ENTAC 2024
XX ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO
Maceió, Brasil, 9 a 11 de outubro de 2024

A influência de diferentes exemplares vegetais no conforto térmico de pedestres e ciclistas em São Paulo, SP

The influence of different plant specimens on the thermal comfort of pedestrians and cyclists in São Paulo, SP

Bruna Suzana Pereira Dias
Universidade Presbiteriana Mackenzie | São Paulo | Brasil |
bruna.dias@mackenzista.com.br
Loyde Vieira de Abreu-Harbich
Universidade Presbiteriana Mackenzie | São Paulo | Brasil |
loyde.harbich@mackenzie.br

Resumo

A presença de diferentes exemplares vegetais influencia na rota dos ciclistas e pedestre por questões estéticas e de conforto térmico. O objetivo desta pesquisa é avaliar quantitativamente a relação entre diferentes exemplares vegetais e a melhoria do conforto térmico na ciclovia da Avenida Professor Fonseca Rodrigues em São Paulo a partir de . Métodos: a) Levantamento documental; b) Teste do Protótipo para levantamento de Campo c) Levantamento de dados climáticos de campo; d) análise estatística. Como resultado, validou-se um protótipo para coleta de dados de temperatura do ar e umidade, desenvolvida durante a pesquisa. Esse equipamento permite a coleta de medidas móveis em áreas abertas para avaliação do conforto térmico de São Paulo e melhorar a compreensão do papel da vegetação no clima urbano. Essas informações são necessárias para a preservação, implantação e correta manutenção da arborização viária, bem como uma medida de obtenção do conforto térmico, bem-estar e saúde nas cidades. Esta pesquisa faz parte do projeto de pesquisa Universal CNPQ, n. processo: 409032/2021-2.

Palavras-chave: Conforto térmico em ambientes externos. Mobilidade ativa. Vegetação Arbórea. Medições ambientais por transecto. sensores de temperatura e umidade de baixo custo

Abstract

Tree shade can reduce the incidence of radiation in urban soil, controlling the climate and promoting greater health and well-being by making the environment more inviting for practicing outdoor sports. The objective of this research is to quantitatively evaluate the relationship between differen9t plant specimens and the improvement of thermal comfort on the Avenida Professor Fonseca Rodrigues cycle path in São Paulo. Methods: a) Documentary survey; b) test of prototype for field meteorological data c) Collection of field meteorological

Como citar:
DIAS, B. S. P., ABREU-HARBICH, L. V. A influência de diferentes exemplares vegetais no conforto térmico de pedestres e ciclistas em São Paulo, SP. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 20., 2024, Maceió. **Anais**... Maceió: ANTAC, 2024.

data; d) statistical analysis. As a result, it was validated the field data collection methodology using the meteorological prototype developed during the research, calibrate different thermal comfort indices for the humid subtropical climate of São Paulo and improve the understanding of the role of vegetation in the urban climate. This information is necessary for the preservation, implementation, and correct maintenance of road afforestation, as well as a measure to obtain thermal comfort, well-being and health in cities. This research is part of the Universal CNPQ research project, n. process: 409032/2021-2.

Keywords: Outdoor Thermal Comfort. active mobility. Tree vegetation. Transect field measurements. low cost sensors of air temperature and humidity

INTRODUÇÃO

O processo contínuo de ampliação da área urbanizada junto a supressão da cobertura vegetal altera as condições microclimáticas das cidades, prejudicando a saúde e bem-estar da população. Estudos apontaram que a presença de exemplares vegetais como árvores e palmeiras é uma estratégia prática recomendada para mitigar os efeitos negativos das mudanças no microclima urbano, proporcionando mais conforto térmico à população [1, 2, 3, 4].

