



# **Análise da relação entre vegetação, sombreamento e comportamento de usuários de um espaço livre urbano na cidade de São Carlos-SP**

***Analysis of the relationship between vegetation, shading and user behavior of an urban open space in the city of São Carlos-SP***

***Análisis de la relación entre vegetación, sombreado y comportamiento de los usuarios de un espacio abierto en la ciudad de São Carlos-SP***

BARROS Kamyla Jannine Costa <sup>1</sup>

ROMERO, Marta Adriana Bustos <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidade de São Paulo, Instituto de Arquitetura e Urbanismo, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo. São Carlos, SP, Brasil.  
kamyla\_jannine@hotmail.com  
ORCID: 0000-0002-5159-3040

<sup>2</sup> Universidade de Brasília, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo. Brasília, DF, Brasil.  
bustosromero@gmail.com  
ORCID: 0000-0002-4222-8463

Recebido em 18/03/2023 Aceito em 21/08/2023



## Resumo

O processo de urbanização das cidades tem acentuado as consequências das mudanças climáticas globais. Diante disso, ressalta-se a relevância de estudos que demonstrem a importância de espaços livres urbanos para a qualidade de vida dos usuários das cidades. O objetivo deste trabalho consiste em contribuir para a compreensão das relações existentes entre vegetação, microclima e comportamento de usuários em espaços livres urbanos. O estudo foi realizado no Parque do Kartódromo da cidade de São Carlos-SP, cujo clima caracteriza-se como tropical de altitude. A metodologia constituiu-se em: caracterização da área de estudo; definição dos pontos de medições; mapas comportamentais; medições microclimáticas; análise dos resultados e discussão. Percebeu-se que os valores de temperatura do ar foram semelhantes no ponto sombreado, como também, no ponto exposto ao sol. Algumas variáveis interferiram no comportamento de outras, como foi o caso da temperatura do ar diante da velocidade dos ventos. Outro fator que também pode ter influenciado é o tipo da pavimentação do entorno. Apesar disso, os usuários do parque continuaram preferindo as áreas sombreadas para a realização de suas atividades. Assim, observa-se que em algumas situações, portanto, a presença de vegetação não é suficiente para garantir uma melhora no microclima local.

**Palavras-Chave:** conforto térmico, mapas comportamentais, medições microclimáticas.

## Abstract

*The process of urbanization of cities has accentuated the consequences of global climate change. In view of this, the relevance of studies that demonstrate the importance of urban open spaces for the quality of life of city users is highlighted. The objective of this work is to contribute to the understanding of the existing relationships between vegetation, microclimate and user behavior in urban open spaces. The study was carried out in the Parque do Kartódromo in the city of São Carlos-SP, whose climate is characterized as high altitude tropical. The methodology consists of: characterization of the study area; definition of measurement points; behavioral maps; microclimate measurements; analysis of results and discussion. It was noticed that the air temperature values were similar in the shaded point, as well as in the point exposed to the sun. Some variables interfered with the behavior of others, as was the case with air temperature in relation to wind speed. Another factor that may also have influenced is the type of paving in the surroundings. Despite this, park users continued to prefer shaded areas for carrying out their activities. Thus, it is observed that in some situations, therefore, the presence of vegetation is not enough to guarantee an improvement in the local microclimate.*

**Key-Words:** thermal comfort, behavioral maps, microclimatic measurements.

## Resumen

*El proceso de urbanización de las ciudades ha acentuado las consecuencias del cambio climático global. Ante ello, se destaca la pertinencia de estudios que demuestren la importancia de los espacios abiertos urbanos para la calidad de vida de los usuarios de la ciudad. El objetivo de este trabajo es contribuir a la comprensión de las relaciones existentes entre la vegetación, el microclima y el comportamiento del usuario en los espacios abiertos urbanos. El estudio fue realizado en el Parque do Kartódromo en la ciudad de São Carlos-SP, cuyo clima se caracteriza como tropical de gran altitud. La metodología consiste en: caracterización del área de estudio; definición de puntos de medición; mapas de comportamiento; mediciones de microclima; análisis de resultados y discusión. Se notó que los valores de temperatura del aire eran similares en el punto sombreado, así como en el punto expuesto al sol. Algunas variables interfirieron en el comportamiento de otras, como fue el caso de la temperatura del aire en relación con la velocidad del viento. Otro factor que también puede haber influido es el tipo de pavimento del entorno. A pesar de ello, los usuarios del parque continuaron prefiriendo las zonas de sombra para realizar sus actividades. Así, se observa que en algunas situaciones, por tanto, la presencia de vegetación no es suficiente para garantizar una mejora en el microclima local.*

**Palabras clave:** confort térmico, mapas de comportamiento, medidas microclimáticas.



## 1. Introdução

O processo de urbanização tem crescido cada vez mais nos últimos anos e as consequências desse fato podem ser vistas por diversas perspectivas. Uma das formas de perceber as alterações na vida urbana decorrentes da urbanização é através das mudanças no clima. As iniciativas de mitigação dos efeitos nocivos à saúde humana derivados das mudanças climáticas se apresentam de forma discreta e não acompanham a urgência da crise ambiental de acordo com Romero *et al.* (2019).

Romero *et al.* (2019) mostram que o desempenho ambiental de estruturas urbanas e dos espaços abertos é complexo, englobando elementos que possuem variabilidade espacial, temporal e sazonal, além do verde urbano. O desempenho, por sua vez, influencia decisivamente na qualidade e quantidade de uso dos ambientes urbanos, tornando necessário o conhecimento das condições de conforto desses espaços e de estudos que evidenciem a importância dos espaços livres urbanos para a amenização da temperatura urbana e melhoria da qualidade de vida dos usuários (ROMERO *et al.*, 2019).

Uma das formas de analisar a apropriação desses espaços urbanos por parte dos usuários e como ocorre o uso é através da observação e registro das atividades desenvolvidas por meio de mapas comportamentais. O mapa comportamental permite uma compreensão da relação entre o ambiente e o comportamento das áreas livres, pois permite a visualização dos diversos tipos de comportamentos e suas frequências (PAIVA *et al.*, 2021).

Diversos pesquisadores têm recomendado aumentar a arborização urbana com o intuito de influenciar o clima local (COUTTS, 2015; COUTTS *et al.*, 2016; ALEXANDER *et al.*, 2017). Diante do cenário de mudanças climáticas, onde é previsto o número de eventos extremos de altas temperaturas e chuvas intensas, estratégias que busquem compatibilizar a existência de vegetação nas áreas densamente construídas tornam-se ainda mais importantes (IPCC, 2021).

