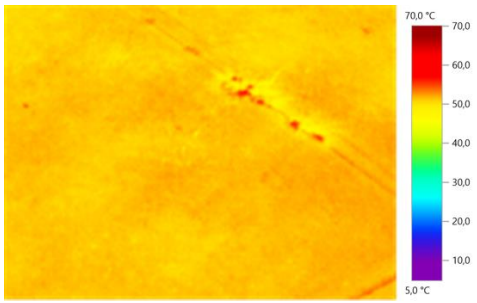
O paralelepípedo e os concretos pigmentados (rosa) e (azul) – presentes na arquibancada – foram os pavimentos em que analisando as imagens termográficas é possível perceber que apresentaram as menores temperaturas, observando as cores frias da escala. Em contrapartida, a areia, a grama e o asfalto, por exemplo, são pavimentos que atingiram as escalas de cores mais quentes nas imagens termográficas.

Tabela 5 – Temperatura superficial (dia 21 meio-dia)

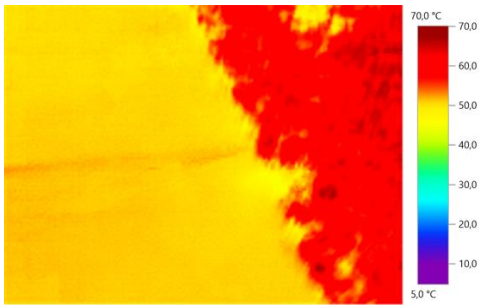
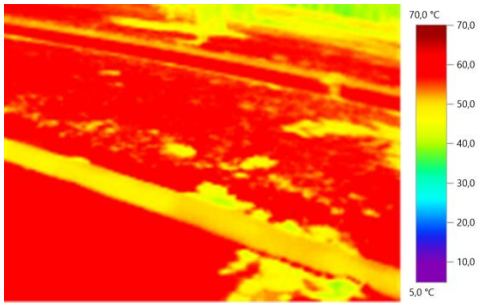
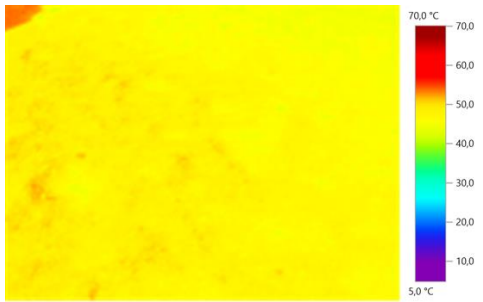
continua

	TEMPERATURA	IMAGEM TERMOGRÁFICA	IMAGEM
CONCRETO PIGMENTADO (AZUL)	Temperatura mínima: 35,7 °C Temperatura média: 39,5 °C Temperatura máxima: 44,9 °C		
CONCRETO PIGMENTADO (ROSA)	Temperatura mínima: 33,5 °C Temperatura média: 36,3 °C Temperatura máxima: 40,8 °C		
MOSAICO CONCRETO PIGMENTADO COLORIDO	Temperatura mínima: 43,1 °C Temperatura média: 48,6 °C Temperatura máxima: 56,2 °C		

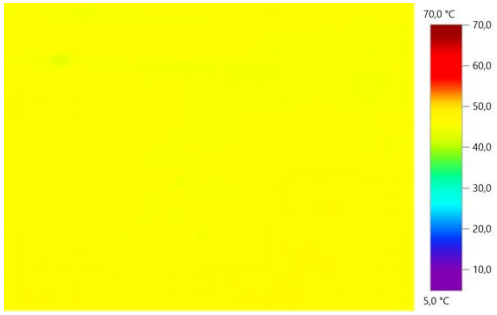
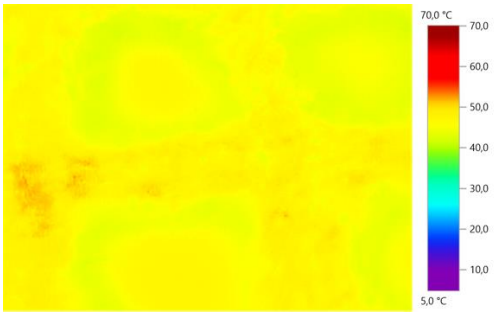
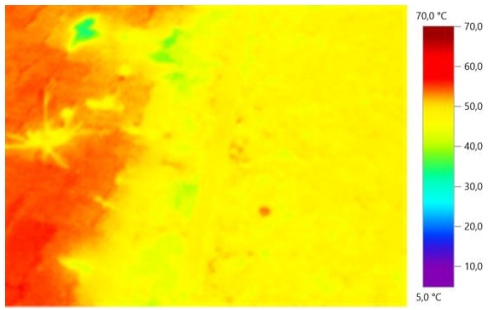
continuação

	TEMPERATURA	IMAGEM TERMOGRÁFICA	IMAGEM
CONCRETO GRANULADO + LISO	Temperatura mínima: 41,8 °C Temperatura média: 50,5 °C Temperatura máxima: 60,1 °C		
CONCRETO LISO (PLAYGROUND)	Temperatura mínima: 38,1 °C Temperatura média: 43,7 °C Temperatura máxima: 47,1 °C		
CONCRETO GRANULADO 1	Temperatura mínima: 46,2 °C Temperatura média: 51,3 °C Temperatura máxima: 56,1 °C		

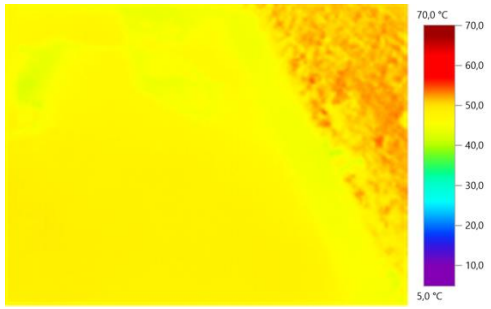
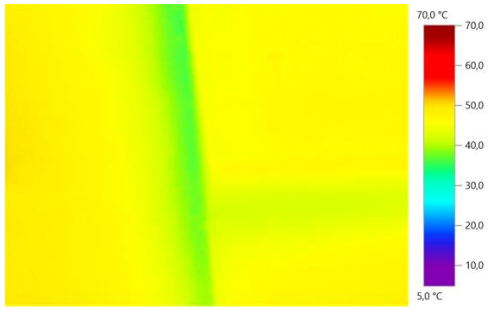
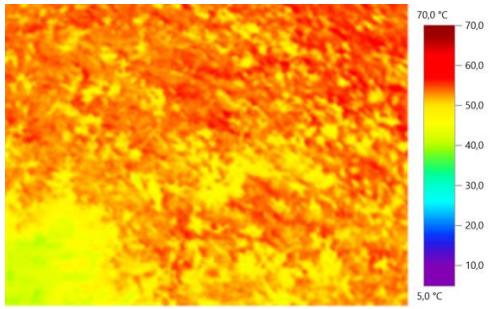
continuação

	TEMPERATURA	IMAGEM TERMOGRÁFICA	IMAGEM
CONCRETO (ACADEMIA ACESSÍVEL)	Temperatura mínima: 44,5 °C Temperatura média: 53,7 °C Temperatura máxima: 67,2 °C		
ASFALTO	Temperatura mínima: 37,8 °C Temperatura média: 55,6 °C Temperatura máxima: 63,7 °C		
CASCALHO	Temperatura mínima: 42,9 °C Temperatura média: 47,5 °C Temperatura máxima: 54,0 °C		

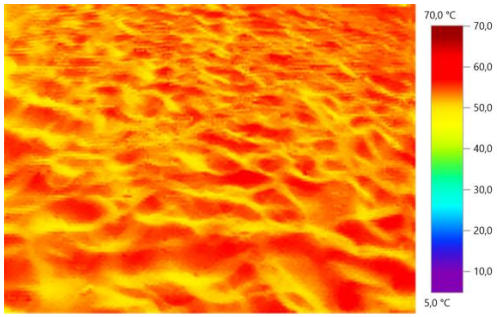
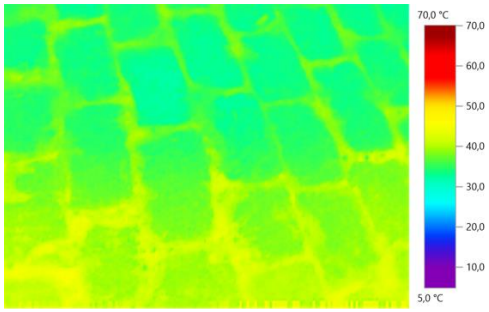
continuação

	TEMPERATURA	IMAGEM TERMOGRÁFICA	IMAGEM
CONCRETO (PARQUE)	Temperatura mínima: 43,0 °C Temperatura média: 45,9 °C Temperatura máxima: 46,8 °C		
CONCRETO + GRAMA	Temperatura mínima: 42,2 °C Temperatura média: 46,2 °C Temperatura máxima: 52,5 °C		
PISO INTERTRAVADO	Temperatura mínima: 33,6 °C Temperatura média: 48,8 °C Temperatura máxima: 57,1 °C		

continuação

	TEMPERATURA	IMAGEM TERMOGRÁFICA	IMAGEM
CONCRETO PIGMENTADO (AMARELO + VERMELHO)	Temperatura mínima: 41,4 °C Temperatura média: 47,7 °C Temperatura máxima: 53,9 °C		
CONCRETO GRANULADO 2	Temperatura mínima: 35,4 °C Temperatura média: 45,5 °C Temperatura máxima: 50,5 °C		
GRAMA	Temperatura mínima: 39,8 °C Temperatura média: 51,8 °C Temperatura máxima: 58,6 °C		

conclusão

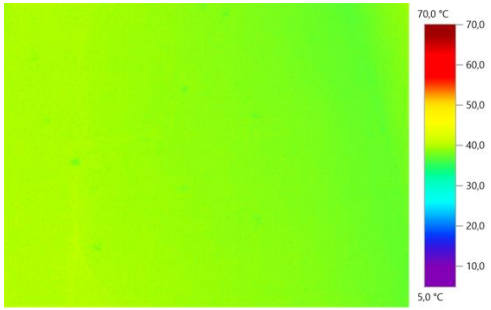
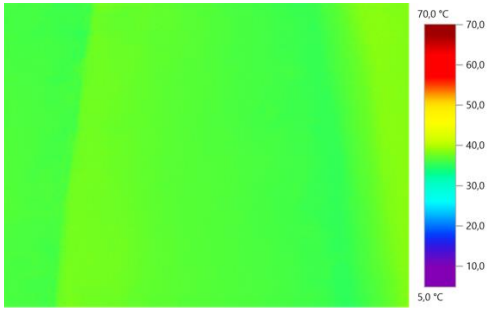
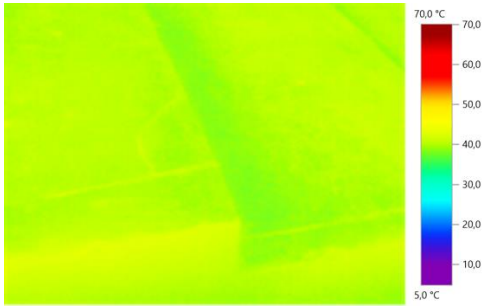
	TEMPERATURA	IMAGEM TERMOGRÁFICA	IMAGEM
AREIA	Temperatura mínima: 48,0 °C Temperatura média: 53,3 °C Temperatura máxima: 59,2 °C		
PARALELEPÍPEDO	Temperatura mínima: 32,0 °C Temperatura média: 37,2 °C Temperatura máxima: 46,7 °C		

A Tabela 6 mostra as temperaturas superficiais aferidas no dia 21 de setembro no período da tarde (15h). Os valores variaram entre 30,4 ^{o}C e 51,7 ^{o}C. Analisando os valores médios, a menor temperatura foi encontrada através da areia que atingiu 36,5 ^{o}C. Em contrapartida, a maior temperatura alcançou 49,1 ^{o}C através do asfalto.

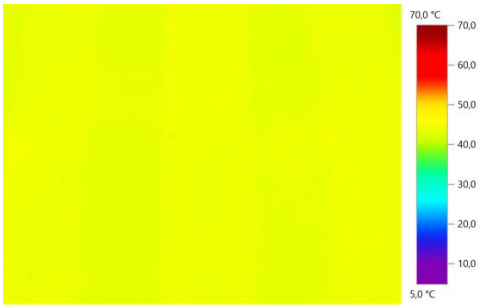
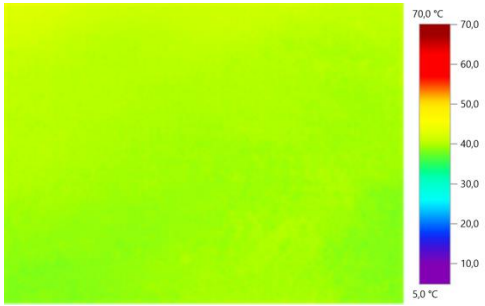
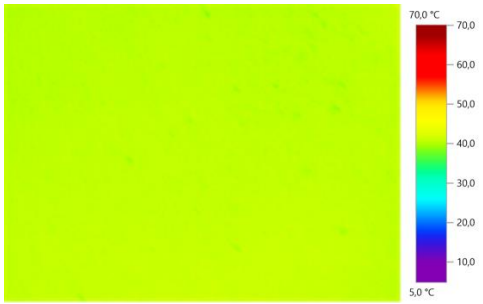
Apesar de serem valores consideravelmente altos quando analisados de maneira geral diante todos os horários coletados, o período do meio-dia se mostrou o período em que os pavimentos atingiram as maiores temperaturas superficiais.