Os exemplares vegetais deixam o ambiente urbano esteticamente agradável e bem cuidado, aumentando o tempo de permanência das pessoas nesses ambientes, seja para a prática esportiva como para a contemplação [5] Segundo o Programa Brasileiro de Mobilidade por Bicicleta [6], o sombreamento das vias é um fator que influencia na decisão do uso de bicicletas pelas pessoas, além de ser melhorar a qualidade ambiental nas ciclovias. Considerando os meios de locomoção ativo, ou seja, o andar a pé de casa ou escritório até o ponto de ônibus ou estacionamento, a arborização urbana é um indicador de qualidade do passeio assim como a iluminação da via e a ausência de obstáculos.

Estudos apontam que os benefícios do resfriamento proporcionados pela vegetação arbórea podem variar com: o clima [7]; tipo de espécie arbórea e características ambientais, tais como: desenvolvimento da vegetação em meio a topografia urbana, acesso a água entre outros [8], altura e largura dos edifícios, orientação das vias [9] e a quantidade de árvores - árvore isolada ou agrupamento de árvores [10].

A aplicação assertiva de informações qualiquantitativa poderá auxiliar planejadores urbanos numa arborização assertiva a partir da escolha da espécie correta a ser plantada no lugar correto a fim de promover trazer conforto térmico aos pedestres e ciclistas e reduzir os efeitos negativos das mudanças climáticas [11]. O objetivo desta pesquisa é avaliar quantitativamente a relação entre diferentes exemplares vegetais arbóreos e a melhoria do conforto térmico na ciclovia da Avenida Professor Fonseca Rodrigues em São Paulo.

REFERENCIAL TEÓRICO

As folhas das árvores absorvem 80% da radiação visível, 10% refletida e 10% transmitida, e 20% da radiação infravermelha é absorvida, 50% refletida e 30% transmitida. Assim, as árvores controlam a radiação solar e oferecem conforto térmico adicional. A Temperatura Média Radiante (TRM) em um bosque na Holanda é

aproximadamente 7,4º C menor do que em um espaço aberto[4]. A temperatura TRM sob árvores plantadas em uma área gramada na Grécia é de aproximadamente 8º C a menos que um espaço aberto [12]. No Brasil, foi observado que a temperatura do TRM sob árvores isoladas com copas densas é cerca de 20º C menor que ao sol e 3º C sob copas baixas [10].

Ademais, a redução da TRM pode ser ainda maior se as árvores forem distribuídas de maneira a promover uma grande área sombreada. Em Montreal, as árvores reduziram a TRM, 40º K sob árvores distribuídas nas ruas[13]. Outros estudos compararam a atenuação da radiação solar com o IAF (Índice de Área Foliar) e observaram o IAF foi um parâmetro significativo na filtragem da radiação [14]. Foi observado que o *Mesua ferrea L*., que tem IAF médio de 6,1, foi capaz de reduzir a radiação em 92,55%, enquanto *Hura crepitans* L., com IAF médio de 1,5, forneceu apenas 79% de filtração da radiação. Em São Paulo - SP, observou-se uma variação na copa de uma árvore elíptica de entre 39 °C (IAF 1 m2 /m2) e 49° C (IAF 5 m2 /m2), variação próxima dos resultados abaixo do dossel para árvores com copas esféricas entre 39,5° C (IAF 1 m2 /m2) e 49,4° C (IAF 5 m2 /m2) [15].

O agrupamento da espécie Sibipiruna (C. *pluviosum*) em Campinas, São Paulo, Brasil, reduziu aproximadamente 94,8% da radiação solar direta incidente, reduzindo a temperatura na hora mais quente do dia em 2,7º C [10]. A atenuação solar da Washingtônia foi de 71,5%, a Tamareira de 53,8% e a Rabo de Raposa de 50,3% na mesma cidade [16].

A temperatura do ar em Goiânia foi reduzida pela espécie Sibipiruna em até 6,8º C, TRM em 3,73º C, PET em 11º C e UTCI em 10º C [17]. Além disso, foi observado que cerca de 34% das pessoas entrevistadas afirmaram estar em conforto térmico sob a sombra das árvores, enquanto 14,4% afirmaram estar sob a sombra das palmeiras. Essas pesquisas mostram que existe uma forte correlação entre a influência das características específicas de cada espécies, a capacidade de sombreamento medida pelo IAF, e pela mitigação das temperaturas do ar e TRM.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Os procedimentos metodológicos consistem em: Seleção da área de estudo; Seleção dos equipamentos; Coleta de dados de campo; Análise estatística descritiva dos dados climáticos.