### 1.1. Impacto da vegetação no microclima

As mudanças climáticas estão cada vez mais severas e perceptíveis no planeta, por isso, é necessário evidenciar os benefícios causados pela preservação do meio natural na tentativa de restabelecer o equilíbrio. Diante disso, a vegetação cumpre um papel importante na manutenção do sistema de regulação do clima por meio dos seus processos fitobioquímicos.

Quanto ao conforto térmico, percebe-se que a temperatura dos ambientes construídos, pela natureza dos materiais com que são edificados, pode apresentar-se extremamente alta em algumas épocas do ano, pois concentram o calor emitido por ondas térmicas que são absorvidas por esses materiais nos ambientes internos gerando desconforto ao usuário. Essa situação acaba ocasionando uma maior demanda energética no funcionamento de aparatos de redução de calor, como ventiladores e condicionadores de ar.

Os efeitos da vegetação nas cidades vão além da estética urbana e dos fatores psicológicos e causam efeito oásis em alguns pontos da cidade. As pesquisas desta área atestam a contribuição na redução da temperatura do ar por meio da vegetação, fixação de poluentes, controle dos ventos e umidificação, agindo sobre os elementos climáticos dos microclimas urbanos (WERNECK, 2018). Os mecanismos que mais tendem a influenciar o balanço energético são captação da radiação solar e evapotranspiração, processo em que as plantas absorvem água do solo e a reemitem para a atmosfera em forma de vapor de água (ROMERO, 2011; TUMINI, 2012).

A copa das árvores realiza papel importante na amenização de fatores climatológicos associados ao conforto térmico nas cidades. As árvores proporcionam folhas com menor áreas após longos períodos com altas temperaturas e precipitação reduzida ou ausente por períodos prolongados (KARDEL *et al.*, 2010; ZHAO e RUNNUNG, 2010). Tal condição ambiental transfere a planta a uma condição de estresse hídrico e aumento nas taxas de evapotranspiração. A altura do início de formação da copa,



em relação à superfície do solo, é um fator que influencia na velocidade do vento e, assim, transforma o movimento do vapor de água e modifica a umidade relativa do ar nas imediações destas plantas (SILVA e PIMENTEL, 2019).

Araujo *et al.* (2017) afirmam que as folhas demonstram grande plasticidade quanto à sua forma e capacidade de uso da água na assimilação/alocação de fotoassimilados. A ciência das variações relativas a tais aspectos possibilita avaliar o perfil funcional das espécies, principalmente daquelas estabelecidas sob determinadas condições ambientais, esclarecendo acerca da contribuição na amenização de desconfortos causados pela urbanização (SILVA e PIMENTEL, 2019).

## **1.2. Espaços livres urbanos**

Os espaços verdes colaboram na melhoria das condicionantes ambientais urbanas, além de promover igualdade socioeconômica entre os usuários e favorecer uma relação intergeracional. Com isso, a existência de parques urbanos se tornou um dos elementos básicos que definem a qualidade de vida em uma cidade.

O emprego da arborização em espaços urbanos cumpre funções importantes desde a promoção de conforto térmico, entre outras, destacando: a função paisagística; a função física (sombreamento, proteção térmica e amenização da poluição sonora); a função química; a psicológica e de saúde; e a função ecológica (MELLO FILHO, 1985).

Liu *et al.* (2019) comprovaram a influência da variedade de microclimas da paisagem no conforto térmico e na saúde humana em comparação com o efeito das condições climáticas predominantes em espaços abertos. Além disso, Aram *et al.* (2020) averiguaram o efeito do resfriamento de um parque urbano no conforto térmico do ponto de vista psicológico e fisiológico, com a finalidade de mostrar o papel efeito dos espaços verdes urbanos na diminuição do calor urbano.

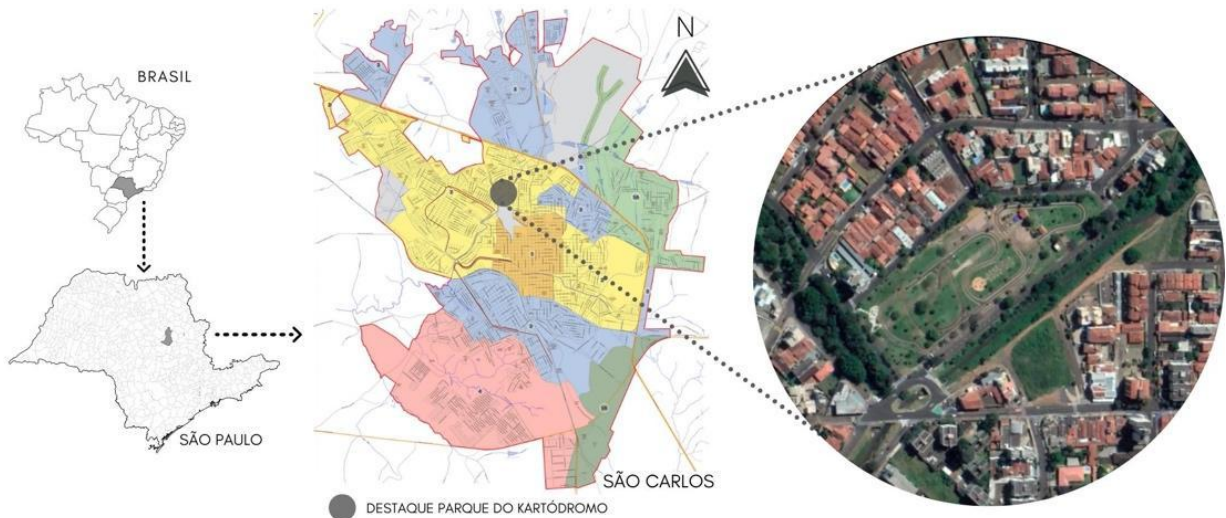
Diante disso, existe uma necessidade global em pensar e planejar espaços urbanos que levem em consideração as características locais e climáticas, visto que essa preocupação visa a melhor qualidade de vida das pessoas. Desse modo, o objetivo desta pesquisa consiste em contribuir para a compreensão das relações existentes entre vegetação, microclima e comportamento de usuários em espaços livre urbanos.