Tabela 6 – Temperatura superficial (dia 21 tarde)

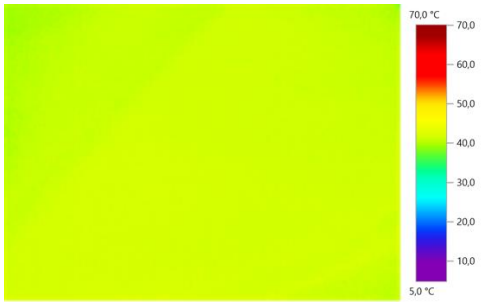
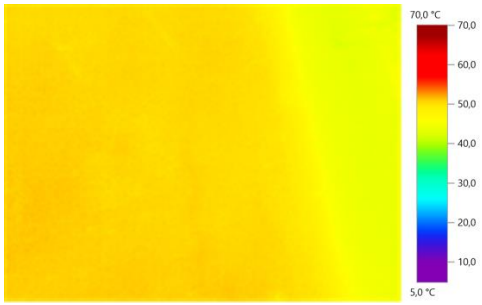
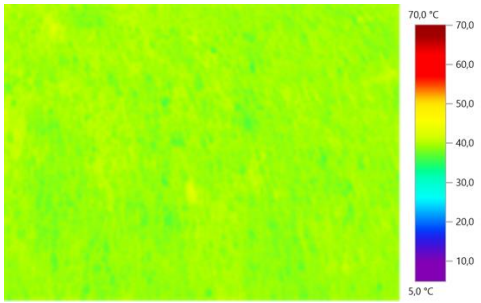
continua

	TEMPERATURA	IMAGEM TERMOGRÁFICA	IMAGEM
CONCRETO PIGMENTADO (AZUL)	Temperatura mínima: 36,5 °C Temperatura média: 38,8 °C Temperatura máxima: 40,9 °C		
CONCRETO PIGMENTADO (ROSA)	Temperatura mínima: 34,9 °C Temperatura média: 36,7 °C Temperatura máxima: 38,9 °C		
MOSAICO CONCRETO PIGMENTADO COLORIDO	Temperatura mínima: 37,9 °C Temperatura média: 40,3 °C Temperatura máxima: 43,2 °C		

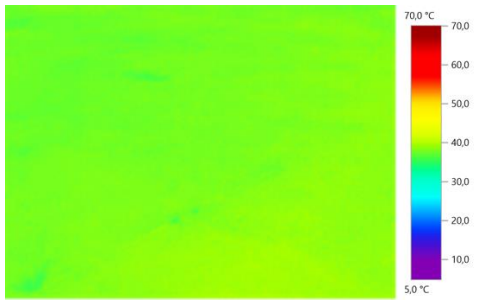
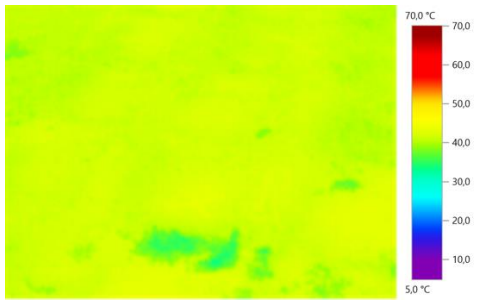
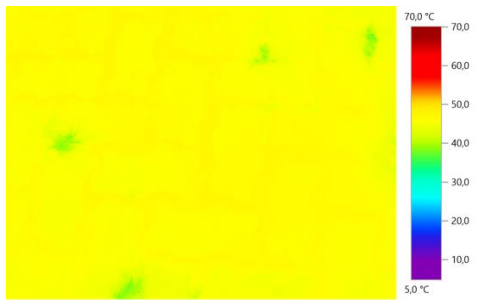
continuação

	TEMPERATURA	IMAGEM TERMOGRÁFICA	IMAGEM
CONCRETO GRANULADO + LISO	Temperatura mínima: 39,9 °C Temperatura média: 43,9 °C Temperatura máxima: 45,2 °C		
CONCRETO LISO (PLAYGROUND)	Temperatura mínima: 37,9 °C Temperatura média: 39,8 °C Temperatura máxima: 42,9 °C		
CONCRETO GRANULADO 1	Temperatura mínima: 38,1 °C Temperatura média: 40,7 °C Temperatura máxima: 41,6 °C		

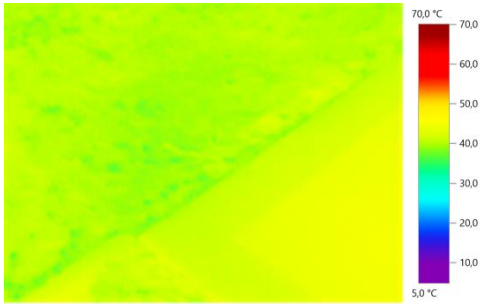
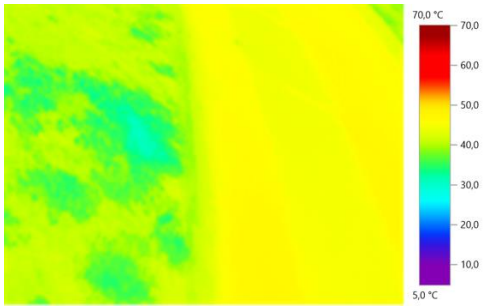
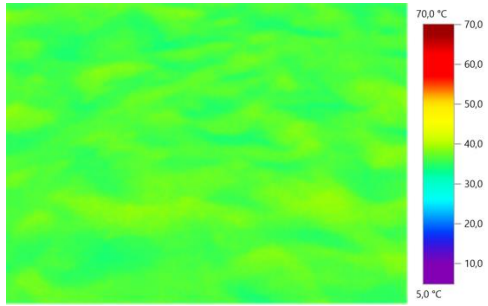
continuação

	TEMPERATURA	IMAGEM TERMOGRÁFICA	IMAGEM
CONCRETO (ACADEMIA ACESSÍVEL)	Temperatura mínima: 39,2 °C Temperatura média: 41,4 °C Temperatura máxima: 42,5 °C		
ASFALTO	Temperatura mínima: 42,3 °C Temperatura média: 49,1 °C Temperatura máxima: 51,7 °C		
CASCALHO	Temperatura mínima: 36,0 °C Temperatura média: 39,3 °C Temperatura máxima: 43,1 °C		

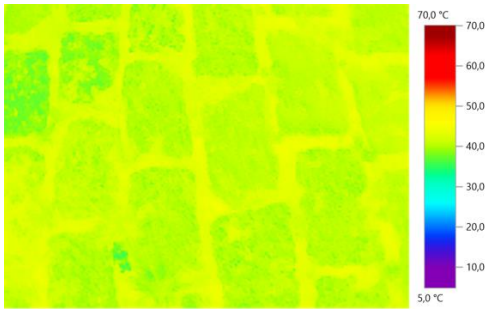
continuação

	TEMPERATURA	IMAGEM TERMOGRÁFICA	IMAGEM
CONCRETO (PARQUE)	Temperatura mínima: 35,6 °C Temperatura média: 38,2 °C Temperatura máxima: 39,9 °C		
CONCRETO + GRAMA	Temperatura mínima: 33,5 °C Temperatura média: 41,4 °C Temperatura máxima: 43,7 °C		
PISO INTERTRAVADO	Temperatura mínima: 37,9 °C Temperatura média: 45,8 °C Temperatura máxima: 47,9 °C		

continuação

	TEMPERATURA	IMAGEM TERMOGRÁFICA	IMAGEM
CONCRETO PIGMENTADO (AMARELO + VERMELHO)	Temperatura mínima: 36,6 °C Temperatura média: 41,0 °C Temperatura máxima: 45,3 °C		
GRAMA	Temperatura mínima: 30,4 °C Temperatura média: 42,2 °C Temperatura máxima: 47,7 °C		
AREIA	Temperatura mínima: 33,7 °C Temperatura média: 36,5 °C Temperatura máxima: 39,3 °C		

conclusão

	TEMPERATURA	IMAGEM TERMOGRÁFICA	IMAGEM
PARALELEPÍPEDO	Temperatura mínima: 35,0 °C Temperatura média: 41,2 °C Temperatura máxima: 45,3 °C		

5.7 Mapas comportamentais

Foram elaborados mapas comportamentais para dois dias do mês de setembro de 2021, sendo o primeiro em um dia em condições de céu encoberto por nuvens e temperaturas mais amenas (15 de setembro) e o segundo, um dia apresentando céu claro, sem presença de nuvens e temperaturas mais elevadas (21 de setembro).

Cada mapa foi confeccionado a partir de observações realizadas durante duas horas, em média, e em um ponto de observação que permitia a visão de todo o parque e que não interferia no comportamento dos usuários. Nos mapas comportamentais apresentados anteriormente, foram elaborados mapas referentes às observações realizadas no período de duas horas e compatibilizados por horário, gerando então os mapas da manhã, da tarde e da noite.

Os mapas que serão apresentados no presente tópico não foram compatibilizados, de modo que serão apresentados dois mapas para a manhã e dois mapas para a tarde. Isto porque foi possível constatar que a quantidade de usuários e os locais de interesse foram se modificando significativamente à medida que se aproximava do meio-dia, como também do final da tarde, o que fica melhor representado graficamente mantendo os dois mapas separados. O período da noite foi desconsiderado nessa análise devido à indisponibilidade para a utilização dos equipamentos do laboratório, bem como de suporte técnico. Os horários referentes aos períodos de observação são expostos na Figura 103.

Figura 103 – Horários referentes às observações para mapas comportamentais

DIA 15 DE SETEMBRO DE 2021			
08h - 10h	10h - 12h	14h - 16h	16h - 18h
DIA 21 DE SETEMBRO DE 2021			
09h - 11h	11h - 13h	14h30 - 16h	16h - 18h

Fonte: Autora (2022).

As observações referem-se às atividades desenvolvidas no parque, a quantidade de pessoas que utilizam o espaço no dia, se são atividades individuais ou grupais, as áreas mais utilizadas dependendo do horário, os principais percursos percorridos, o tempo de

permanência e faixa etária dos usuários. Vale salientar que o comportamento dos usuários pode variar de acordo com as estações do ano ou ao longo do tempo e essas observações, especificamente, ocorreram ainda durante a pandemia da COVID-19.

5.7.1 Dia 15 de setembro de 2021

No dia 15 de setembro, primeiro dia de análise comportamental, o céu estava encoberto por nuvens, o que interferiu na radiação solar incidente no parque. A Figura 104 mostra as condições do céu neste dia.

Figura 104 – Condições do céu no dia 15 de setembro



Fonte: Autora (2021).

5.7.1.1 Manhã 1

O primeiro período analisado pela manhã foi das 08h às 10h. A maioria das pessoas que fizeram uso do parque neste período realizavam atividades físicas como caminhada ou atividades fixas em pontos com mobiliário urbano específico para exercícios ou até mesmo de forma improvisada (Figura 105). Alguns desses lugares escolhidos para realização de exercícios pontuais eram próximos às vegetações que forneciam algum tipo de sombreamento. Em outros pontos, algumas pessoas aproveitavam a sombra das árvores para descanso, como por exemplo, a arquibancada ou em bancos localizados embaixo de árvores (Figura 106).

Figura 105 – Pessoas realizando atividades físicas pontuais



Fonte: Autora (2021).

Figura 106 – Homem descansando embaixo de árvore



Fonte: Autora (2021).

Algumas crianças brincavam no *playground* em madeira, enquanto os pais as observavam no entorno imediato. Durante este período, a faixa etária dos usuários do parque restringiu-se a crianças e adultos. Algumas pessoas que faziam exercícios ou as crianças brincando permaneceram no parque por um tempo concentrado de até 29 minutos. Enquanto as demais pessoas permaneceram por volta de até 59 minutos. A Figura 107 mostra o mapa comportamental referente à primeira parte da manhã no dia 15 de setembro de 2021.

Figura 107 – Mapa comportamental dia 15 de setembro (manhã 1)

dia: 15/09/2021 | **hora inicial**: 08h | **hora final**: 10h



Fonte: Elaboração própria (2021).

5.7.1.2 Manhã 2

A segunda análise da manhã do dia 15 de setembro ocorreu entre 10h e 12h. Comparando esta situação com o mapa anterior, observa-se que durante esse período havia mais pessoas do que no primeiro período analisado e que as pessoas permaneceram no parque por um tempo maior. As atividades realizadas eram as mesmas (atividades físicas (Figura 108), descanso e crianças brincando), como também algumas pessoas passeando com cachorros (Figura 109), correndo ou pedalando.

Figura 108 – Pessoas realizando atividades físicas



Fonte: Autora (2021).

Figura 109 – Mulher passeando com cachorro



Fonte: Autora (2021).

Nesse período a faixa etária mostrou-se variada, e agora com idosos realizando atividades físicas, caminhando ou apenas descansando no parque. O tempo de permanência variou bastante, porém durante este período algumas pessoas permaneceram no parque até mais de 60 minutos, o que ainda não tinha acontecido na análise comportamental anterior. A Figura 110 expõe o mapa comportamental da segunda parte da manhã do dia 15 de setembro de 2021.

Figura 110 – Mapa comportamental dia 15 de setembro (manhã 2)

dia: 15/09/2021 | **hora inicial**: 10h | **hora final**: 12h



Fonte: Elaboração própria (2021).

5.7.1.3 Tarde 1

A análise comportamental no início da tarde concentrou-se entre 14h e 16h. Durante esse período o parque ainda se encontra com poucas pessoas. Alguns adultos e idosos descansam na parte da arquibancada e em alguns outros pontos sombreados do parque. A maioria das pessoas realizam atividades físicas ou brincam no *playground* em madeira (crianças) (Figura 111). Há também a presença de pessoas passeando com cachorros (Figura 112) ao redor do parque ou pedalando.

Figura 111 – Crianças brincando em playground



Fonte: Autora (2021).

Figura 112 – Pessoas passeando com cachorros



Fonte: Autora (2021).

A maioria dos usuários do parque nesse horário permaneceram no espaço até 59 minutos, enquanto alguns idosos que realizavam atividades físicas na academia ao ar livre permaneceram por tempo superior. O mapa comportamental representativo desse horário de início de tarde está exposto na Figura 113.

Figura 113 – Mapa comportamental dia 15 de setembro (tarde 1)

dia: 15/09/2021 | **hora inicial**: 14h | **hora final**: 16h



Fonte: Elaboração própria (2021).

5.7.1.4 Tarde 2

Aproximando-se ao fim de tarde, a análise comportamental considerou entre 16h e 18h. A quantidade de pessoas correndo, caminhando e passeando com cachorros aumentou, podendo considerar este o período mais movimentado, de maior permanência e variação de faixas etárias do dia. Muitas pessoas aproveitaram o espaço da arquibancada para descansar e observar as crianças brincando (Figura 114). Outras utilizaram as áreas livres de mobiliários para realizar atividades em grupo, como mostra a Figura 115.

Figura 114 – Adultos observando os filhos brincando no parque



Fonte: Autora (2021).

Figura 115 – Pessoas realizando atividades físicas em grupo



Fonte: Autora (2021).

A Figura 116 expõe o mapa comportamental da segunda parte da tarde do dia 15 de setembro de 2021.