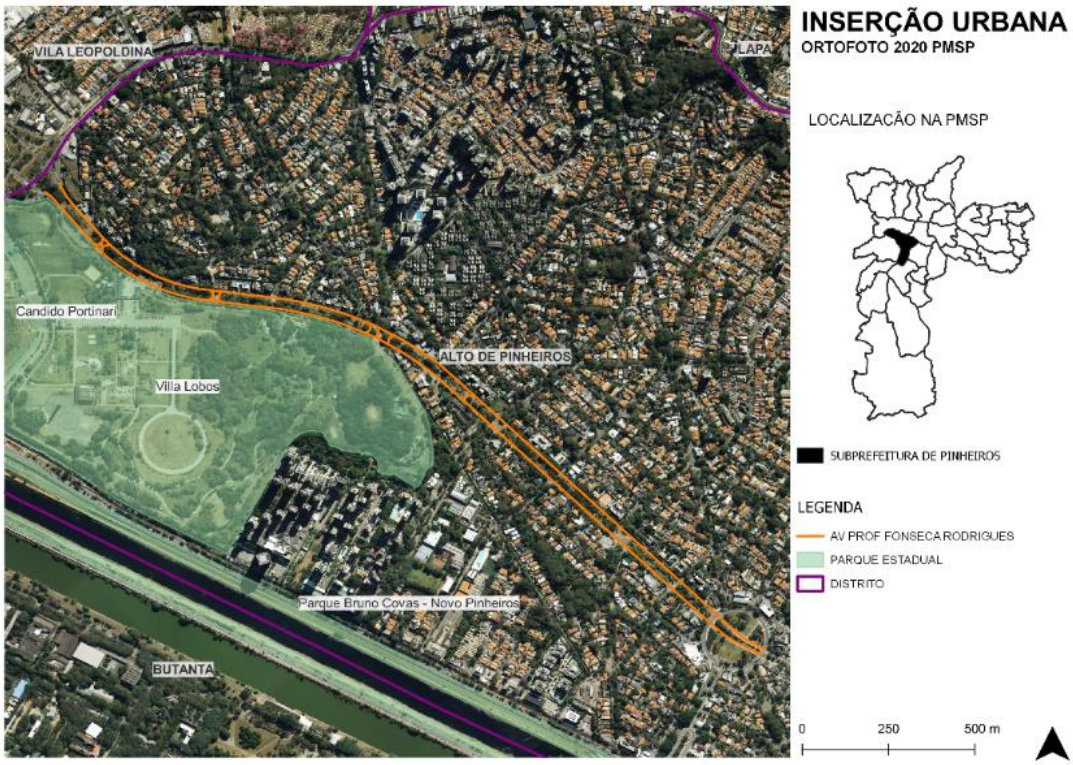
SELEÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Esta pesquisa se desenvolveu no município de São Paulo (23° 32’ 56” Sul, 46° 38’ 20” Oeste), situado na região sudeste do Brasil. A cidade possui uma população estimada de 11.451.245 pessoas e densidade demográfica de 7.527,76 habitantes por quilômetro quadrado, segundo o censo de 2022 [18].O clima do Município é condicionado pela compartimentação do relevo, notadamente pela presença das serras do Mar e da Cantareira e da Bacia Sedimentar de São Paulo [19]. De acordo com a classificação de Köppen [20]. O clima de São Paulo é Cwa, caracterizado por um inverno seco com temperaturas inferiores a 18ºC e um verão quente com temperaturas superiores a 22ºC **.**