## **2. Método**

O método adotado neste trabalho está subdividido nas seguintes etapas: i) Caracterização da área de estudo; ii) Definição dos pontos de medições; iii) Mapas comportamentais; iv) Medições microclimáticas; v) Resultados; vi) Discussão; vii) Conclusões.

### **2.1. Caracterização da área de estudo**

Foi escolhida como área de estudo a cidade de São Carlos que está localizada no interior de São Paulo, no Sudeste brasileiro, a aproximadamente 232 Km da capital (Figura 1). A cidade está a 21°35'45" e 22°09'30" da latitude Sul e 47°43'04" e 48°05'26" de longitude Oeste. Compreende uma área territorial de 1.136,906 Km<sup>2</sup> (IBGE, 2019), a área urbana configura 6% da área total (67,5 Km<sup>2</sup>) e a área urbana ocupada representa 33 Km<sup>2</sup>. Segundo Barbosa (2009), São Carlos situa-se a uma altitude média de 856m acima do nível do mar, em um dos pontos de maior altitude da cidade.

**Figura 1:** Localização da área de estudo.

De acordo com o Zoneamento bioclimático brasileiro, São Carlos está inserida na Zona Bioclimática 4, a qual ocupa 2% da área brasileira e possui como uma de suas estratégias de condicionamento térmico passivo, o resfriamento evaporativo durante o verão (ABNT, 2005). Conforme a classificação de Köppen, o clima de São Carlos representa-se como Cwa.i – Aw1, o que significa que a cidade apresenta clima quente de inverno seco com transição para clima tropical com verão úmido e inverno seco (TOLENTINO, 2007). Os ventos predominantes na cidade são o nordeste (30%) e sudeste (20%), que consistem nos ventos alísios trazidos pelas massas equatorial atlântica e tropical atlântica respectivamente (TOLENTINO, 2007).

Assim, a cidade 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 apresentar valores de umidade, nebulosidade e temperatura baixos e precipitações escassas. A estação chuvosa ocorre entre outubro e abril, onde é possível encontrar altas temperaturas, umidade elevadas e precipitações abundantes.

São Carlos possui, em seu limite, 863 áreas públicas, dentre elas 265 classificadas como áreas de uso institucional e 598 como sistema de lazer, perfazendo um total de 4,8Km<sup>2</sup>, o que corresponde a 5,6% do perímetro atual (SÃO CARLOS, 2016). O espaço livre urbano selecionado para ser objeto de estudo desta pesquisa foi o Parque Antenor Garcia Ferreira, mais conhecido como Parque do Kartódromo, localizado no bairro Jardim Nova Santa Paula, na parte noroeste da cidade de São Carlos. Os critérios adotados para escolha deste espaço foram os seguintes:

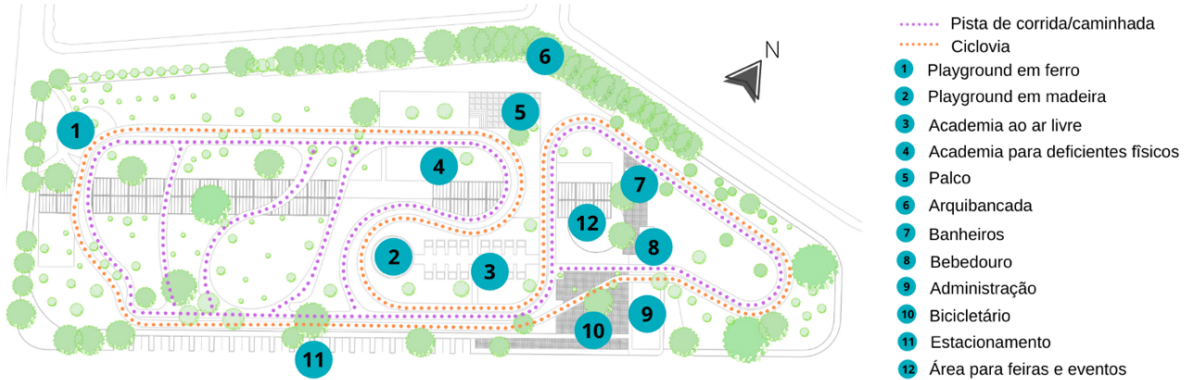
- Ser um equipamento urbano de médio porte relevante para seu bairro, sendo assim, um espaço com frequência de usuários;
- Possuir áreas sombreadas por vegetação arbórea e áreas não sombreadas, possibilitando o reconhecimento dos microclimas e suas influências na sensação de conforto térmico dos usuários;

O Parque do Kartódromo (Figura 2), criado em 2006<sup>1</sup>, é um espaço de uso múltiplo, designado a práticas esportivas e atividades de lazer. Possui pista de corrida, ciclovia, parques infantis, academia ao ar livre, academia para deficientes físicos, arquibancada, banheiros, bebedouro, estacionamento, bicicletário. Comumente ocorrem alguns eventos no parque, como também, feiras livres às

<sup>1</sup> O Parque Antenor Garcia Ferreira, mais conhecido como Parque do Kartódromo, inicialmente tratava-se de uma pista de corrida automobilística destinada aos karts, fundado no ano de 1976. A pista foi desativada pelo Ministério Público no ano de 2003 diante de reivindicações de moradores alegando incômodo devido aos ruídos decorrentes dos motores e cheiro forte da queima de óleo. Em 2006 o espaço foi adaptado, então, para ser um espaço de atividades físicas e lazer (Prefeitura de São Carlos, 2006, 2012).

sextas-feiras, onde são montadas barracas na área nordeste do parque, e há também o parque de diversões que funciona aos finais de semana.

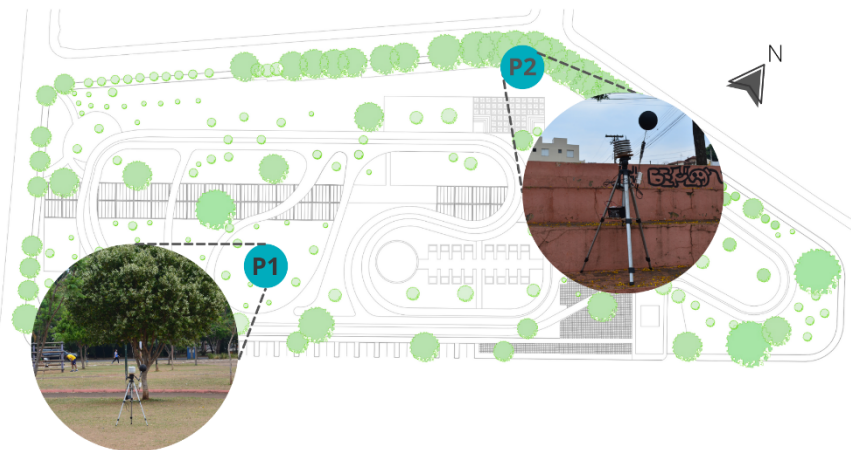
**Figura 2:** Parque do Kartódromo.