Figura 116 – Mapa comportamental dia 15 de setembro (tarde 2)

dia: 15/09/2021 | **hora inicial**: 16h | **hora final**: 18h

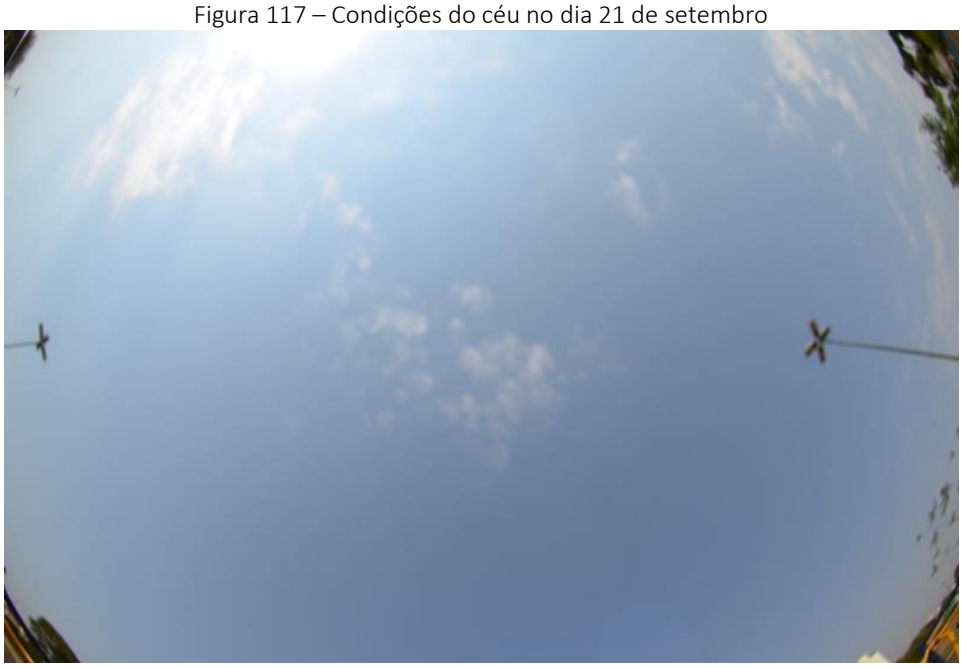


Fonte: Elaboração própria (2021).

5.7.2 Dia 21 de setembro de 2021

No dia 21 de setembro, segundo dia de análise comportamental, o céu encontrava-se limpo, contando com poucas nuvens (Figura 117), o que garantiu a radiação solar direta no parque.

Figura 117 – Condições do céu no dia 21 de setembro



Fonte: Autora (2021).

5.7.2.1 Manhã 1

A análise comportamental na primeira parte da manhã do dia 21 de setembro de 2021 concentrou-se entre 09h e 11h. Apesar de ser um dia de céu claro, com temperaturas mais elevadas, observou-se que durante esse horário, o parque apresentou uma quantidade de usuários maior em comparação ao mesmo horário do dia 15 de setembro.

As atividades com maior quantidade de usuários durante esse período foram as atividades físicas, sendo realizadas nos mobiliários fixos ou nas áreas sombreadas do parque (Figura 118), ou ainda através de corrida e caminhada.

Figura 118 – Pessoas realizando atividades físicas em áreas sombreadas



Fonte: Autora (2021).

A maioria das pessoas permaneceram no parque até 59 minutos, com exceção de um grupo que realizava atividades em uma área sombreada próximo ao prédio administrativo e alguns homens que trabalhavam na manutenção do parque, os quais permaneceram por mais de 59 minutos. A Figura 119 mostra o mapa comportamental da primeira parte da manhã do dia 21 de setembro de 2021.

Figura 119 – Mapa comportamental dia 21 de setembro (manhã 1)

dia: 21/09/2021 | **hora inicial**: 09h | **hora final**: 11h



Fonte: Elaboração própria (2021).

5.7.2.2 Manhã 2

A segunda parte da manhã do dia 21 de setembro centralizou-se entre 11h e 13h. Apesar do horário já ser no início da tarde, a análise considerou o tempo determinado para sua realização, ou seja, um intervalo de duas horas e, por ser um horário em que o parque continuou sendo utilizado, ainda que por poucas pessoas. Algumas pessoas passaram mais de 59 minutos no parque descansando em áreas sombreadas por vegetação. As atividades realizadas durante este período foram: caminhada, corrida, descanso e passeio com cachorro (Figura 120).

Figura 120 – Atividades diversas realizadas no período da manhã



Fonte: Autora (2021).

A maioria das pessoas permaneceram no parque somente por volta de 30 minutos. Enquanto o pessoal que passeava com cachorro manteve-se no parque por cerca de 1 hora. Durante esse período não houve presença de crianças ou idosos no parque. A Figura 121 mostra o mapa comportamental referente a segunda parte da manhã do dia 21 de setembro de 2021.

Figura 121 – Mapa comportamental dia 21 de setembro (manhã 2)

dia: 21/09/2021 | **hora inicial**: 11h | **hora final**: 13h



Fonte: Elaboração própria (2021).

5.7.2.3 Tarde 1

O período de análise do início da tarde do dia 21 de setembro de 2021 seria, inicialmente, entre 14h e 16h, porém, até 14h30min o parque encontrava-se vazio. Por esta razão, a análise ocorreu entre 14h30min e 16h. As atividades desenvolvidas durante esse período foram diversas: caminhada, descanso (Figura 122), pessoas passeando com cachorros, homens trabalhando na manutenção do parque, exercícios físicos e brincadeiras (Figura 123).

Figura 122 – Pessoas descansando na arquibancada



Fonte: Autora (2021).

Figura 123 – Crianças brincando no mobiliário do parque



Fonte: Autora (2021).

Durante esse período houve presença de usuários de todas as faixas etárias e todos os usuários do parque nesse horário permaneceram no mesmo somente até 30 minutos. A Figura 124 mostra o mapa comportamental referente a primeira parte da tarde do dia 21 de setembro de 2021.

Figura 124 – Mapa comportamental dia 21 de setembro (tarde 1)

dia: 21/09/2021 | **hora inicial**: 14h30 | **hora final**: 16h



Fonte: Elaboração própria (2021).

5.7.2.4 Tarde 2

A análise da segunda parte da tarde do dia 21 de setembro ocorreu das 16h às 18h. Aproximando-se do final da tarde, mais pessoas foram chegando no parque, compondo, então, todas as faixas etárias e parte dessas, permanecendo no parque por mais de 1 hora. Algumas pessoas conversavam enquanto esperavam os filhos brincarem no parque (Figura 125). Entre todos os períodos analisados e entre os dois dias, esse foi o horário em que o parque apresentou a maior quantidade de pessoas com cachorros.

Figura 125 – Pessoas conversando no parque



Fonte: Autora (2021).

Muitas pessoas realizavam exercícios físicos, algumas de forma individual e algumas em grupos, sendo com aulas específicas ou não. A Figura 126 mostra o mapa comportamental referente à segunda parte da tarde do dia 21 de setembro de 2021.

Figura 126 – Mapa comportamental dia 21 de setembro (tarde 2)

dia: 21/09/2021 | **hora inicial**: 16h | **hora final**: 18h



Fonte: Elaboração própria (2021).

5.8 Comparativo sombreamento x comportamento

Durante a análise comportamental foi possível perceber uma relação entre o sombreamento e o comportamento dos usuários do parque. Essa relação pôde ser vista através de considerações pontuais em que, em diversos momentos do dia, os usuários procuravam áreas sombreadas, por vegetações ou por edificações, para realizar suas atividades, sejam estas individuais ou em grupo.

Para esclarecer essa relação, o presente tópico apresenta sobreposições dos mapas de estudo de insolação e sombreamento com os mapas comportamentais. Os mapas de sobreposição seguiram os mesmos critérios adotados no estudo de insolação e sombreamento, aplicando então os horários estabelecidos pela OMM: 9h, 12h e 15h.

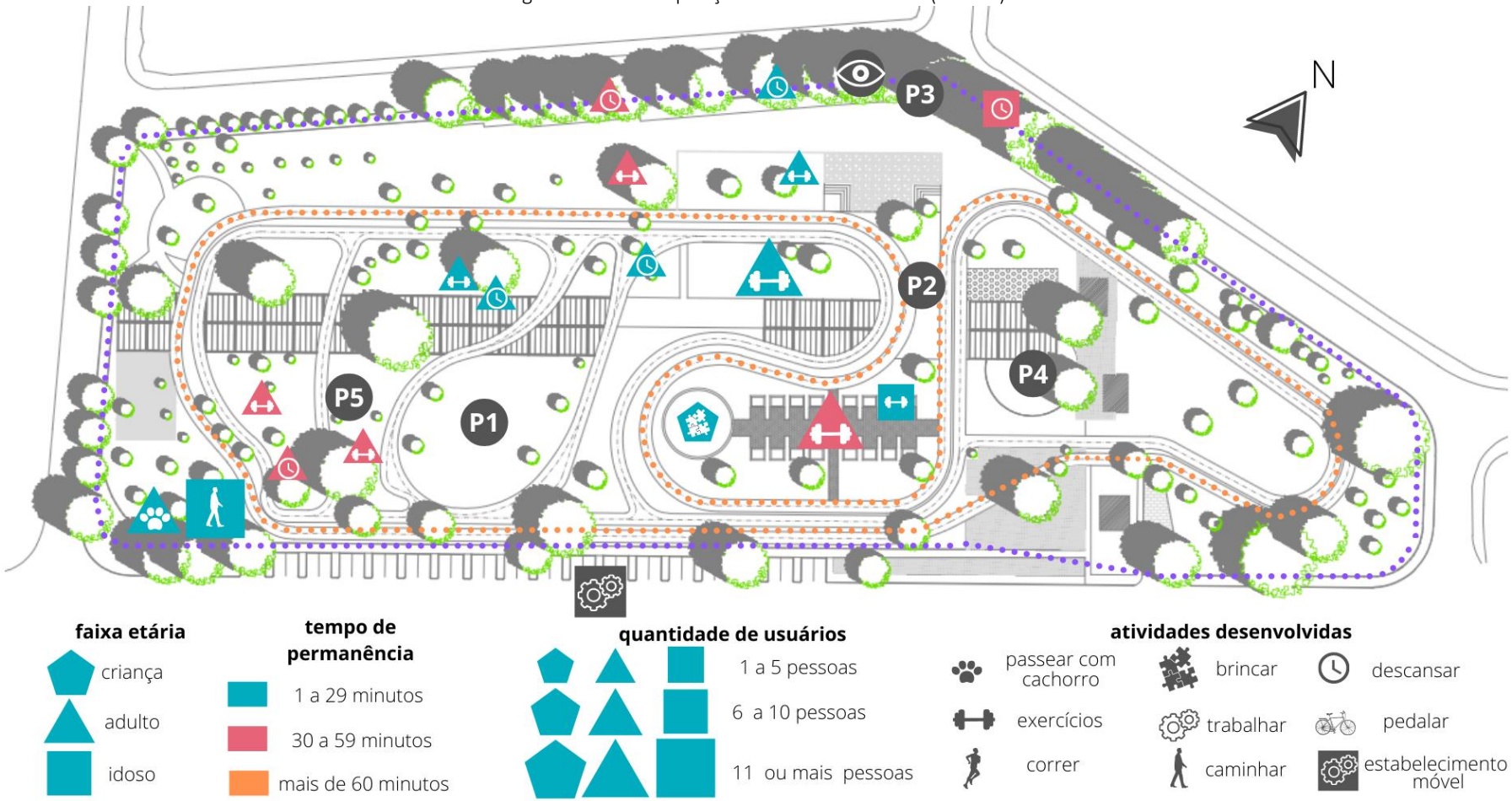
Desse modo, como os dois dias de análise ocorreram no mês de setembro, um dos meses característicos da estação seca de São Carlos/SP, os mapas utilizados foram os mapas da primavera, apresentados anteriormente no tópico 5.3. Em seguida, os mapas comportamentais referentes aos respectivos horários foram sobrepostos aos mapas de insolação e sombreamento e a partir disso foi possível uma análise mais clara e precisa.

5.8.1 Dia 15 de setembro

Foram elaborados três mapas relativos ao dia 15 de setembro para os horários de 9h, 12h e 15h. O primeiro mapa comportamental do dia 15 de setembro, onde a análise ocorreu das 08h às 10h, é o mapa que representa o horário das 09 horas da manhã. Esse mapa sobreposto ao mapa de insolação e sombreamento das 09 horas da manhã na estação da primavera deu origem ao mapa comparativo representado na Figura 127.

Neste mapa é possível identificar com clareza que parte das atividades são desenvolvidas nas áreas sombreadas, com exceção das atividades pontuais onde o mobiliário urbano está disposto em áreas completamente expostas à radiação solar, como as academias ao ar livre, pistas de caminhada e corrida, e o *playground* em madeira, por exemplo.

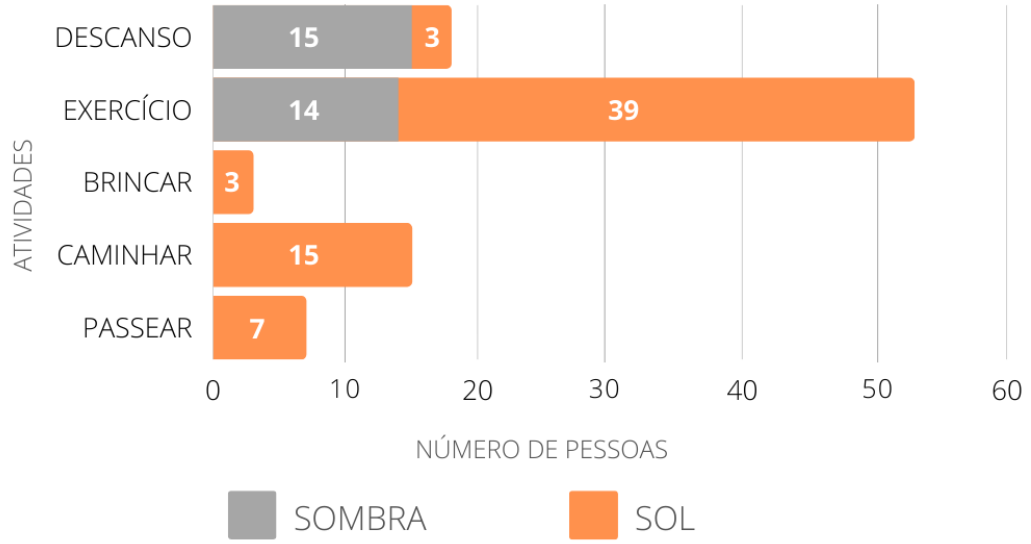
Figura 127 – Sobreposição dia 15 de setembro (manhã)



Fonte: Elaboração própria (2021).