Em, 2022, a temperatura média anual atingiu a marca de 19,9°C. Observou-se, no decorrer desse período, um pico de temperatura máxima em outubro, alcançando os 34,0°C, enquanto a temperatura mínima mais baixa foi registrada em maio, chegando a 7,0°C. A umidade relativa do ar ao longo do ano permaneceu em torno de 69,5%, e a distribuição da precipitação manteve-se equilibrada, com janeiro e março figurando como os meses mais chuvosos. A radiação solar média atingiu 1341,6 kj/m2. A velocidade média do vento durante o ano foi registrada em 1,89 m/s, com rajadas que chegaram a alcançar 18,5 m/s. É importante notar que a direção predominante dos ventos foi proveniente do Sudeste[21].

Como área de estudo, foi escolhida a Avenida Professor Fonseca Rodrigues (CodLog 072575, classificação viária: arterial), localizada no município de São Paulo (23° 32’ 56” Sul, 46° 38’ 20” Oeste), na subprefeitura de Pinheiros, distrito Alto de Pinheiros (figura 01). Esta avenida abriga uma diversidade de fluxos, incluindo automóveis particulares e públicos, pedestres e ciclistas, devida à presença de diferentes usos, tais como os Parques Estaduais Cândido Portinari e Parque Villa-Lobos, residências ao longo da via e a proximidade de instituições educacionais, esportivas, de saúde e segurança. Ademais, a avenida está situada a 1km da estação Villa Lobos-Jaguaré e a 500m da estação Cidade Universitária, aproximadamente, ambas pertencentes à linha 09-Esmeralda da CPTM. Trata-se de uma avenida reta, com extensão aproximada de 2,2 quilômetros. Apresenta vias de 10 metros em cada um dos lados do canteiro central, contendo três faixas de tráfego em ambos os sentidos e é delimitada pelas Praças Apecatu e Panamericana. O canteiro central, por sua vez, varia de largura, situando-se entre 10 metros e 25 metros. Esse espaço central dispõe de um passeio com largura média de 1,50 metros, além de uma ciclovia com média de 2,50 metros de largura.

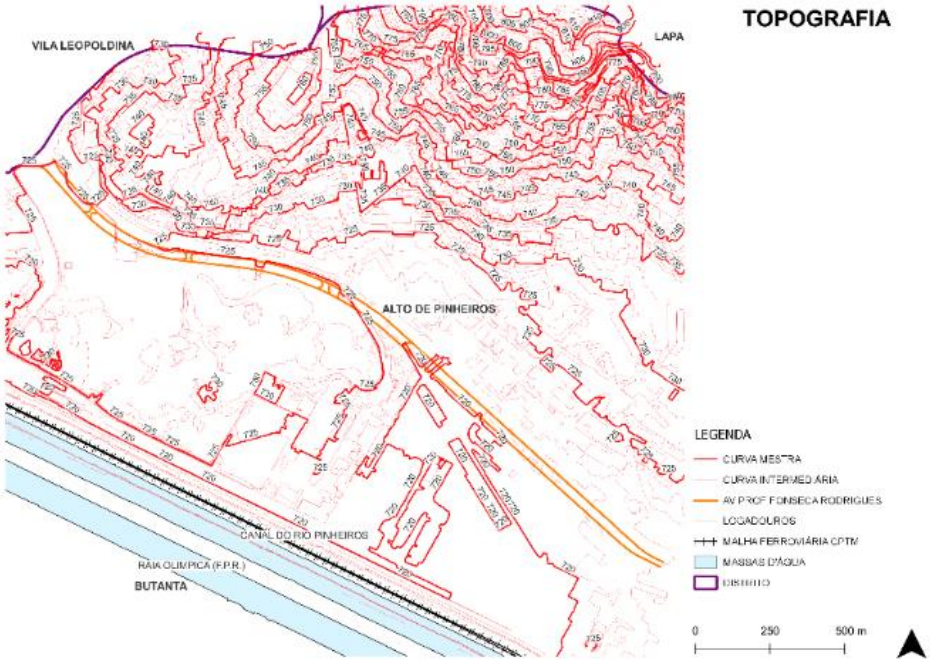
Figura 01. Mapa de inserção urbana da área de estudo, foto satélite-PMSP 2020.