## 2.2. Definição dos pontos de medições

A definição dos pontos de medições foi realizada com base em uma observação preliminar da utilização do espaço, sendo considerados então espaços que são comumente utilizados. Foram escolhidos dois pontos no qual um fosse sombreado e outro não sombreado na maior parte do dia. A Figura 3 expõe o ponto 1 (P1) que é uma área exposta à radiação solar direta, mas que é bastante utilizada ao longo do dia. É uma área livre, sem mobiliário e com algumas vegetações de pequeno porte. Apresenta forração gramínea, é comumente utilizada para atividades livres, especialmente pelas crianças ou por pessoas que levam seus cachorros para brincarem nessa área.

**Figura 3:** Localização dos pontos de medições.



Além disso, também foi determinado o ponto 2 (P2), o qual está localizado na arquibancada e costuma ser utilizado em qualquer horário do dia em função do seu sombreado (parcial ou completo). A arquibancada é composta por concreto pigmentado nas cores rosa e azul.

## 2.3. Mapas comportamentais

Foram elaborados mapas preliminares em dois horários – durante a manhã e a tarde – de um dia de semana, que ao serem compatibilizados, deram origem ao mapa comportamental, de acordo com a metodologia descrita por Romero e Ornstein (2003), observação de atividades (ROLNIK, 2014) e práticas socioespaciais (ANDRADE, 2015).

Os mapas preliminares foram desenvolvidos a partir da observação *in loco* do comportamento dos

usuários no parque urbano. As considerações acerca do comportamento dos usuários foram inseridas em plantas baixas do parque urbano, onde também foi registrado o horário em que cada observação foi realizada.

São expostos no mapa comportamental os principais percursos percorridos pelos usuários, as principais áreas de concentração e as atividades realizadas no parque, o que possibilita uma análise qualitativa da utilização do espaço urbano. Vale salientar que o mapa representa a utilização do espaço urbano tão somente no período analisado, podendo variar nas demais épocas do ano, assim como, ao passar do tempo.

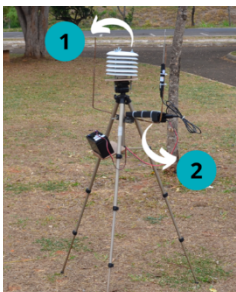
O mapa comportamental foi desenvolvido a partir de plantas técnicas cedidas pelos arquitetos autores do projeto do Parque do Kartódromo, Luciana Schenk e Leandro Schenk, adaptados para as condições atuais do parque através de levantamento *in loco*.

## 2.4. Medições microclimáticas

As medições microclimáticas ocorreram no dia 21 de setembro de 2021, presente no período seco característico do clima da cidade de São Carlos. As condições atmosféricas neste dia estavam favoráveis, isto é, céu com ausência de nuvens e conseqüentemente sem a formação de precipitação pluviométrica (OKE, 1982).

As variáveis climáticas analisadas neste trabalho foram: temperatura do ar (°C), umidade relativa do ar (%) e velocidade dos ventos (m/s). A Figura 4 mostra como os equipamentos utilizados para as medições foram instalados no tripé: o datalogger modelo H08-003-02 da ONSET/HOBO (para temperatura do ar e umidade relativa) (1) e 445 + sonda de esfera quente (para velocidade dos ventos) (2), disponibilizados pelo Laboratório de Conforto Ambiental (LCA) da Universidade de São Paulo e, onde os equipamentos estavam a uma altura de 1,1m do solo, segundo a NBR 16401-2 (ABNT, 2008).

**Figura 4:** Equipamentos instalados no tripé para medições.



A NBR 16401-2 (ABNT, 2008) indica que durante as medições de temperatura do ar, o equipamento deve ser protegido da influência da radiação solar, superfícies frias ou quentes e outras fontes de radiação. Assim, como a universidade não possui de abrigos meteorológicos para os HOBOS, foram utilizados abrigos meteorológicos alternativos confeccionados com poliestireno (BARROS, 2022).

Os pontos de medições foram escolhidos a partir de critérios como a utilização frequente do espaço observada anteriormente, como também, a diferenciação entre um ponto exposto à radiação solar e um ponto sombreado por vegetação arbórea. Todos os dados coletados foram registrados de 10 em 10 minutos e organizados em planilhas do Excel, onde posteriormente foram gerados os gráficos para análise. A estação meteorológica de referência utilizada foi a estação de número 83726 da rede do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) localizada na Universidade Federal de São Carlos (UFSCar).

Desse modo, a análise comportamental foi realizada simultaneamente às medições microclimáticas. Posteriormente foram elaborados os mapas comportamentais e analisados em paralelo aos dados obtidos através das medições. A partir disso foi possível perceber a relação existente entre as