A Figura 128 expõe o gráfico que aborda a relação entre o número de pessoas realizando atividades nas áreas sombreadas, como também nas áreas expostas à radiação solar direta. Durante o período analisado, a maioria das pessoas realizou atividades em áreas expostas à radiação solar, porém existem algumas ressalvas que podem justificar essas escolhas das pessoas. Atividades como passear com cachorro, caminhar e brincar (crianças) são realizadas nas áreas expostas ao sol pelo fato de que as áreas destinadas à essas atividades não possuem nenhum tipo de sombreamento (pistas de caminhadas e *playground*, por exemplo). Por outro lado, as atividades em que existe a possibilidade de serem realizadas em diferentes lugares, como exercícios físicos e descanso, apresentaram um número de pessoas as realizando em áreas sombreadas. A maioria das pessoas (15 pessoas) optou por descansar na sombra, assim como pessoas que realizavam exercícios com os próprios equipamentos, buscaram as áreas sombreadas para isso. Em contrapartida, 39 pessoas realizaram exercícios físicos em áreas expostas à radiação solar – o que representa maioria, em relação a 14 pessoas que realizaram exercícios físicos em áreas sombreadas – o que pode ser justificado pela implantação dos mobiliários destinados a este fim em áreas completamente expostas à radiação solar, o que acaba não oferecendo outra opção ao usuário.

Figura 128 – Relação número de pessoas, atividades e áreas expostas e sombreadas (dia 15 manhã)

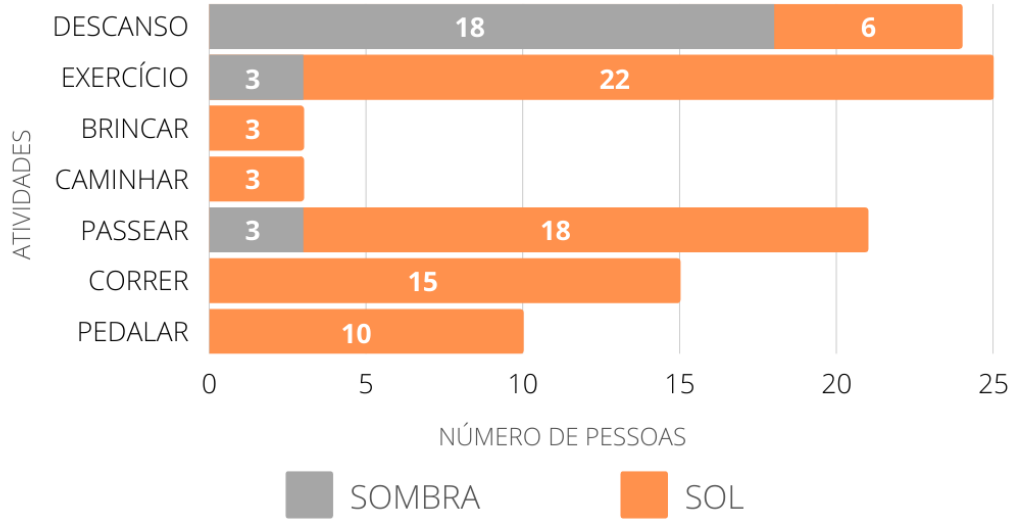


Fonte: Autora (2022).

No período do meio-dia as sombras das árvores se concentravam sob as próprias copas, limitando o sombreamento. Esse período também foi caracterizado com um período em que o parque foi ficando cada vez mais vazio. Esse fato pode ser justificado por diversos motivos, dentre eles, a própria condição de insolação e sombreamento nesse horário ou ainda motivos pessoais, os quais não foram identificados e considerados nesta pesquisa.

A Figura 129 mostra a relação entre o número de pessoas realizando as atividades, durante o horário de meio-dia do dia 15 de setembro de 2021, em áreas sombreadas ou expostas à radiação solar direta. Assim como no horário anterior, é possível perceber que a maioria das pessoas que realizam as atividades em áreas expostas à radiação solar direta, as realizam em tais condições devido à implantação do mobiliário em áreas sem sombreamento ou porque é a única opção, como por exemplo, as caminhadas.

Figura 129 – Relação número de pessoas, atividades e áreas expostas e sombreadas (dia 15 meio-dia)



Fonte: Autora (2022).

A Figura 130 representa o mapa de sobreposição do mapa comportamental e estudo de insolação e sombreamento, ambos no horário do meio-dia. Algumas atividades como descanso e atividade física pontual continuam sendo realizadas sob árvores, aproveitando o sombreamento fornecido.

Figura 130 – Sobreposição dia 15 de setembro (meio-dia)

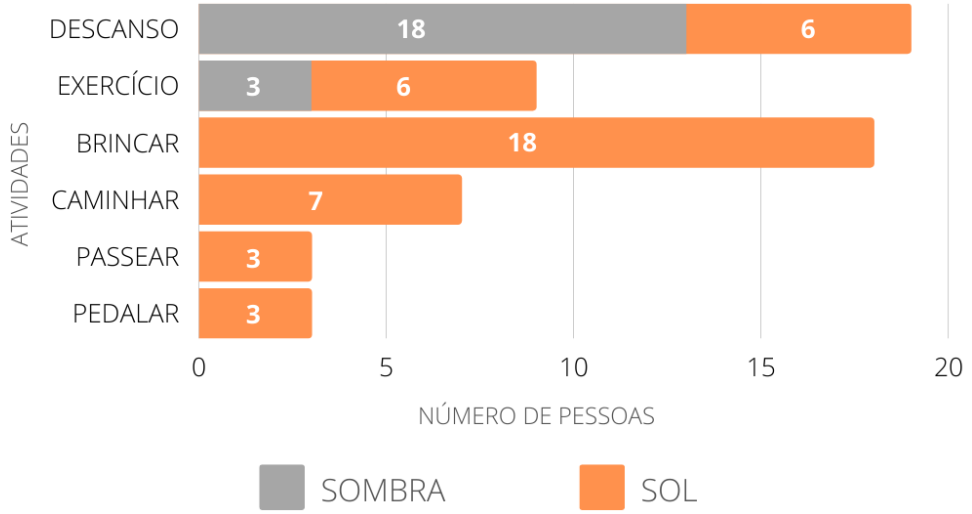


Fonte: Elaboração própria (2021).

O período da tarde, mais precisamente no horário das 15h, foi o que apresentou maiores manchas de sombras dentre os demais períodos analisados. No horário das 15h, o parque ainda está com pouca concentração de usuários, visto que a maior concentração de pessoas ocorre próximo ao fim da tarde. Porém, é possível perceber que a concentração das pessoas nas sombras proporcionadas pela vegetação na área central do parque é modificada de acordo com a direção da mancha de sombra.

A Figura 131 demonstra a relação do número de pessoas de acordo com as atividades exercidas e seus respectivos locais, se são áreas sombreadas ou não. O número de crianças brincando é seis vezes maior do que no período do meio-dia, mesmo o parque tendo o *playground* implantado em uma área completamente exposta a radiação solar direta. As demais atividades apresentaram as mesmas características já apontadas anteriormente: são realizadas de acordo com suas finalidades, ainda que em áreas expostas à radiação solar.

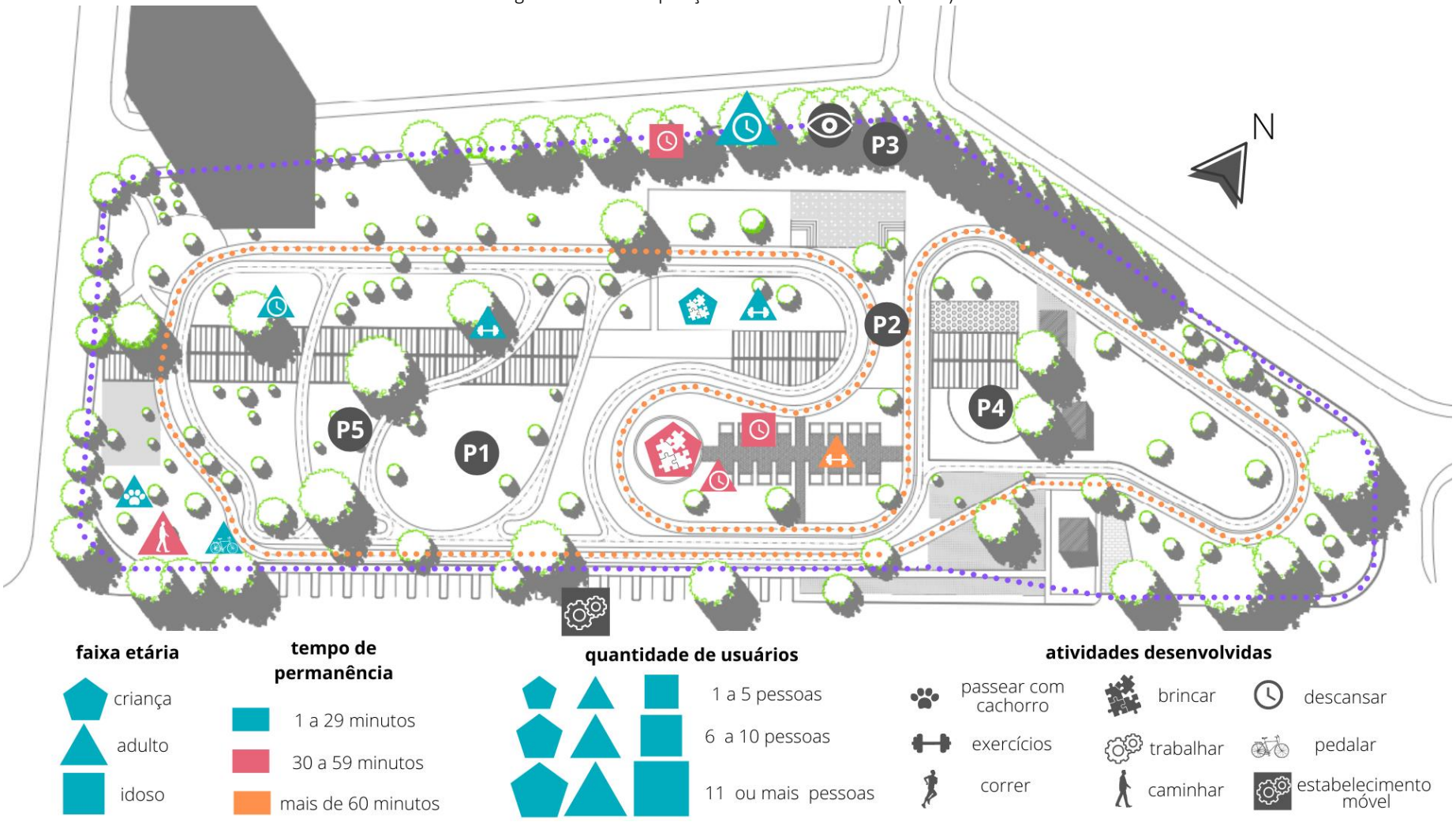
Figura 131 – Relação número de pessoas, atividades e áreas expostas e sombreadas (dia 15 tarde)



Fonte: Autora (2022).

A Figura 132 expõe o mapa de sobreposição do mapa comportamental e estudo de insolação e sombreamento, ambos no horário de 15h.

Figura 132 – Sobreposição dia 15 de setembro (tarde)



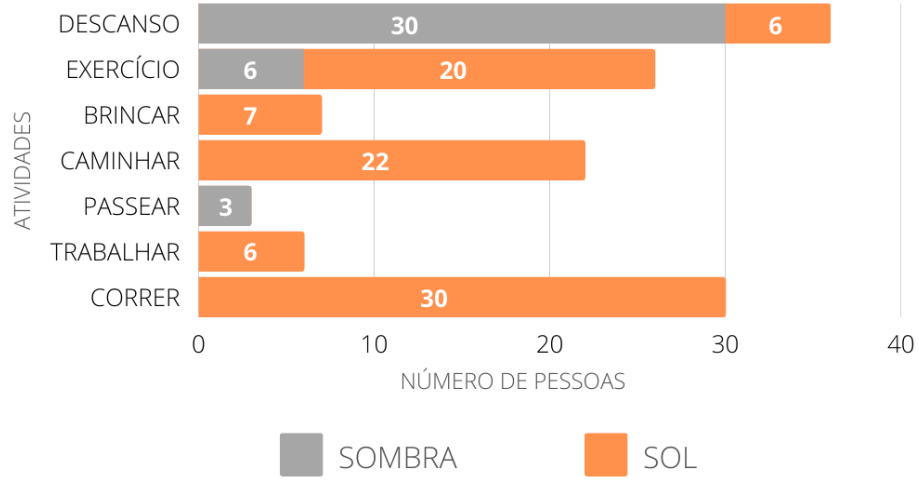
Fonte: Elaboração própria (2021).

5.8.2 Dia 21 de setembro

Seguindo os mesmos parâmetros, foram confeccionados três mapas de sobreposição para o dia 21 de setembro, nos horários de 09h, 12h e 15h, desta vez utilizando os mapas comportamentais referentes ao dia 21 de setembro. Vale salientar que embora as atividades desenvolvidas no parque sejam praticamente as mesmas, as condições microclimáticas do dia 21 de setembro apresentaram-se diferentes das condições do dia 15 de setembro, o que modificou um pouco a dinâmica do espaço, especificamente no quesito quantidade de usuários.

No período da manhã, as atividades desenvolvidas pontualmente seguem localizadas nas áreas sombreadas pelas vegetações dispostas no parque. É possível perceber que a quantidade de pessoas no parque foi maior que o mesmo período no dia 15 de setembro, mesmo sendo um dia com temperaturas mais elevadas em comparação ao anteriormente analisado. Semelhante ao que aconteceu no dia 15 de setembro, as atividades desenvolvidas em áreas não sombreadas foram atividades em que o mobiliário urbano estava completamente exposto à radiação solar nesse período. A Figura 133 mostra a relação da quantidade de pessoas realizando atividades na sombra e em áreas expostas à radiação solar.

Figura 133 – Relação número de pessoas, atividades e áreas expostas e sombreadas (dia 21 manhã)



Fonte: Autora (2022).

O mapa de sobreposição referente ao horário das 09h do dia 21 de setembro está representado na Figura 134.