Fonte: Autores

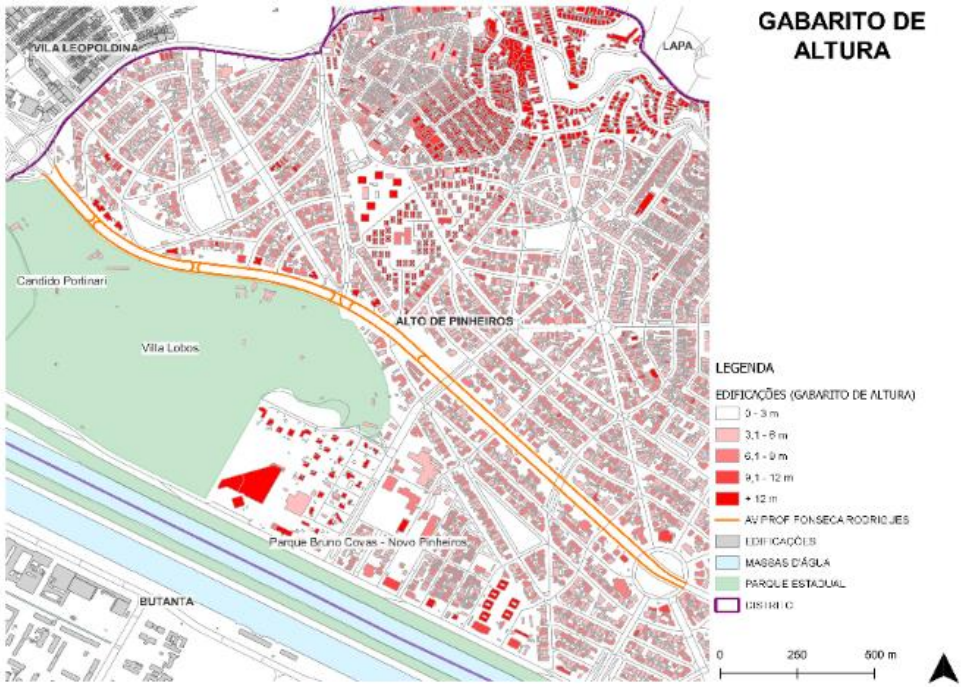
A opção pela Avenida Professor Fonseca Rodrigues foi motivada pela presença de uma ciclovia arborizada, caracterizada por árvores e palmeiras. Além disso, destaca-se como um espaço frequentemente utilizado para a circulação de pedestres e ciclistas, assim como pela presença de edificações circundantes com alturas semelhantes. A figura 2, apresenta a topografia da área de estudo e figura 3, ocupação do solo e o gabarito das edificações. Para melhor estudar a área, 2 trechos foram selecionados: trecho 1 (figura 4), com predominância de palmeiras da espécie Jerivá (*Syagrus romanzoffiana*); e o trecho 2 (figura 5), com predominância da espécie Tipuana (*Tipuana tipu*).

Figura 02. Mapa de topografia



Fonte: Autores.

Figura 03. Mapa de gabarito de altura.



Fonte: Autores

Figura 04: Ampliação de um trecho ao longo da ciclovia que apresenta a presença de palmeiras espécie Jerivá (*Syagrus romanzoffiana*), foto satélite-PMSP 2020.



Fonte: Autores.

Figura 05: Ampliação de um trecho ao longo da ciclovia que apresenta a presença de árvores da espécie Tipuana (*Tipuana tipu*)., foto satélite-PMSP 2020.



Fonte: Autores

SELEÇÃO DOS EQUIPAMENTOS

Para essa pesquisa, foi desenvolvido um protótipo de *datalogger* de baixo custo pelo Prof. Dr. Bruno da Silva Rodrigues do Laboratório de Internet das Coisas da Faculdade de Computação e Informática da Universidade Presbiteriana Mackenzie. Esse equipamento permite fazer levantamento de temperatura e umidade, pelo método de medidas móveis [22].