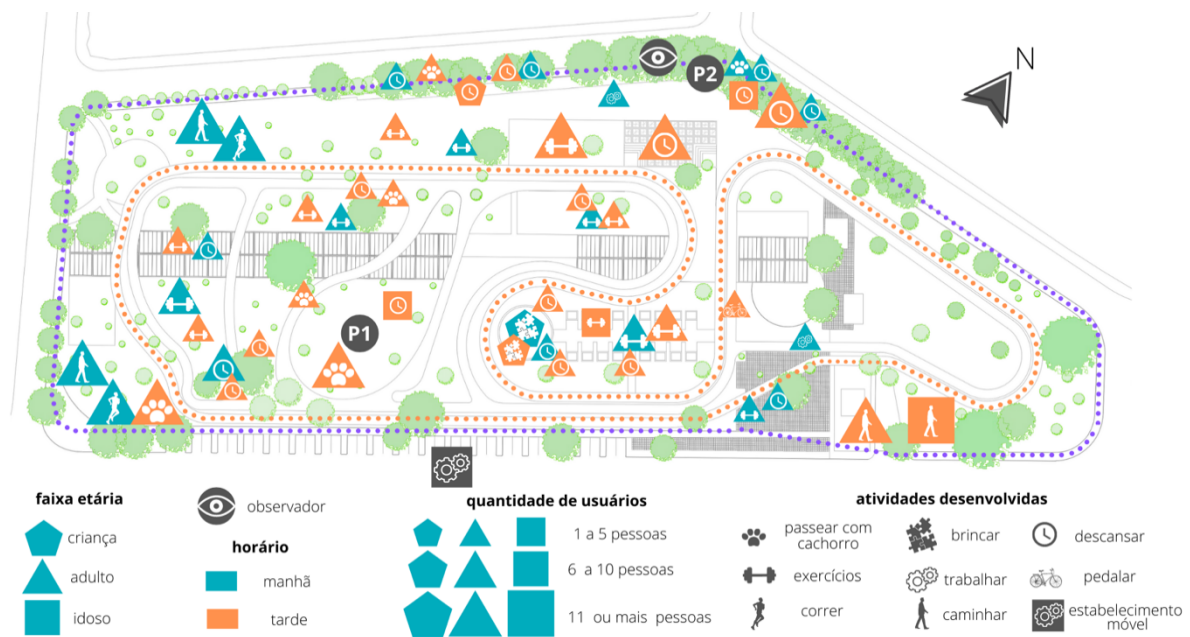
atividades desenvolvidas no parque, quais são realizadas em áreas sombreadas ou não e como se apresentaram as variáveis climáticas no período em que a análise foi desenvolvida.

### 3. Resultados

#### 3.1. Mapas comportamentais

Foi elaborado um mapa comportamental referente à dinâmica do parque urbano no período de um dia (Figura 5). No período da manhã a análise foi realizada entre 09h00 e 11h00. Os horários entre 09h e 10h30 foi o intervalo de tempo mais movimentado e à medida que foi se aproximando de 12h, o parque foi esvaziando.

Figura 5: Mapa comportamental.



A maioria das pessoas que frequentam o espaço nesse período realizam atividades físicas, sejam concentradas em alguns pontos sombreados do parque, levando seus pesos ou equipamentos para exercícios ou através de corrida e/ou caminhada e meditação (Figura 6). Existem alguns bancos posicionados ao longo do parque, especificamente embaixo de árvores, o que torna esses espaços ainda mais convidativos, principalmente para sentar-se, conversar e descansar. O parque conta com dois espaços de playground, um em formato de caixa de areia na área central do parque, possuindo brinquedos em madeira; e o outro na área lateral do parque, possuindo brinquedos em ferro. Durante esse período da manhã, apenas o playground em madeira foi utilizado, ainda que não estivesse sombreado.



**Figura 6:** Pessoas se exercitando e meditando nas sombras das árvores.



No período da tarde a observação ocorreu entre 14h e 17h e inicialmente o parque estava bem vazio. A quantidade de pessoas no parque vai aumentando à medida em que vai se aproximando de 16h, especialmente crianças para brincar no playground ou andar de bicicleta pelo parque (Figura 7). Além disso, começam a ocorrer aulas variadas em áreas sombreadas do parque. O fluxo de pessoas caminhando ou correndo aumenta nesse horário comparado ao período da manhã.

**Figura 7:** Pessoas caminhando, crianças brincando no playground.



### 3.2. Medições microclimáticas

As medições microclimáticas foram realizadas em um dia de céu claro, poucas nuvens e, por consequência, sem a formação de precipitação pluviométrica, como mostra a Figura 8. A análise ocorreu comparando o comportamento das variáveis microclimáticas em um ponto sombreado e um ponto exposto à radiação solar.

**Figura 8:** Condições do céu no dia de medições.



### 3.2.1. Temperatura do ar

A estação meteorológica de referência utilizada neste trabalho foi a estação SÃO CARLOS A711 do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET localizada no Campus da Universidade Federal de São Carlos. A Figura 9 mostra um perfil topográfico onde são apontadas as localizações tanto da estação de referência, quanto do Parque do Kartódromo e é possível observar uma diferença de 40m de altitude entre os pontos.

**Figura 9:** Altitude da estação de referência e do objeto de estudo.



Fonte: Adaptado de Google Earth Versão 8 (2021)

A Figura 10 mostra a variação da temperatura do ar no dia 21 de setembro de 2021. É possível perceber que neste dia os valores de temperatura durante a maior parte do dia mantiveram-se elevados.

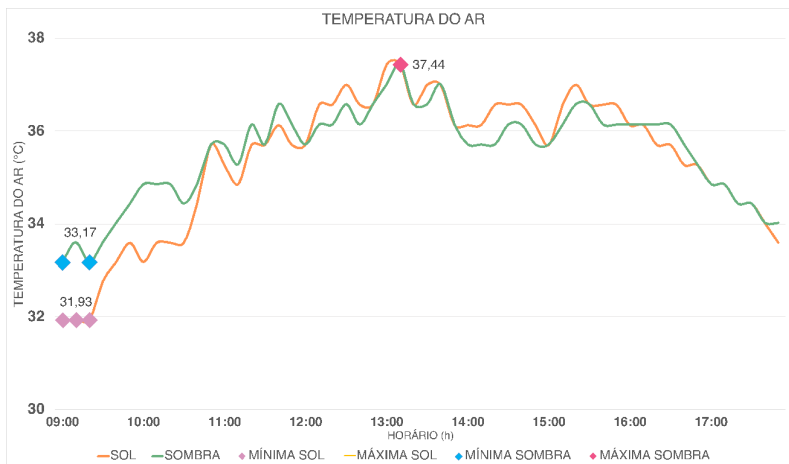
**Figura 10:** Temperatura por Hora – Estação: SÃO CARLOS (A711).



Fonte: INMET (2021)

Os valores mínimos de temperatura do ar, tanto no ponto sombreado, quanto no ponto exposto à radiação solar, foram encontrados no período da manhã, por volta das 09h. No ponto exposto ao sol, a temperatura mínima atingida foi 31,93°C e no ponto sombreado por vegetação a temperatura mínima atingiu 33,17°C. Os valores máximos coincidiram em 37,44°C por volta de 13h20min tanto no ponto exposto ao sol, quanto no ponto sombreado por vegetação (Figura 11). A diferença dos valores, quando comparados aos valores coletados pela estação de referência, pode ser justificado pela diferença de altitude.