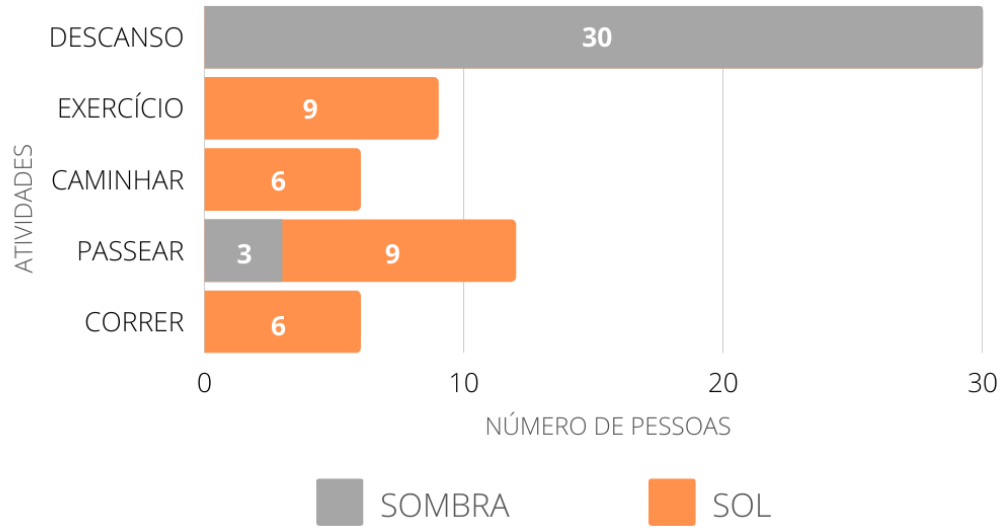
Figura 134 – Sobreposição dia 21 de setembro (manhã)



Fonte: Elaboração própria (2021).

Ao meio-dia houve uma concentração de pessoas descansando, em especial, na área da arquibancada, a qual está sombreada em qualquer horário do dia. Nesse horário, o número de pessoas descansando chegou a trinta pessoas. As demais atividades, como por exemplo, exercícios físicos, caminhada ou correr continuaram a ser realizadas mesmo em áreas expostas à radiação solar. Algumas pessoas passeavam com cachorros em áreas expostas à radiação (nove pessoas), porém também houve quem preferisse as áreas sombreadas para tal fim (três pessoas), como mostra a Figura 135.

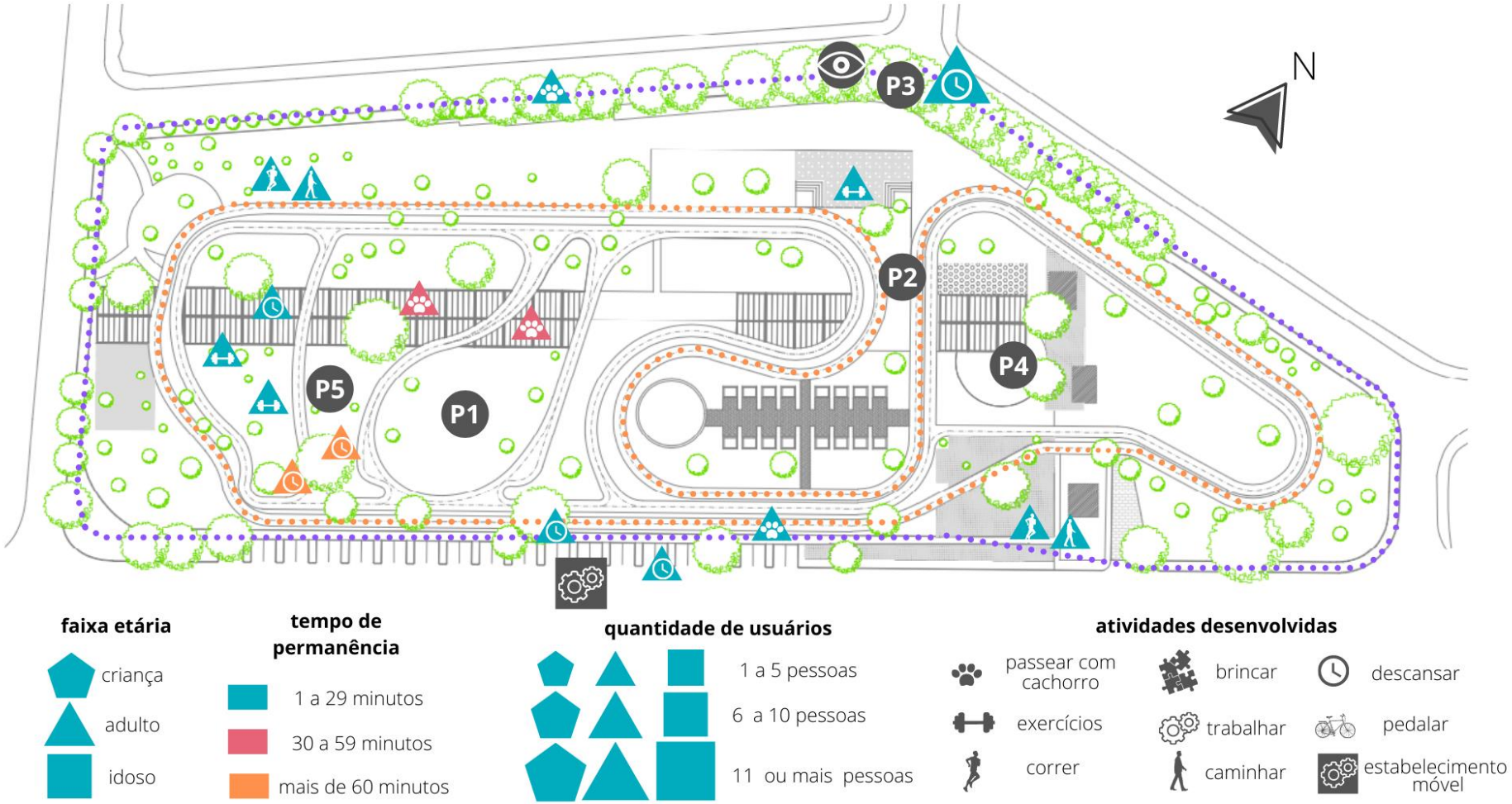
Figura 135 – Relação número de pessoas, atividades e áreas expostas e sombreadas (dia 21 meio-dia)



Fonte: Autora (2022).

A Figura 136 mostra o mapa de sobreposição do mapa comportamental com o estudo de insolação e sombreamento, ambos no período do meio-dia. Foi o período em que a maior parte do parque não apresentava sombras, com exceção das áreas sob as copas das árvores.

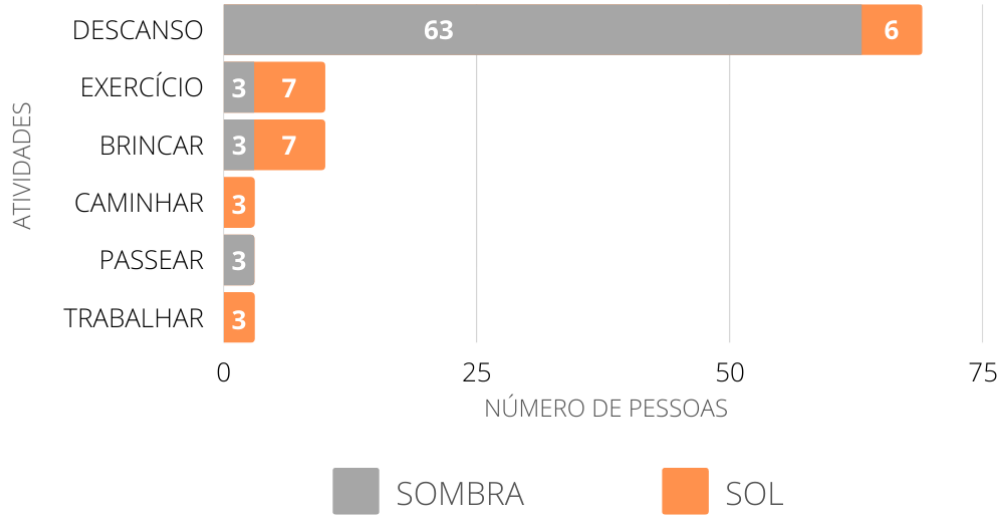
Figura 136 – Sobreposição dia 21 de setembro (meio-dia)



Fonte: Elaboração própria (2021).

Durante a tarde é possível perceber que esse período do dia também apresentou maior quantidade de usuários quando comparado ao mesmo período do dia 15 de setembro. A área da arquibancada, que fica completamente sombreada nesse horário, apresentou diversas pessoas em diferentes faixas etárias, utilizando a área para descanso e contemplação (63 pessoas). O edifício localizado na esquina em frente ao parque é a única edificação do entorno que fornece um sombreamento considerável na área do parque, especificamente no período da tarde. A Figura 137 exibe a relação do número de pessoas por atividade de acordo com a área em que eram desenvolvidas – sombreadas ou não.

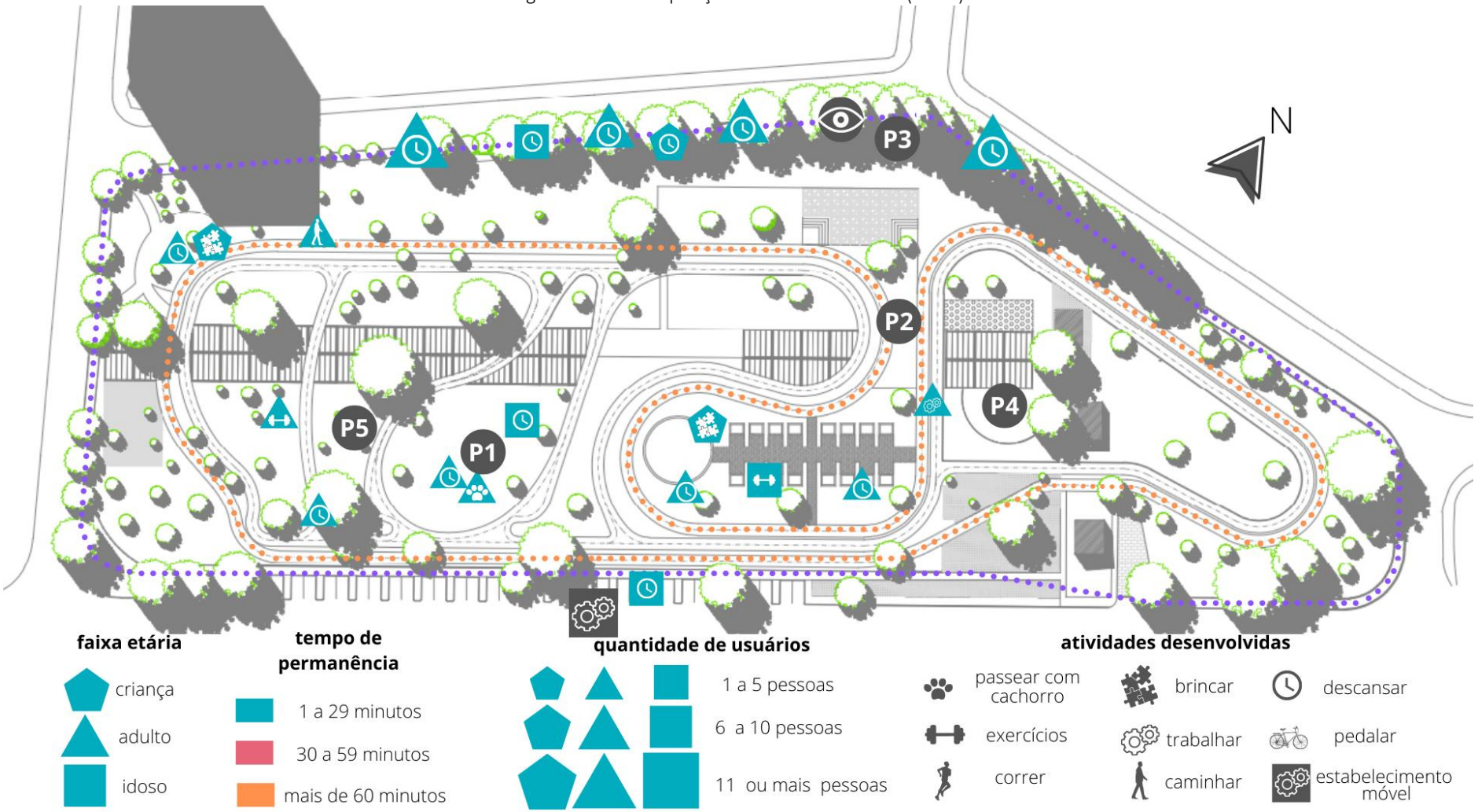
Figura 137 – Relação número de pessoas, atividades e áreas expostas e sombreadas (dia 21 tarde)



Fonte: Autora (2022).

Por fim, é possível notar que a área próxima à arquibancada está sempre sombreada, independente do período do dia, o que faz com que seja uma área que está sempre sendo utilizada pelos usuários. As atividades desenvolvidas no parque são, em geral, atividades físicas ou de lazer, sendo assim, sempre que possível, os usuários procuram áreas sombreadas para realizá-las, a menos que sejam atividades em que os mobiliários urbanos específicos estão dispostos em áreas expostas à radiação solar. É importante frisar que esse comportamento é específico para a época do ano em que ocorreu a análise (primavera – estação seca), podendo variar em outras épocas do ano. O mapa de sobreposição referente ao período da tarde, mais precisamente às 15h está representado na Figura 138.

Figura 138 – Sobreposição dia 21 de setembro (tarde)



Fonte: Elaboração própria (2021).

5.9 Conclusão das análises dos resultados

As análises dos resultados comprovaram a influência que o entorno e diversas características do próprio espaço urbano exercem sobre o microclima, possibilitando reconhecer atributos e possíveis soluções para alcançar um resultado satisfatório em termos microclimáticos.

Os diversos procedimentos metodológicos desenvolvidos através de (1) elaboração de mapas morfológicos, (2) estruturação de fichas bioclimáticas, (3) estudo de insolação e sombreamento, (4) confecção de mapas comportamentais, (5) aferição de dados microclimáticos possibilitou identificar quais características da morfologia dos espaços livres contribuem para as melhores condições do microclima, como também, identificar o que precisa ser modificado a fim de alcançar melhorias.