A finalidade principal do protótipo é possibilitar a coleta de dados de forma móvel, compatível com a escala do pedestre e de fácil acesso financeiro. Ela permite que um pesquisador use o sensor para medir variáveis climáticas a pé, sendo particularmente útil em situações em que a mobilidade é essencial, como em expedições de campo. Essa forma de monitoramento é uma contribuição para as chamadas *smart cities*, auxiliando o gestor a identificar as áreas necessárias para o incremento de vegetação arbórea como medida mitigadora do calor.

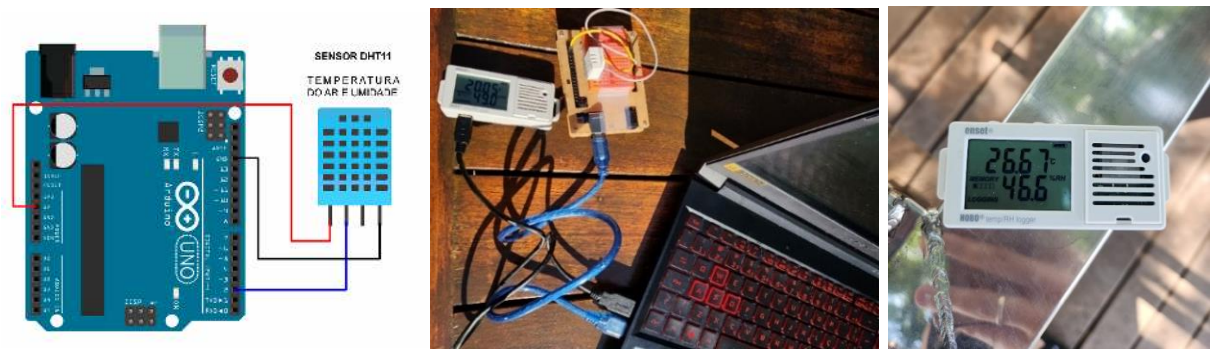
O progresso deste projeto foi alcançado com o auxílio da plataforma de prototipagem eletrônica Arduino. Criada em 2005 na Itália pelos pesquisadores do *Interaction Design InstituteIvrea* (IDII), essa plataforma tem como objetivo desenvolver equipamentos de baixo custo e fáceis de programar, viabilizando projetos em diversas áreas do conhecimento.

Para atender às demandas deste estudo, foram empregados sensores específicos em conjunto com um Arduino Uno dotado de conectividade USB (Figura 6). Para a coleta

de dados de temperatura e umidade, utilizou-se o sensor DHT11, o qual é composto por dois elementos distintos: um encarregado de medir a umidade e outro responsável pela medição da temperatura (NTC). A interação entre o sistema e o usuário ocorre por meio da conexão do cabo USB ao notebook, iniciando assim o sistema para o registro de dados meteorológicos por intermédio da plataforma Arduino. O suprimento de energia é estabelecido mediante a conexão ao notebook. Por essa razão, foi primordial priorizar a segurança do pesquisador, conduzindo todos os procedimentos de calibração do equipamento nas instalações da Universidade Presbiteriana Mackenzie, mais precisamente no Campus Higienópolis.

Devido ao estágio inicial de desenvolvimento e a necessidade de integração com o notebook, o protótipo não foi empregado na medição de campo na Avenida Professor Fonseca Rodrigues, priorizando a segurança do pesquisador.

Figura 6: Esquema de montagem da placa utilizada no sistema do sensor de baixo custo, dataloggers conectados ao laptop, datalogger Hobbo utilizado.