**Figura 11:** Variação da temperatura do ar no dia 21 de setembro.

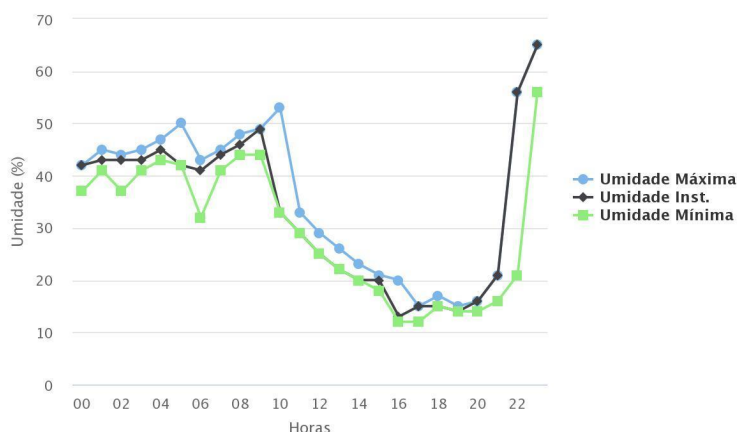


Fonte: INMET (2021)

### 3.2.2. Umidade relativa do ar

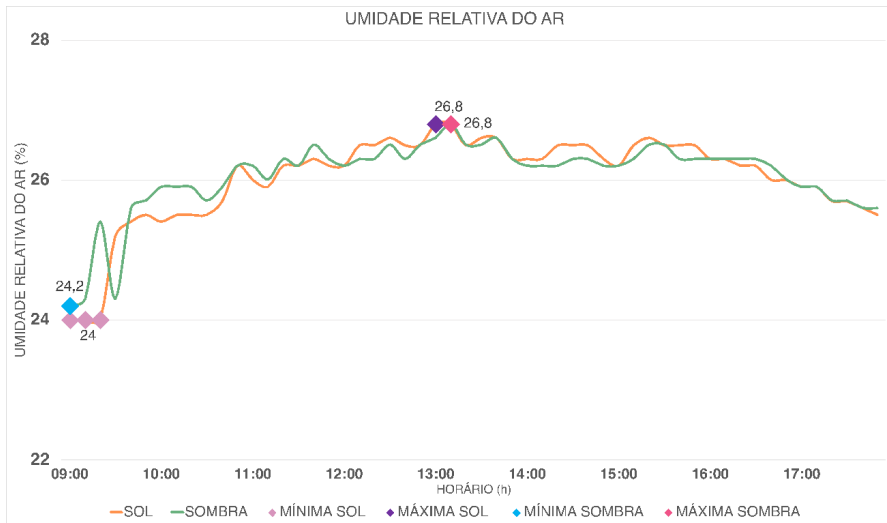
A variação da umidade relativa do ar encontra-se na Figura 12. Os menores valores foram encontrados por volta de 16h, registrando 12% aproximadamente, enquanto os maiores valores – cerca de 66% – foram registrados às 23h. Como citado anteriormente, a altitude pode interferir na diferença de valores encontrado nos dados coletados no Parque do Kartódromo.

**Figura 12:** Umidade por Hora – Estação: SÃO CARLOS (A711).



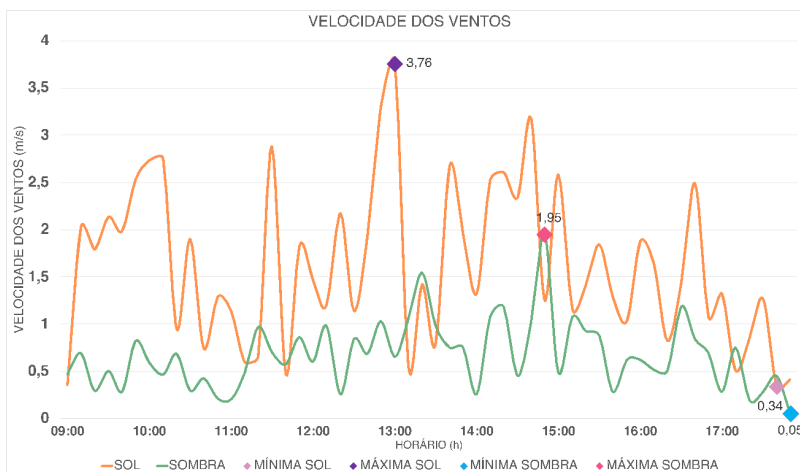
Fonte: INMET (2021)

A umidade relativa do ar atingiu os menores valores também por volta das 09h da manhã. No ponto exposto ao sol, a umidade relativa alcançou 24% e 24,2% no ponto sombreado, valores bastante aproximados, assim como aconteceu com a temperatura do ar. As máximas também coincidiram tanto nos valores, quanto no horário, alcançou-se 26,8% por volta de 13h20min (Figura 13).

**Figura 13:** Variação da umidade relativa do ar no dia 21 de setembro.

### 3.2.3. Velocidade dos ventos

A velocidade dos ventos variou bastante durante o dia, especialmente no ponto exposto ao sol, o que pode ser explicado pelo fato de que tal ponto está localizado em uma área aberta e sem obstáculos para a penetração dos ventos, diferentemente do ponto sombreado por vegetação. Apesar disso, as mínimas concentram-se em um horário aproximado. Atingiu-se 0,05m/s e 0,34m/s no ponto sombreado e no ponto exposto ao sol, respectivamente, ambos próximo às 18h. No ponto exposto ao sol, a velocidade dos ventos atingiu 3,76m/s por volta das 13h10min, a qual é considerada a velocidade máxima ao longo do dia. A velocidade mínima no ponto sombreado alcançou 1,95m/s próximo às 15h (Figura 14).

**Figura 14:** Variação da velocidade dos ventos no dia 21 de setembro.

Diante da análise comportamental constatou-se que os usuários do parque urbano utilizam as áreas destinadas às corridas e caminhadas para realizar atividades físicas, bem como, as academias ao ar livre, as quais possuem mobiliário fixo. Porém, sempre procuram as áreas sombreadas para descanso ou para realizar atividades físicas, individuais ou em grupo, utilizando materiais trazidos por elas. Além disso, a maioria das áreas sombreadas são utilizadas em todos os horários do dia, enquanto as áreas expostas à radiação, ou seja, que não possuem sombreamento seja por vegetação ou pelo entorno, só costumam ser utilizadas a partir do final da tarde.