- A morfologia espacial é um dos fatores essenciais para a análise bioclimática, visto que o entorno exerce influência no comportamento das condicionantes microclimáticas. A topografia da cidade, por se tratar de um fundo de vale, já apresenta uma forte influência no comportamento da ventilação natural. O Parque do Kartódromo está situado no ponto com menor altitude dentro do recorte analisado, o que faz com o vento que circule na área perca um pouco de velocidade em decorrência do gradiente do vento. Além da topografia, a altura das edificações e a presença de lotes vazios também são fatores que influenciam na penetração dos ventos, ora positivamente, ora negativamente. A presença de vegetação em algumas ruas e nas margens dos córregos colaboram positivamente para o microclima local;
- O Parque do Kartódromo possui interferências das edificações do entorno no acesso à ventilação, como também da topografia. A presença dos córregos contribui para renovação do ar e aumento da umidade relativa do ar, mas não são suficientes, havendo a necessidade de outras formas de inserir corpos d'água no espaço. É possível constatar a relação entre insolação, sombreamento e pavimentação;

- Durante o período analisado (estação seca – primavera), as sombras projetadas no período da manhã são mínimas, se resumindo às sombras projetadas pela vegetação existente no parque. No período da tarde as manchas de sombras são bem maiores comparadas ao sombreamento da manhã e o parque também recebe a sombra projetada pelo prédio localizado no entorno imediato. A arquibancada é a única área do parque que está sombreada em qualquer período do dia;
- Os pavimentos utilizados possuem importante papel na definição das condições de conforto, visto que possuem influência nas médias de temperaturas do ar. O material de comportamento extremo foi o asfalto, que apresentou maior temperatura superficial.
- Com a análise comportamental foi possível perceber que as atividades desenvolvidas no parque costumam ser as mesmas na maioria dos horários: atividades físicas e de lazer. O que modifica de acordo com os horários é a quantidade de usuários e os locais de concentração que se modificam em função do sombreamento. Alguns elementos presentes no parque, como por exemplo a academia ao ar livre e o *playground* em madeira, são utilizados independentemente da falta de sombreamento. Isso pode ser explicado pelo posicionamento de tais equipamentos e não necessariamente por opção dos usuários;

DIRETRIZES

1 · 2 · 3 · 4 · 5 · 6 · 7

6 DIRETRIZES

Através da conclusão das análises foi possível a elaboração de diretrizes para projeto, de acordo com os princípios bioclimáticos, para o Parque do Kartódromo, na cidade de São Carlos/SP, levando em consideração a morfologia e o microclima local.

Existe uma proposta de projeto de Parque Linear que engloba a área do Parque do Kartódromo, a qual já foi apresentada à Prefeitura de São Carlos. A seguir serão apresentadas as diretrizes elaboradas com base na análise morfológica e bioclimática desenvolvida nesta pesquisa e, posteriormente, serão apontadas diretrizes alcançadas através dessa nova proposta e suas potencialidades.

6.1 Diretrizes desenvolvidas

As diretrizes podem ser utilizadas e/ou adequadas para outros espaços livres urbanos que estejam inseridos classificados como clima tropical de altitude, desde que também seja feita uma análise preliminar de suas características morfológicas e microclimáticas.

- O principal elemento de sombreamento deve ser a árvore, para que também haja os benefícios ao meio ambiente, e deve ser distribuída no espaço livre urbano de forma equilibrada;
- Aumentar as áreas sombreadas na estação seca e no verão, podendo utilizar elementos que funcionem como filtros da incidência solar direta, como por exemplo árvores com copa de baixa densidade, telas de sombreamento, pergolados, entre outros;
- Dispor de espaços cobertos para realização de atividades fixas nos períodos de chuva, desde que as coberturas para proteção (para chuva e sol) sejam integradas com a vegetação, como por exemplo através de trepadeiras;
- Reservar áreas de permanência com insolação adequada para os períodos de inverno, onde se apresentam baixas temperaturas. Pode-se optar pelo plantio de espécies com pouca densidade de copa ou espécies que perdem as folhas no inverno;

- Implantar corpos d'água no parque como forma de aumentar a umidade relativa do ar, podendo atribuir outras funções ao mesmo elemento, como por exemplo uma fonte, agregando às questões estéticas do lugar;
- Somar parâmetros da arquitetura da paisagem aos parâmetros do conforto térmico urbano a fim de garantir os aspectos estéticos e bioclimáticos do espaço livre urbano, exercendo a multidisciplinariedade necessária para a garantia da qualidade do espaço;
- Inserir os mobiliários urbanos em locais seguros e com a insolação e sombreamento adequados de acordo com suas finalidades;
- Incluir os departamentos da Prefeitura Municipal envolvidos direta e indiretamente com o assunto, além dos cidadãos e usuários do espaço, para alcançar um projeto de planejamento e gestão participativa.

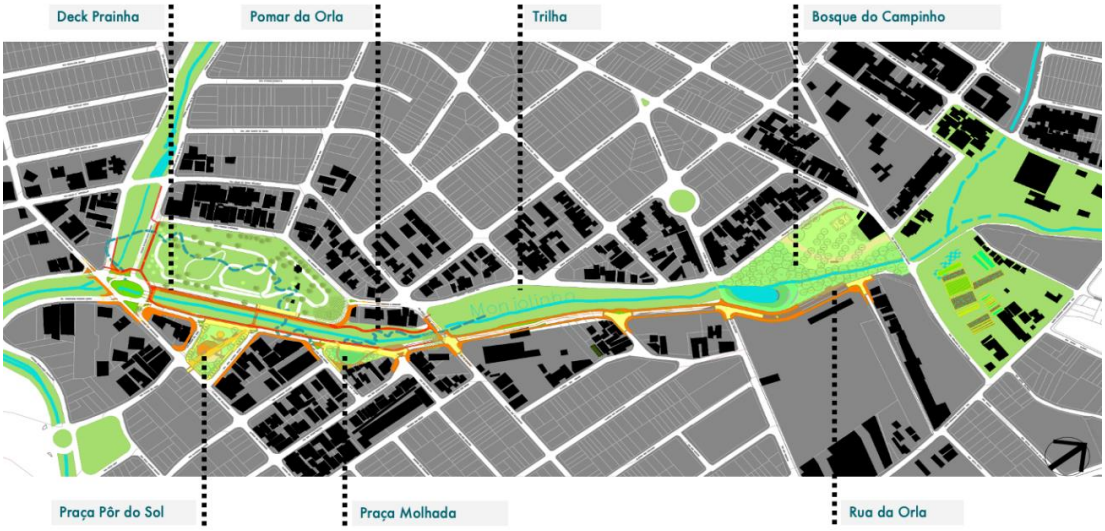
6.2 Proposta Parque Linear Parque Kartódromo Monjolinho

Mora (2003) afirma que os Parques Lineares dispõem de características que resumem-se a cinco elementos distintivos: i) são espaços lineares que ofertam função de movimento e transporte; ii) formam parte da paisagem como um todo e consideram a conexão entre diferentes espaços; iii) configuram espaços multifuncionais e, entende-se que em algum ponto possa acontecer perda ou ganho entre funções e, por essa razão, alguns objetivos talvez não se cumpram integralmente; iv) a ideia de parque linear é harmonizável com a ideia de desenvolvimento sustentável, visto que está alinhada a promoção de proteção e de desenvolvimento econômico; v) devem ser entendidos como um complemento do planejamento físico e paisagístico do espaço, então não devem entrar em conflito com outras áreas que não sejam lineares, mas devem proporcionar conexões entre elas.

Com o objetivo de criar uma solução para valorizar espaços inexplorados no entorno do Rio Monjolinho, região do Parque do Kartódromo, o Grupo de Trabalho de Planejamento dos Parques Urbanos (GTPU)[4] desenvolveu um projeto de Parque Linear para essa área da cidade (Figura 139).

[4] O GTPU foi criado em 2017 com o objetivo de promover ações, projetos e avanços metodológicos que contribuam para a resolução de problemas locais em parceria com as políticas públicas. É composto por

Figura 139 – Proposta Parque Kartódromo Monjolinho



Fonte: GTPU (2019).

O projeto almeja fomentar ainda mais a região através da criação de ciclovias, praças, locais para caminhada (Figura 140), *playgrounds*, espaços para apresentações artísticas, campo de futebol (Figura 141), mirante, entre outros. Schenk – uma das autoras do projeto – declara que "os caminhos projetados propiciam um passeio agradável sob a sombra das árvores e surgem como uma alternativa interessante na manutenção da saúde física e mental". O projeto propõe ainda dois *decks* a fim de possibilitar um contato mais próximo entre as águas do Rio e a população, garantindo uma experiência lúdica e afetiva. "A ideia foi conectar os espaços livres, verdes e públicos da região de tal forma que eles pudessem assumir importante papel na infraestrutura e no lazer do município", reitera Schenk (PARQUE LINEAR..., 2019).

Figura 140 – Espaços para caminhada – Proposta Parque Kartódromo Monjolinho



Fonte: GTPU (2019).

pessoas de diversas áreas de conhecimento que atuam no planejamento urbano, paisagem e espaços livres da cidade, sugerindo abordagens preventivas e participativas.

Figura 141 – Campo de futebol – Proposta Parque Kartódromo Monjolinho



Fonte: GTPU (2019).

O Parque do Kartódromo é um dos poucos espaços públicos da cidade com frequência de uso pela população, recebendo manutenção e ações culturais ligadas principalmente ao lazer, saúde e esporte (PARQUE LINEAR..., 2019). As pesquisadoras responsáveis pelo grupo que desenvolveu a proposta de projeto, GTPU, Luciana Schenk e Renata Peres, certificam que São Carlos dispõe de um sistema de espaços livres e parques urbanos fragmentado e pouco qualificado, tendo como consequência pouco acesso a ambientes agradáveis e acolhedores por parte dos habitantes (PARQUE LINEAR..., 2019).

O projeto do Parque Linear foi apresentado à Prefeitura de São Carlos, a qual demonstrou interesse em executá-lo. Ainda não há previsão de quando o projeto executivo será desenvolvido para que a construção do parque seja iniciada, porém os trabalhos estão sendo estruturados através de discussões entre o GTPU e as Secretarias Municipais de Meio Ambiente, Ciência, Tecnologia e Inovação; Habitação e Desenvolvimento Urbano e Obras Públicas (PARQUE LINEAR..., 2019).

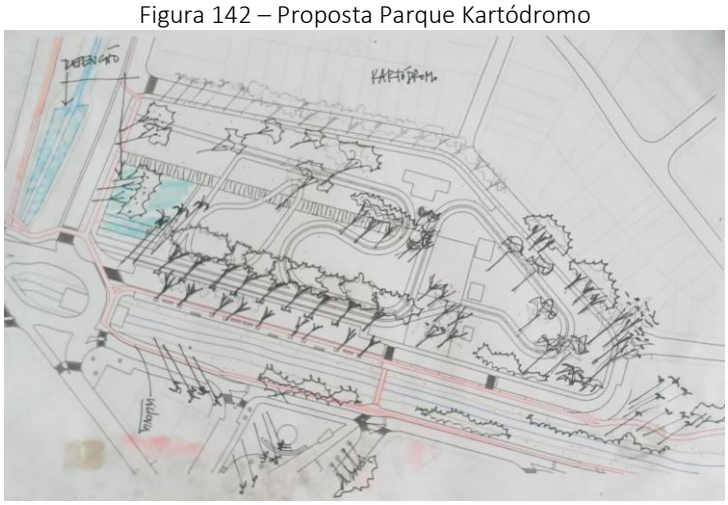
6.3 Diretrizes pontuadas

Diante da proposta existente, é possível pontuar algumas diretrizes que serão alcançadas com o projeto, como também, o presente trabalho tende a auxiliar e agregar informações necessárias para que o projeto, quando executado, possa estar adequado às necessidades do microclima local.

Como forma de reter as águas e evitar as enchentes recorrentes na cidade de São Carlos, sugere-se – na proposta – inserir uma bacia de retenção no Parque do Kartódromo

(Figura 142). Essa medida cumpre uma das diretrizes propostas neste trabalho, a qual consiste em implantar corpos d'água como forma de aumentar a umidade relativa do ar, podendo atribuir outras funções ao mesmo elemento, neste caso buscando diminuir a ocorrência de enchentes.

Figura 142 – Proposta Parque Kartódromo



Fonte: Croqui cedido por Schenk (2019).

Outra solução adotada na proposta é a disposição de espaços cobertos para realização de atividades fixas, podendo ser integradas com a vegetação, como mostra a Figura 143.

Figura 143 – Espaços cobertos – Proposta Parque Kartódromo Monjolinho



Fonte: GTPU (2019).

Utilizando os dados expostos neste trabalho é possível somar parâmetros da arquitetura da paisagem aos parâmetros de conforto térmico urbano garantindo a aplicabilidade da multidisciplinariedade necessária para alcançar a qualidade satisfatória do espaço público urbano. Além disso, o GTPU é um grupo que inclui técnicos da Prefeitura Municipal, universidades (USP e UFSCar) e diversos participantes voluntários para que possa alcançar um projeto de gestão participativa.



CONCLUSÕES

1 . 2 . 3 . 4 . 5 . 6 . 7

CONCLUSÕES

Essa pesquisa buscou contribuir com a análise do conforto térmico em um parque urbano e sua relação com o comportamento dos usuários. Diante disso, foi realizada uma caracterização morfológica e microclimática do Parque do Kartódromo, situado na cidade de São Carlos/SP, a identificação da utilização do espaço e analisada a correlação existente entre todos esses fatores analisados.

Foi possível identificar a importância dos espaços livres para a melhoria da qualidade de vida dos usuários, bem como para o conforto urbano, especialmente quando os aspectos morfológicos e climáticos são levados em consideração preliminarmente e postos em prática considerando a multidisciplinariedade necessária.

A análise desenvolvida neste trabalho destaca a importância da multidisciplinariedade na compreensão de espaços urbanos, bem como na metodologia para diagnóstico e possíveis propostas para esses espaços. Através dos mapas morfológicos foi possível perceber como as características morfológicas do entorno interferem em algumas condicionantes climáticas, como por exemplo a ventilação, e que o entorno deve ser sempre considerado em análises e/ou propostas bioclimáticas.

O estudo de insolação e sombreamento possibilitou enxergar quais são os locais com insolação solar direta, como também os espaços sombreados, a depender dos horários do dia e qual a relação dessas condições com a utilização dos usuários. Em algumas situações, como o uso da academia ao ar livre ou o playground em madeira, por exemplo, as pessoas fazem uso desses equipamentos em razão de seus interesses, mesmo sem apresentar nenhum tipo de sombreamento. Em atividades móveis, como meditação ou até mesmo exercícios físicos com equipamentos pessoais, algumas pessoas optaram por espaço sombreados.