Fonte: Autores

CALIBRAGEM DO SENSOR DE BAIXO CUSTO

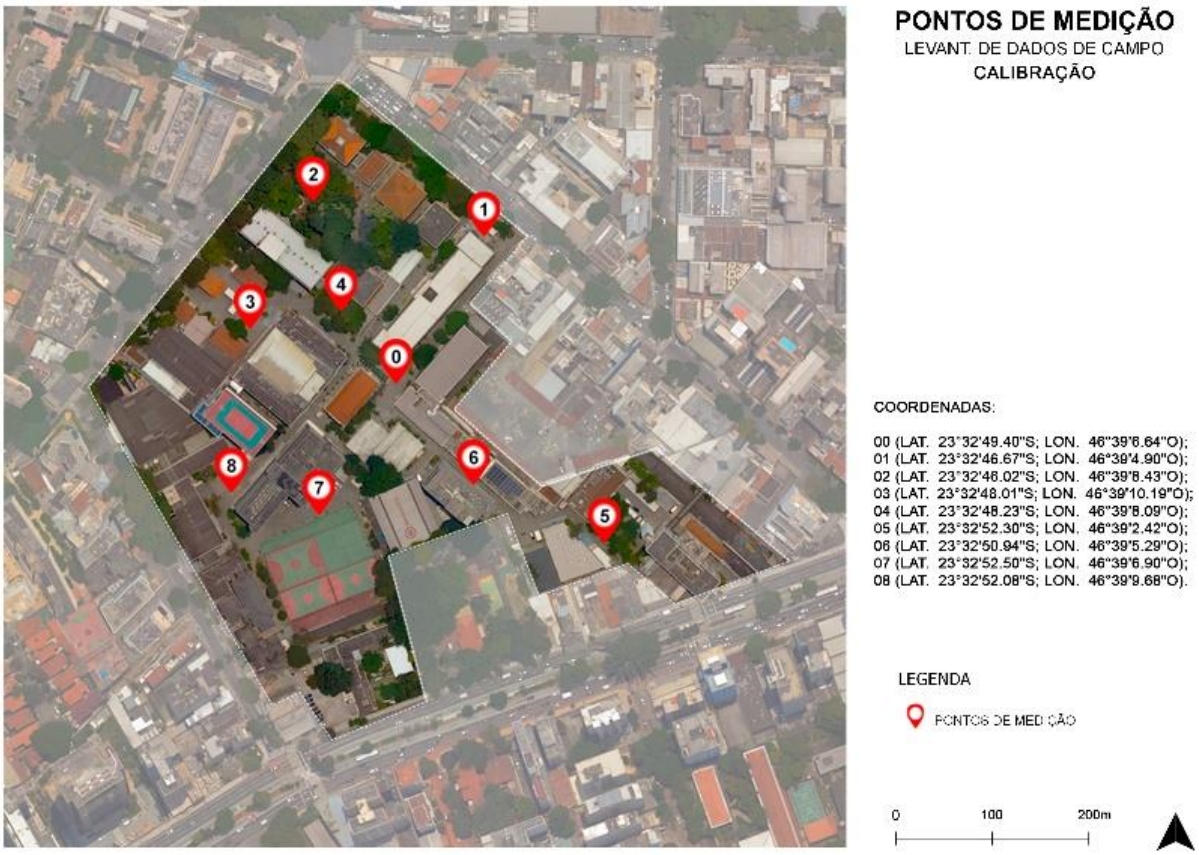
Foi selecionada uma rota de caminhada com um percurso aproximado de 1km, contendo 08 pontos de medição, percorrido em 1h40min na Universidade Presbiteriana Mackenzie, Campus Higienópolis. A seleção desta rota foi baseada em fatores que poderiam evidenciar a influência de diferenças de locais providos de vegetação, figura 7. Os períodos de medição foram: 10:00h, 15:00 h e 20:00 h. O tempo de estabilização adotado para os sensores foi de 10 minutos. Posteriormente, o levantamento foi realizado na ciclovia da área.