Outro fator que, possivelmente, interferiu nos valores de temperatura do ar encontrados foi a velocidade dos ventos. O ponto 1 (exposto à radiação solar) é um ponto localizado no meio do parque, sem muitos obstáculos para a penetração da ventilação natural. Já o ponto 2 (sombreado por vegetação arbórea) é um ponto localizado em uma área mais restrita, com a presença da arquibancada que funciona como uma barreira para os ventos, além de outros elementos no parque que reduzem a velocidade dos ventos até tal ponto.

#### 4. Discussão dos resultados

Foi possível perceber que os valores de temperatura do ar foram semelhantes tanto no ponto sombreado quanto no ponto exposto à radiação solar. Alguns fatores podem ter influenciado esse comportamento como, por exemplo, a influência do entorno, especialmente dos pavimentos, visto que se supõe que o ponto sombreado poderia apresentar temperatura menor que o ponto exposto à radiação solar, porém possuía pavimento em concreto em seu entorno, o que pode ter influenciado no valor da temperatura.

Kowalski (2019) já havia constatado que os pavimentos representam um fator importante no clima urbano, visto que as altas temperaturas superficiais expandem o calor sensível liberado para atmosfera e contribuem no desenvolvimento de ilhas de calor urbanas. Além disso, Matos (2011) comparou dados de temperatura superficial com o balanço térmico nas superfícies urbanas, bem como dos dados microclimáticos registrados e verificou o efeito do armazenamento de calor na estrutura urbana, apontando a tendência ao estresse térmico.

Estudos anteriores comprovam a influência da vegetação no microclima urbano, funcionando como termorregulador (ABREU, 2008; LABAKI et al., 2011; SHINZATO e DUARTE, 2017). A vegetação oferece benefícios indiretos ao microclima, por meio da evapotranspiração que mitiga as superfícies e ao adjacente devido à troca de calor; e diretos, através do sombreamento que pode reduzir a conversão de energia radiante em calor sensível e diminuir a temperatura da superfície (ANDRADE, 2022). Apesar disso, no presente estudo pôde-se observar que em determinadas situações apenas a presença de vegetação não é suficiente para garantir uma melhora no microclima local, porém necessita de um aprofundamento na investigação dos fatores que possam ter influenciado neste resultado. Outros fatores devem ser analisados e considerados no planejamento de parques urbanos, como por exemplo, possíveis barreiras para a ventilação natural, em algumas ocasiões a própria topografia, e o tipo de pavimento utilizado no entorno.

O presente estudo aponta a necessidade de considerar a multidisciplinariedade no planejamento urbano, especialmente em casos de espaços livres urbanos, considerando aspectos climáticos locais, características morfológicas do parque e seu entorno e a especificação dos materiais utilizados, entre outros. Para alcançar espaços urbanos e cidades saudáveis, sustentáveis e bioclimaticamente adequadas é necessário envolver especialistas de diversas áreas a fim de garantir um processo de planejamento e gestão participativa e inclusiva.

#### 5. Conclusões

Sendo assim, este trabalho buscou contribuir para a compreensão das relações existentes entre vegetação, microclima e comportamento de usuários em espaços livres urbanos. Foi possível perceber, na análise realizada no Parque do Kartódromo, que os usuários buscavam realizar suas atividades nas áreas sombreadas sempre que possível, tornando clara a relação existente entre o sombreamento e o comportamento dos usuários. Em algumas ocasiões, apesar dos valores de temperatura do ar se mostrarem elevados em alguns pontos, a ventilação natural proporcionou a permanência dos usuários, deixando o ambiente agradável.

A metodologia utilizada mostrou-se adequada, apesar da análise ser limitada somente ao período do dia, devido a disponibilidade dos técnicos do laboratório que ofereceram suporte no período de medições, e por questões de segurança. Em trabalhos futuros pretende-se realizar as medições em



outras estações do ano, além de simulações computacionais com a finalidade de investigar essa relação em outros períodos do ano.

## 6. Agradecimentos

Agradecimento ao CNPq pelo financiamento da pesquisa e ao Laboratório de Conforto Ambiental do Instituto de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo que disponibilizou os equipamentos para as medições microclimáticas.

## 7. Referências

ABREU, Loyde Vieira. Avaliação da escala de influência da vegetação no microclima por diferentes espécies arbóreas. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

ALEXANDER, P. J. et al. Land surface temperature climatology over urban surfaces: A blended approach. In: 2017 Joint Urban Remote Sensing Evento (JURSE). **Anais...** Dubai: 2017.

ANDRADE, L.S. **É possível transformar em cidade a anticidade?** Crítica ao urbanismo de empreendimentos do PMCMV. In: AMORE, C.S; SHIMBO, L.Z., RUFINO, M.B.C. (org). *Minha casa... e a cidade? Avaliação do programa minha casa minha vida em seis estados brasileiros*. 1. ed. Rio de Janeiro: Letra Capital, 2015.

ANDRADE, Renata Godinho Cordeiro. A contribuição da vegetação para melhoria do microclima urbano: estudo de caso em superquadras de Brasília. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília, 2022.

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 Mediterranean 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.

ARAUJO, V. K. R.; SANTOS, J. M. F. F.; ARAÚJO, E. L.; PIMENTEL, R. M. M.; SILVA, K. A. 2017. Influence of leaf morphometric variations on the growth of seedlings and juveniles of woody species in a semiarid environment. **Brazilian Journal of Botany**, v. 40, n. 4, p. 1019, 1028. 2017.

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.

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.

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.

BARROS, Kamyla Jannine Costa. Parque urbano, conforto térmico e comportamento dos usuários: o caso do Parque do Kartódromo na cidade de São Carlos/SP. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Instituto de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2022.

BRASIL. Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Disponível em: <https://tempo.inmet.gov.br/TabelaEstacoes/83726>.

COUTTS, A. Green infrastructure for cities: It's all about trees. **Urban Climate News n.57**, p. 7-12, set.



2015.

COUTTS, A. M. et al. Thermal infrared remote sensing of urban heat: Hotspots, vegetation, and an assessment of techniques for use in urban planning. **Remote Sensing of Environment**, v. 186, p. 637-651, 2016.

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

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change. Climate change 2021: impacts, adaptation and vulnerability, 2021.

KARDEL, F.; WUYTS, K.; BABANEZHAD, M.; VITHARANA, U. W. A.; WUYTACK, T.; POTTERS, G.; SAMSON, R. Assessing urban habitat quality based on specific leaf area and stomatal characteristics of *Plantago lanceolata* L. **Environmental Pollution**, v. 158, p. 788-794. 2010.