As medições das variáveis microclimáticas possibilitaram entender que ao longo do dia, essas variáveis podem apresentar diferentes comportamentos, a depender de características do entorno. As atividades desenvolvidas pelos usuários costumam ser as mesmas, sempre relacionadas ao lazer e às atividades físicas, o que costuma alterar é a quantidade de usuários, a depender dos horários, e os locais de concentração. Contudo,

conclui-se que o comportamento dos usuários no espaço urbano não está diretamente relacionado às condições microclimáticas, podendo sofrer interferências de alguns outros fatores, inclusive pessoais, os quais não foram considerados nesse estudo. A metodologia utilizada nesse trabalho pode ser aplicada em outros estudos bioclimáticos de espaços urbanos, desde que adequadas ao clima local.

Os espaços livres urbanos além de contribuir com as funções sociais, de lazer, de saúde, são capazes de contribuir na drenagem e na diminuição das condições extremas do clima e poluição do ar. Considerando o cenário pandêmico em que esta pesquisa foi desenvolvida, contribui para a qualidade de vida das pessoas, em termos de saúde física e mental, além de prover espaços adequados e saudáveis dentro do contexto urbano.

Além disso, a presença do parque, bem como sua continuidade através da proposta do Parque Linear Kartódromo Monjolinho reforça o compromisso com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030 da ONU em assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar para todos, em todas as idades; tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentável; e agir contra a mudança global do clima.

O estudo da morfologia urbana associado às condições microclimáticas viabilizou à elaboração de diretrizes que podem ser aplicadas em projetos de parques urbanos em contexto climático semelhantes ao clima de São Carlos, caracterizado como tropical de altitude. Salienta-se que devem ser realizados estudos específicos para cada local de acordo com suas particularidades e características morfológicas e microclimáticas.

Finalmente, vale destacar a importância da gestão pública enquanto realizadora da execução dos projetos de parques urbanos, visto que para atingir os objetivos de alcançar espaços urbanos e cidades saudáveis, sustentáveis e bioclimaticamente adequadas, é necessário que todos envolvidos na ação compreendam a importância do estudo para que os projetos venham ser executados conforme as recomendações. Além disso, envolver os moradores da área e usuários do espaço livre urbano, a fim de garantir um processo de planejamento e gestão inclusiva e participativa.

RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Recomenda-se como trabalhos futuros:

- Realizar os procedimentos metodológicos em outras épocas do ano, como por exemplo a estação chuvosa, segunda estação característica do clima da cidade de São Carlos;
- Avaliar outros espaços livres urbanos da cidade a fim de verificar a influência da altitude e de demais características morfológicas no microclima;
- Aplicar questionários com a finalidade de compreender a percepção térmica dos usuários do espaço livre urbano;
- Aprofundar as pesquisas para consolidar uma metodologia de análise de projeto e aplicabilidade de projeto bioclimáticos em espaços livres urbanos;
- Aplicar a metodologia desenvolvida nessa pesquisa em outros tipos de clima.

REFERÊNCIAS

ABERTA concorrência pública para instalação de uma lanchonete no Parque do Kartódromo. **Prefeitura de São Carlos**. Disponível em: http://186.233.80.56/wp-sc/noticias/2006/aberta-concorrencia-publica-para-instalacao-de-uma-lanchonete-no-parque-do-kartodromo/. Acesso em: 12 ago. 2021.

AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS. **ANSI/ASHRAE Standard 55**: thermal environmental conditions for human occupancy. Atlanta, 2017.

AMORIM, D. M.; COSTA, D. DOS S.; CARVALHO, P. G. S. DE; GARRIDO, M. DA S.; GONÇALVES, I. C. M. Comparação de dados obtidos a partir de sensores de temperatura e umidade relativa do ar protegidos em um abrigo meteorológico de PVC. **Revista Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 30, n. 2, p. 119-124, abr./jun. 2015. DOI: https://doi.org/10.17224/EnergAgric.2015v30n2p119-124. Disponível em: http://revistas.fca.unesp.br/index.php/energia/article/view/1665. Acesso em: 20 out. 2019.

ANDRADE, T. C. Q. DE; NERY, J. M. F. G.; SOUZA, S. H. M. DE; PITOMBO, C. S.; FREIRE, T. M. M.; KATZSCHNER, L. Medição do conforto térmico em áreas públicas urbanas de Salvador-BA e calibração do índice de conforto PET usando a técnica árvore de decisão. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais (GESTA)**. v. 4, n. 2, p. 278-296, 2016.

ARAM, F.; SOLGI, E.; BAGHAEE, S.; GARCÍA, E. H.; MOSAVI, A.; BAND, S. S. How parks provide thermal comfort perception in the metropolitan cores; a case study Madrid Medirerranean climatic zone. **Climate Risk Management**, v. 30. 2020. DOI: https://doi.org/10.1016/j.crm.2020.100245. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212096320300358?via%3Dihub. Acesso em: 20 set. 2021.

ARC3. Climate Change and Cities: First Assessment Report of the Urban Climate Change Research Network, Cambridge University Press, 2011. Disponível em: <http://uccrn.org/resources/ publications/arc3/>. Acesso em: 18 jun. 2019.

ARMANI, G.; GALVANI, E. Avaliação do desempenho de um abrigo meteorológico de baixo custo. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Piracicaba, v. 14, n. 116-122, p. 40, 2006.

ASSIS, E. S. de. **Aplicações da Climatologia urbana no planejamento da cidade**: revisão dos estudos brasileiros. Rua, Salvador, 9, jan./jun., 2006. p.20-25.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 16.401-2 Instalações de ar-condicionado – Sistemas centrais e unitários**. Parte 2: Parâmetros de conforto térmico. Rio de Janeiro: ABNT, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 15.220-3 Desempenho térmico de edificações. Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.

BANCO MUNDIAL. Guide to climate change adaptation in cities. Washington: Banco Mundial, 2011.

BANCO MUNDIAL. Climate change, disaster risk, and the urban poor. Washington: Banco Mundial, 2012.

BANCO MUNDIAL. Building Resilience: Integrating Climate and Disaster Risk into Development. Washington: Banco Mundial, 2013.

BARATTO, J.; GALVANI, E.; WOLLMANN, C. A. Perfomance de abrigo de baixo custo para registros de temperatura e umidade relativa do ar em condição de campo. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 18, 2019, Fortaleza. Anais [...]. Fortaleza: UFC, 2019. p. 1-14.

BARBIRATO, Gianna Melo. Aplicação de Modelo de Balanço de Energia para Análise do Ambiente Térmico Urbano de Maceió-AL. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1998.

BARBOSA, Ricardo Victor Rodrigues. Estudo do campo térmico de São Carlos (SP): análise da intensidade da ilha de calor urbano em episódio de verão. Tese (Doutorado em Engenharia Ambiental) – EESC, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2009.

BARBOSA, Ariela. Urbanismo bioclimático: efeitos do desenho urbano na sensação térmica. 2018. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Instituto de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2018.

BARGOS, D. C.; MATIAS, F. F. Áreas verdes urbanas: um estudo de revisão e proposta conceitual. Sociedade Brasileira de Arborização Urbana REVSBAU, Piracicaba-SP, v.6, n.3, p.172-188, 2011.

BARROS, Marcelo Paes de. Dimensão fractal e ilhas de calor urbanas: uma abordagem sistêmica sobre as implicações entre a fragmentação das áreas verdes e o ambiente térmico do espaço urbano. 2012. Tese (Doutorado em Física Ambiental) – Instituto de Física, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2012.

BELEM, A. L. G.; NUCCI, J. C. Classificação dos espaços livres de edificação de acordo com o tipo de uso no bairro de Santa Felicidade (Curitiba-PR). In: NUCCI, J. C. (Org.). Planejamento da Paisagem como subsídio para a participação popular no desenvolvimento urbano: Estudo aplicado ao bairro de Santa Felicidade Curitiba/Pr. Curitiba: meio digital, 2010, p. 143-157.

BEM, A. DE.; RICHTER, M. F. Sustentabilidade em tempos de pandemia (Covid-19). **RECIMA 21 – Ciências Exatas e da Terra, Sociais, da Saúde, Humanas e Engenharia/Tecnologia**. v. 1, n. 2, p. 264-279, 2020.

LIU, B.; LIAN, Z.; BROWN, R. D.; Effect of Landscape Microclimates on Thermal Comfort and Physiological Wellbeing. **Sustainability**, v. 11. 2019. DOI: 10.3390/su11195387. Disponível em: https://www.mdpi.com/2071-1050/11/19/5387. Acesso em: 15 set. 2021.

BUCCHERI FILHO, A. T.; NUCCI, J. C. Espaços livres, áreas verdes e cobertura vegetal no bairro Alto da XV, Curitiba/PR. **Revista do Departamento de Geografia**, UFPR, 18, p.48-59, 2006. https://doi.org/10/7154/rdg.2006.0018.005.

CAMPOS, R. B. F.; CASTRO, J. M. **Áreas Verdes**: Espaços Urbanos Negligenciados Impactando a Saúde. Sau. & Transf. Soc., ISSN 2178-7085, Florianópolis, v.8, n.1, p.106-116, 2017.

CAVALCANTE, E. S.; VELOSO M. F. D. **A influência das áreas livres no microclima local**: um estudo das praças do conjunto habitacional Ponta Negra em Natal/RN. VI Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, 11 a 14 de novembro de 2001, São Pedro, SP. Anais do VI ENCAC; 2001.

CAVALHEIRO, F.; DEL PICCHIA, P. C. D. **Áreas verdes: conceitos, objetivos e diretrizes para o planejamento**. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 4, 1992, Vitória-ES. Anais... Vitória, 1992, p. 29-38.

CAVALHEIRO, F.; NUCCI, J. C.; GUZZO, P.; ROCHA, Y. T. Proposição de Terminologia para o Verde Urbano. **Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana (SBAU)**, Ano VII, n.3, Rio de Janeiro, Jul/Ago/Set, 1999.

CDC – CENTER FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION. Heat-Related Deaths – United States, 1999-2003. 2004. Morbidity and Mortality Weekly Report. Disponível em: < http://www.cdc.gov/mmwr/preview/mmwrhtml/mm5529a2. htm>. Acesso em: 20 jun. 2019.

COELHO-ZANOTTI, M. S. S.; MASSAD, E. The impact of climate on Leptospirosis in São Paulo, Brazil. International Journal of Biometeorology, v.56, p.233-41, 2012.
DUFEK, A. S.; AMBRIZZI, T. Precipitation variability in São Paulo State, Brazil. Theor Appl Climatology, v.93, p.167-78, 2008.

COSTA, Angelina Dias Leão. **Análise bioclimática e investigação do conforto térmico em ambientes externos**: uma experiência no bairro de Petrópolis em Natal/RN. 2003. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, Rio Grande do Norte, 2003.

COSTA, A.; LABAKI, L.; ARAÚJO, V. A methodology to study the urban distribution of air temperature in fixed points. In: 2nd PALENC Conference and 28th AIVC Conference on

Building Low Energy Cooling and Advanced Ventilation Technologies in the 21st Century, 2007, Grécia, p. 227-230.

COX, Elisa Pagliarini. Interação entre clima e superfície urbanizada: o caso da cidade de Várzea Grande/MT. 2008. Dissertação (Mestrado em Física e Meio Ambiente) – Instituto de Ciências Exatas e da Terra, Univerdade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2008.

DEVESCOVI, R. C. B. Urbanização e acumulação: um estudo sobre a cidade de São Carlos. Dissertação (Mestrado em Administração e Planejamento Urbano), EAESP/FGV, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1985.

DORNELLES, K. A. Absortância Solar em Superfícies Opacas: Métodos de Determinação e Base de Dados para Tintas Látex Acrílica e PVA. 2008. 160 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

FILHO, Antonio Colchete. Praça XV: projetos do espaço público. Rio de Janeiro: 7 Letras, 2008.

FRANCO, F.M. Configuração Urbana e sua Interferência no Microclima Local: Estudo de caso no Bairro do Porto em Cuiabá-MT. Dissertação (Mestrado em Física Ambiental) – Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2010.

FRANCO, F.M. Análise do comportamento termo-higrométrico urbano sob a ótica do uso e ocupação do solo em Cuiabá-MT. 2013. Tese (Doutorado em Física Ambiental) – Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2013.

GALENDER, F. C. A Ideia de sistema de espaços livres públicos na ação de paisagistas pioneiros na América Latina. Paisagens em Debate, FAU-USP, n.03, nov., 2005.

GASPAR, W. J. Análise do processo erosivo do loteamento social Antenor Garcia: proposta para expansão do bairro. 2000. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2000.

GONÇALVES, A. R. L. Geologia ambiental da área de São Carlos. 1986. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1986.

HARDOY, D. J.; PANDIELLA, G. Urban poverty and vulnerability to climate change in Latin America. Environment and Urbanization, v. 21, n. 1, p. 203-224, 2009.

HERZOG, C. P.; ROSA, L. Z. Infraestrutura verde: sustentabilidade e resiliência para a paisagem urbana. Revista Labverde, 2010; 1: 92-115.

HIGUERAS, Ester. Urbanismo bioclimático. Barcelona: Gustavo Gili, 2006.

HOGAN, D. J. Urban growth, vulnerability and adaptation: social and ecological dimensions of climate change on the Coast of São Paulo. Campinas, Fapesp, 2009.

HOPPE, I. L.; IENSSE, A. C.; SIMIONI, J. P. D.; WOLLMANN, C. A. Comparação entre um abrigo meteorológico de baixo custo e a estação meteorológica oficial no INMET, em Santa Maria (RS). **Ciência e Natureza**, Santa Maria, v. 37, p. 132-137, 2015.

IEED. Assessing the costs of adaptation to climate change, 2009. Disponível em: < <http://pubs.iied. org/pdfs/11501IIED.pdf>. Acesso em: 18 jun. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. São Carlos (SP) Cidades e Estados. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/sp/sao-carlos.html. Acesso em: 27 set. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Biblioteca – Catálogo. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?id=443276&view=detalhes. Acesso em: 27 nov. 2021.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET. Boletim mensal de dezembro 2010. Disponível em: http://www.inmet.gov.br/portal/arq/upload/BOLETIM-AGRO_MENSAL_201012.pdf. Acesso em: 20 jun. 2019.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET. Estação meteorológica de referência. Disponível em: https://mapas.inmet.gov.br/#. Acesso em: 30 set. 2021.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 7726 – ergonomics of the thermal environment**: instruments for measuring physical quantities. Genebra, 1998.