KOWALSKI, Luiz Fernando. Influência do albedo de pavimentos no campo térmico de cânions urbanos: estudo de modelo em escala reduzida. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2019.

LABAKI, L. C.; SANTOS, R. F.; BUENO-BARTHOLOMEI, C. F.; ABREU, L. V. Vegetação e conforto térmico em espaços urbanos abertos. Mudanças Climáticas e o Impacto das Cidades. Fórum Patrimônio, Belo Horizonte, vol. 4, n.1, p. 23-42, 2011.

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.

MATOS, Emmanuelle Maria Vasconcelos. A influência da emissividade dos pavimentos urbanos nos índices de conforto térmico – Estudo de caso em Natal/RN. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2011.

MELLO FILHO, L. E. Arborização urbana. In.: ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 1., 1985. Porto Alegre. Anais... Porto Alegre, 1985. p. 45- 49.

OKE, T. R. The energetic basis of the urban heat island (Symons memorial lecture, 20 May 1980). Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society 108 (455) (1982), pp. 1-24.

PAIVA, I. M. M.; ANDRADE, L. P. DE; ANDRADE, H. M. L DA S.; SILVA, R. N. D. A pandemia da COVID-19 e a utilização dos parques públicos urbanos de Garanhuns-PE. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 13, e412101321317, 2021.

PREFEITURA DE SÃO CARLOS. Parque do Kartódromo – Projeto detalha 2ª fase de obras. Disponível em: <http://www.saocarlos.sp.gov.br/index.php/noticias-2006/149075-parque-do-kartodromo.html>. Acesso em 02 novembro de 2021.

PREFEITURA DE SÃO CARLOS. Parque do Kartódromo ganha academia ao ar livre. Disponível em: <http://www.saocarlos.sp.gov.br/index.php/2012/162463-parque-do-kartodromo-ganha-academia-ao-ar-livre.html>. Acesso em 02 novembro de 2021.

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.

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



ROMERO, Marta Adriana Bustos. *Arquitetura do lugar: uma visão bioclimática da sustentabilidade em Brasília*. São Paulo: Nova Técnica Editorial, 2011. 164p.

ROMERO, Marta Adriana Bustos. [et al.]. 2. Planejamento Territorial Urbano 3. Infraestrutura 4. Desenvolvimento Sustentável 5. Paisagismo I. Relação entre mudanças climáticas e ilhas de calor urbanas (2019: Brasília – Distrito Federal – Brasil) II. Título.

SÃO CARLOS (MUNICÍPIO). **Lei Municipal nº 18.053, de 19 de dezembro de 2016**. Estabelece o Plano Diretor do Município de São Carlos e dá outras providências. São Carlos: Diário Oficial do Município, de 28 de dezembro de 2016.

SHINZATO, P.; DUARTE, D. H. S. Impacto da vegetação nos microclimas urbanos e no conforto térmico em espaços abertos em função das interações solo-vegetação-atmosfera. 2017.

SILVA, L. H. G. DA; PIMENTEL, R. M. DE M. Estrutura morfológica foliar da arborização urbana na manutenção do conforto térmico. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, v. 04, n. 01, p. 104-109, 2019.

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

TUMINI, I. *El microclima urbano en los espacios abiertos. Estudio de casos en Madrid*. Madrid, 2012. Tese (Doutorado) - Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, 2012.

WERNECK, Daniela Rocha. *Estratégias de mitigação das ilhas de calor urbanas: estudo de caso em áreas comerciais em Brasília – DF*. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília, 2018.

ZHAO, M.; RUNNING, S. W. Drought-Induced Reduction in Global Terrestrial Net Primary Production from 2000 Through 2009. **Science**, v. 329, n. 5994, p. 940-943. 2010.





## **Kamyla Jannine Costa Barros**

Arquiteta e Urbanista pela Universidade Federal de Alagoas. Especialista em Reabilitação Ambiental Arquitetônica e Urbanística pela Universidade de Brasília. Mestra em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade de São Paulo. Possui experiência acadêmica na área de Arquitetura e Urbanismo com ênfase em conforto ambiental do espaço urbano, climatologia urbana, espaços livres urbanos e planejamento urbano com enfoque em condições climáticas locais.

**Contribuição de coautoria:** Concepção, Curadoria de dados, Análise, Coleta de dados, Metodologia, Supervisão, Validação, Visualização, Redação – rascunho original, Redação – revisão e edição.

## **Marta Adriana Bustos Romero**

Graduação pela Universidad de Chile e pela Pontifícia Universidade Católica de Campinas. Especialização em Arquitetura na Escola de Engenharia, USP São Carlos. Mestrado em Planejamento Urbano pela Universidade de Brasília. Doutorado em Arquitetura pela Universitat Politècnica de Catalunya. Pós-Doutorado em Landscape Architecture na PSU. Atualmente é professora Titular da Universidade de Brasília. Tem experiência na área de Arquitetura e Urbanismo, atuando principalmente nos seguintes campos: tecnologia da Arquitetura e do Urbanismo, sustentabilidade, urbanismo sustentável, bioclimatismo, desenho urbano, espaço público, e arquitetura e clima. Nesses campos, publicou e organizou os seguintes livros e coletâneas: Princípios Bioclimáticos para o Desenho Urbano, Arquitetura Bioclimática do Espaço Público, Indicadores de Sustentabilidade Urbana, Reabilitação Ambiental Sustentável Arquitetônica e Urbanística, Tecnologia e Sustentabilidade para a Humanização dos Edifícios de Saúde, Arquitetura do Lugar.

**Contribuição de coautoria:** Concepção, Metodologia, Supervisão, Validação, Redação – revisão e edição.

AGÊNCIA DE FOMENTO DA PESQUISA: CNPq

**Como citar:** BARROS, K. J. C., ROMERO, M. A. B. Análise da relação entre vegetação, sombreamento e comportamento de usuários de um espaço livre urbano na cidade de São Carlos-SP. Revista Paranoá, n.36, Edição Temática Reabilitação Ambiental Sustentável - 2023. DOI 10.18830/issn.1679-0944.n36.2023.05.

**Editor responsável:** Caio Silva (PPG-FAU/UnB) e Teresa Santos (Universidade Nova de Lisboa, Portugal).

**Assistente Editorial:** Lucídio Avelino.