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. Climate change 2013: the physical science basis. Cambridge, Cambridge University Press.

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. Climate change 2014: impacts, adaptation and vulnerability, 2014. Cambridge, Cambridge University Press.

KATZCHNER, Lutz; Urban Climate studies as tools for urban planning and architecture; In: Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, 4. ENCAC, Salvador-BA; ANTAC, 1997.

KHAN, S. M.; SIMPSON, R. W. Effect of a heat island on the meteorology of a complex urban airshed. Boundary Layer Meteorology, v.1, n.100, p.487-506, 2001.

LAMAS, José M. Ressano Garcia. Morfologia urbana e desenho da cidade. sl: Fundação Calouste Gulbenkian, 2000.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. R. **Eficiência energética na arquitetura**. 3 ed. Rio de Janeiro, 2014.

LANDSBERG, H. E. (1981). The Urban Climate. New York: Academic Press.

LEAL, L. P. S.; BARBOSA, R. V. R. Morfologia urbana e microclimas: estudo de frações urbanas na cidade de Arapiraca/AL. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 15., 2019, João Pessoa. Anais [...]. João Pessoa: Universidade Federal da Paraíba, 2019, p. 756-764.

SÃO PAULO. Lei nº 14.933, de 5 de junho de 2009. Institui a política de mudança do clima no município de São Paulo. São Paulo: Câmara Municipal, [2009]. Disponível em: http://legislacao.prefeitura.sp.gov.br/leis/lei-14933-de-05-de-junho-de-2009. Acesso em: 13 ago. 2021.

LEVERATTO, M. J. Propuesta de um metodo para analizar las condiciones microclimáticas en espacios urbanos. In: V Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído. Anais 1999. Fortaleza-CE.

LIMA, A. M. L. P.; CAVALHEIRO, F.; NUCCI, J. C.; SOUZA, M. A. del B.; FIALHO, N. de O.; DEL PICCHIA, P. C. D. Problemas de utilização na conceituação de termos como espaços livres áreas verdes e correlatos. In: II CONGRESSO BRASILEIRO DE ARBORIZAÇÃO URBANA, 2, 1994, São Luís-MA. Anais... São Luís: SBAU, 1994, p. 539-549.

LOBODA, C. R.; DE ANGELIS, B. L. D. Áreas verdes públicas urbanas: conceitos, usos e funções. Ambiência, Guarapuava, v. 1, n. 1, p. 125-139, jan./ jun. 2005. Disponível: http://200.201.10.18/index.php/ambiencia/article/view/157. Acesso em: 20 jun. 2019.

LOIS, E.; LABAKI, K. L. C. Conforto térmico em espaços externos: uma revisão. In: VI Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído e III Encontro Latino-americano de Conforto no Ambiente Construído. São Pedro. Anais... São Pedro: ANTAC, 2001. p. 209-212.

MARINS, K. R. C.; GIROTTI, C.; PACIFICI, M. CRUZ, R. B. C. Modelagem e comparação de efeitos simultâneos da forma urbana sobre a geração de energia fotovoltaica e o conforto dos espaços externos. O caso do Belenzinho, em São Paulo. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 17, 2018, Foz do Iguaçu. Anais [...] Porto Alegre: ANTAC, 2018.

MILANESI, M. A.; GALVANI, E. Pluviômetro Experimental Para Localidades Remotas. In.: Climatologia Aplicada: Resgate aos Estudos de Caso. Galvani, E.; Lima, N. G. B. (Orgs.). Curitiba: Editora CRV, 2012. v. 1. 192 p. 1 ed.

MAGNOLI, Miranda. Espaços livres e urbanização: uma introdução a aspectos da paisagem metropolitana. 1982. 116p. Tese (Livre Docência em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1982.

NEVES, A. P. D. São Carlos: na esteira do tempo. São Carlos: EdUFSCAR Imprensa Oficial, 2007.

NINCE, Paulo Celso do Couto. Vegetação e revestimentos urbanos: implicações na sensação térmica dos usuários do campus da UFMT em Cuiabá-MT. 2013. Tese (Doutorado em Física Ambiental) – Instituto de Física, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2013.

OJIMA, R; MARANDOLA, E. (orgs.). **Mudanças climáticas e as cidades**: novos e antigos debates na busca da sustentabilidade urbana. São Paulo, Blucher, 2013.

OKE, T. R; MAXWELL, G. B. Urban Heat Island Dynamics in Montreal and Vancouver. **Atmospheric Environment**, v. 9, p. 191-200, Great Britain, 1974.

OKE, T. R. Canyon geometry and the nocturnal urban heat island: Comparision of scale model and field observations. **Journal of climatology**, New York, v. 1, n. 3, p. 237-254, 1981.

OKE, T. R. Towards better scientific communication in urban climate. Austria: **Theorical and Applied Climatology**, 2005.

OKE, T. R. Initial guidance to obtain representative meteorological observations at urban sites. WMO/TD-No. 1250, 2006.

OLIVEIRA, Angela Santana de. **Análise de desempenho térmico e consumo de energia em residências na cidade de Cuiabá/MT**: estudo de caso. 2007. Dissertação (Mestrado em Física e Meio Ambiente) – Instituto de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2007.

OLIVEIRA, L. G. B.; PALÁCIOS, R. DA S.; ROTHMUND, L. D.; CURADO, L. F. A.; MORAES, T. J. DE; MARQUES, J. B.; NOGUEIRA, J. DE S. Desenvolvimento e validação de abrigos termo-higrométricos. Pesquisas Agrárias e Ambientais, Cuiabá, v. 7, n. 2, p. 169-173, mar./abr. 2019. DOI: http://dx.doi.org/10.31413/nativa.v7i2.6227. Disponível em: http://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/nativa/article/view/6227. Acesso em: 20 out. 2019.

OLIVEIRA, Cláudio Germano dos Santos. **Mobilidade urbana através de um modelo metodológico georreferenciado de sintaxe espacial para cidades de porte médio**. 2020. Tese (Doutorado em Gestão de Recursos Naturais) – Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2020.

Organização das Nações Unidas (ONU). Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, 2015. Disponível em: https://brasil.un.org. Acesso em: 20 mai. 2020.

Organização das Nações Unidas (ONU). The speed of urbanization around the World, 2018. Disponível em: < https://population.un.org/wup/Publications/Files/WUP2018-PopFacts_2018- 1.pdf>. Acesso em: 14 jun. 2019.

PARQUE do Kartódromo – Projeto detalha 2ª fase das obras. **Prefeitura de São Carlos**, 05 set. 2006. Disponível em: http://www.saocarlos.sp.gov.br/index.php/noticias-2006/149075-parque-do-kartodromo.html. Acesso em: 13 ago. 2021.

PARQUE LINEAR pretende revitalizar a região do Kartódromo. **Portal USP São Carlos**, 12 dez. 2019. Disponível em: http://www.saocarlos.usp.br/conheca-o-parque-linear-que-pretende-revitalizar-a-regiao-do-kartodromo/. Acesso em: 17 out. 2021.

PEREIRA, C. D.; MARINOSKI, D. L.; LAMBERTS, R.; GÜTHS, S.; GHISI, E. Avaliação experimental do espectrômetro Alta II e sua aplicação na normatização brasileira. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 17, n. 4, p. 197-213, out./dez. 2017.

PIMENTEL, F. DE O. **Clima urbano**: o uso de modelos geoespaciais na investigação do comportamento térmico em Juiz de Fora – MG. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2017.

PONS, N. A. D.; PEJON, O. J.; ZUQUETTE, L. V. **Use of geoprocessing in the study of land degradation in urban environments**: the case of the city of São Carlos, state of São Paulo, Brazil. *Environmental Geology*, 53 (4), 727-739. DOI: http://dx.doi.org/10.1007/s00254-007-0685-y.

PREFEITURA inaugura academia ao ar livre no Parque do Kartódromo. **São Carlos agora**, São Carlos, 10 julho 2012.Disponível em: https://www.saocarlosagora.com.br/cidade/prefeitura-inaugura-academia-ao-ar-livre-no-parque-do-kartodromo/31840/. Acesso em: 28 ago. 2021.

PROJETEEE. Dados climáticos – São Carlos/SP. Disponível em: http://www.mme.gov.br/projeteee/dados-climaticos/?cidade=SP+-+São+Carlos&id_cidade=bra_sp_sao.carlos.868450_inmet. Acesso em: 25 ago. 2021.

RABIA, R. P. DE A.; FIGUEIREDO, E. C. DE. **O impacto da morfologia urbana no conforto térmico dos ambientes externos**: o exemplo de Haifa, Israel. DOI: 10.37885/210404170.

RAVAGNANI, Ana Leticia Perosa. **Arquitetura de espaços livres**: interface entre projeto e conforto urbano. 2015. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Instituto de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2015.

REBELATTO, D. A. N. **A influência do processo de ocupação do solo na bacia do rio Gregório em São Carlos (SP) sobre a incidência de enchentes nas áreas próximas ao mercado municipal**. Dissertação (Mestrado em Hidráulica e Saneamento) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1991.

RIBEIRO, K. F. A.; VALIN JR, M. DE O.; SANTOS, F. M. DE M.; NOGUEIRA, M. C. DE J. A.; NOGUEIRA, J. DE S.; MUSIS, C. R. DE. Análise da temperatura interna e superficial em diferentes sombreamentos arbóreos. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**. Piracicaba, v. 10, n. 2, p. 40-60, 2015. Disponível em: https://revistas.ufpr.br/revsbau/article/view/63214/pdf. Acesso em: 20 out. 2019.

ROBBA, F.; MACEDO, S. S. Praças Brasileiras. **Estudos Geográficos: Revista Eletrônica de Geografia**, Rio Claro, v.2, p.87-88, jul-dez, 2004.

RODRIGUES, A. P. M.; PASQUALETTO, A.; GARÇÃO, A. L. O. A influência dos parques urbanos no microclima de Goiânia. Revista Brasileira de Assuntos Regionais e Urbanos – BARU. Goiânia, v.3, n.1, p.25-44, jan./jul, 2017. DOI 10.18224/baru.v3i1.5829.

ROLNIK, R. (coord.) **Ferramentas para avaliação da inserção urbana dos empreendimentos do MCMV**. Equipe Laboratório Espaço Público e Direito à Cidade (LabCidade). FAU/USP. Chamada MCTI/CNPq/MCIDADES No 11/2012. Novembro, 2014.

ROMERO, M.; ORNSTEIN, S. W. **Avaliação Pós-Ocupação: Métodos e Técnicas Aplicados à Habitação Social**. Porto Alegre, 2003.

ROMERO, M. A. B. **Arquitetura bioclimática do espaço público**. Brasília: Editora Universidade de Brasília. 2015. 226 p.

ROMERO, M. A. B.; BAPTISTA, G. M. DE M.; LIMA, E. A.; WERNECK, D. R.; VIANNA, E. O.; SALES, G. DE L. Mudanças climáticas e ilhas de calor urbanas. 1 ed. Brasília: editora ETB. 2019. 151 p.

SALDIVA, Paulo. **Vida urbana e saúde** – os desafios dos habitantes das metrópoles. Contexto, 2018. 128 p.

SALES, D. M.; ASSIS, W. L.; FONSECA, B. M. **Clima urbano e saúde**: elementos climáticos e doenças respiratórias observadas no município de Belo Horizonte (MG) entre 2013 e 2014. Revista Brasileira de Climatologia. ISSN: 2237-8642 (Eletrônica) Ano 14 – Edição Especial Dossiê Climatologia de Minas Gerais – NOV 2018. 271-289.

SANTAMOURIS, M et al. On the impact of urban climate on the energy consumption of buildings. **Solar Energy**, v. 70, n. 3, p. 201-216, 2001.

SANTAMOURIS, M. Regulating the damaged thermostat of the cities – Status, impacts and mitigation challenges. **Energy and Buildings**, v. 9, p. 43-56, 2015.

SANTOS, F. M. M. **Influência da ocupação do solo na variação termo-higrométrica na cidade de Cuiabá-MT**. Tese (Doutorado em Física Ambiental) – Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2012.

SATHLER, D. Repercussões locais das mudanças climáticas globais: urbanização, governança e participação comunitária. **Caminhos de Geografia**, v. 15, n. 51, p. 01-19, 2014.

SHARMIN, T.; STEEMERS, K.; HUMPHREYS, M. Outdoor thermal comfort and summer PET range: A field study in tropical city Dhaka. Energy and Buildings, v. 198, p. 149-159, 2019.

SILVA, E. N.; RIBEIRO, H.; SANTANA, P. **Clima e saúde em contextos urbanos**: uma revisão da literatura. Biblio 3 w, v.XIX, 2014. Disponível em: < http://www. ub.edu/geocrit/b3w- 1092.htm>.

TOLENTINO, Mario. **Estudo crítico sobre o clima da região de São Carlos**. São Carlos: edUFSCAR; São Paulo, 76 p., 2007.

UN-HABITAT. **Global reporto on human settlements**, 2011. Disponível em: http://unhabitat.org/wp-content/uploads/2012/06/GRHS2011-0.pdf. Acesso em: 30 out. 2019.

VALIN JR, M. DE O.; SANTOS, F. M. DE M.; NOGUEIRA, M. C. DE J. A.; MUSIS, C. R. DE; NOGUEIRA, J. DE S. Utilização de abrigos termo-higrométricos alternativos. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 17, n.57, p. 79-91, mar./2016. DOI: https://doi.org/10.14393/RCG175705. Disponível em: http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/30905. Acesso em: 20 out. 2019.

VALIN JR, M. DE O.; SANTOS, F. M. DE M.; RIBEIRO, K. F. A.; NOGUEIRA, M. C. DE J. A.; NOGUEIRA, J. DE S. Análise da relação entre abrigos meteorológicos alternativos para pontos fixos e o comportamento de variáveis termo-higrométricas. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 18, p. 157-179, jan./jun. 2016. DOI: http://dx.doi.org/10.5380/abclima.v18i0.45146. Disponível em: https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/45146. Acesso em: 20 out. 2019.

YANG, L.; QIAN, F.; SONG, D. X.; ZHENG, K. L. Research on Urban Heat-Island Effect. **Procedia Engineering**, 169, p. 11-18, 2016. DOI: https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.10.002.