LEVANTAMENTO DE DADOS DE CAMPO

Foi definido um percurso de pedestre/ciclista em 20 pontos para a realização do levantamento de dados. Essa rota se estende desde a saída da praça Panamericana até a praça Apecatu, visando locais sob diferentes exemplares vegetais (figura 8). O período de medição foi: 10:00h. O tempo de estabilização adotado para o equipamento (HOBO) foi de 5 minutos.

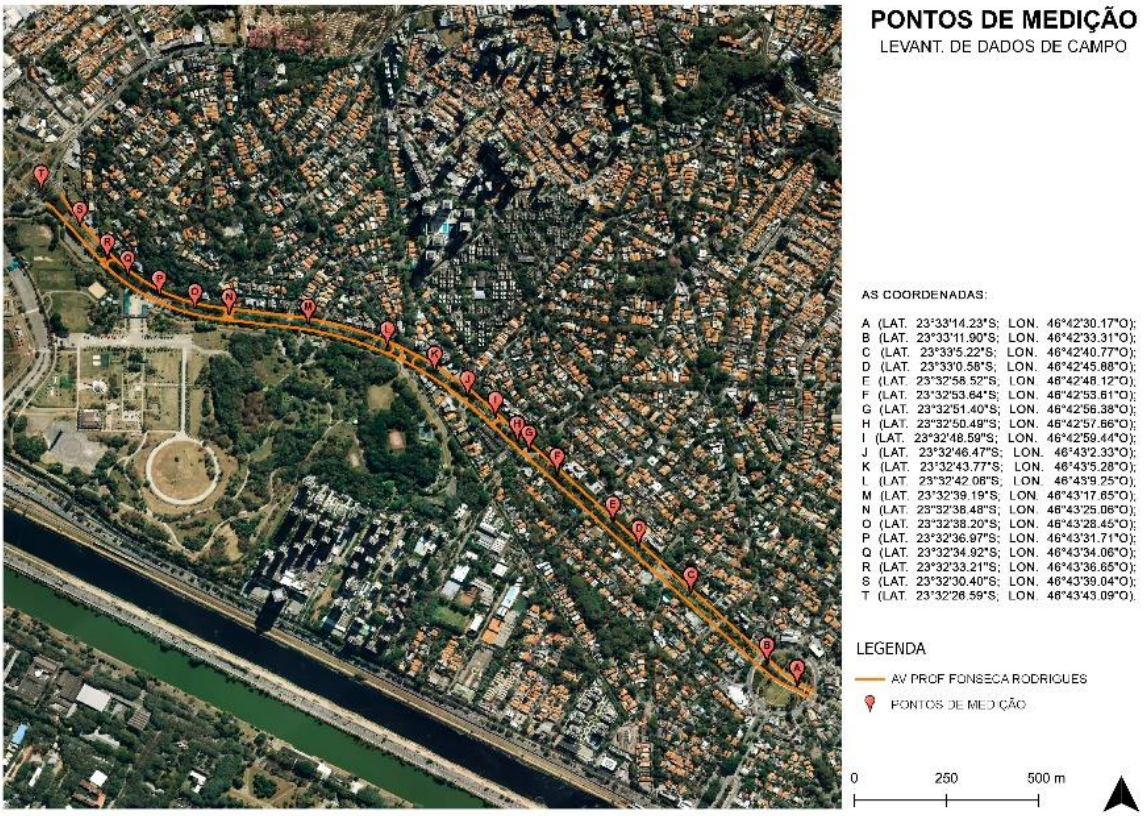
Para o levantamento do FVC utilizou-se um lente *FishEye* (olho de peixe) de celular, uma lente grande angular que tem formato côncavo. Apesar de aumentar o campo de visão, não pega completamente toda a abobada celeste. Apesar disso, foi considerada para caracterizar o tipo de céu onde foram coletados dados de Campo.

Figura 7: Pontos de medição na Universidade Presbiteriana Mackenzie, Campus Higienópolis



Fonte: A autora (2023)

Figura 8: Pontos de medição na ciclofaixa selecionada para estudo de caso



Fonte: Autores

RESULTADOS

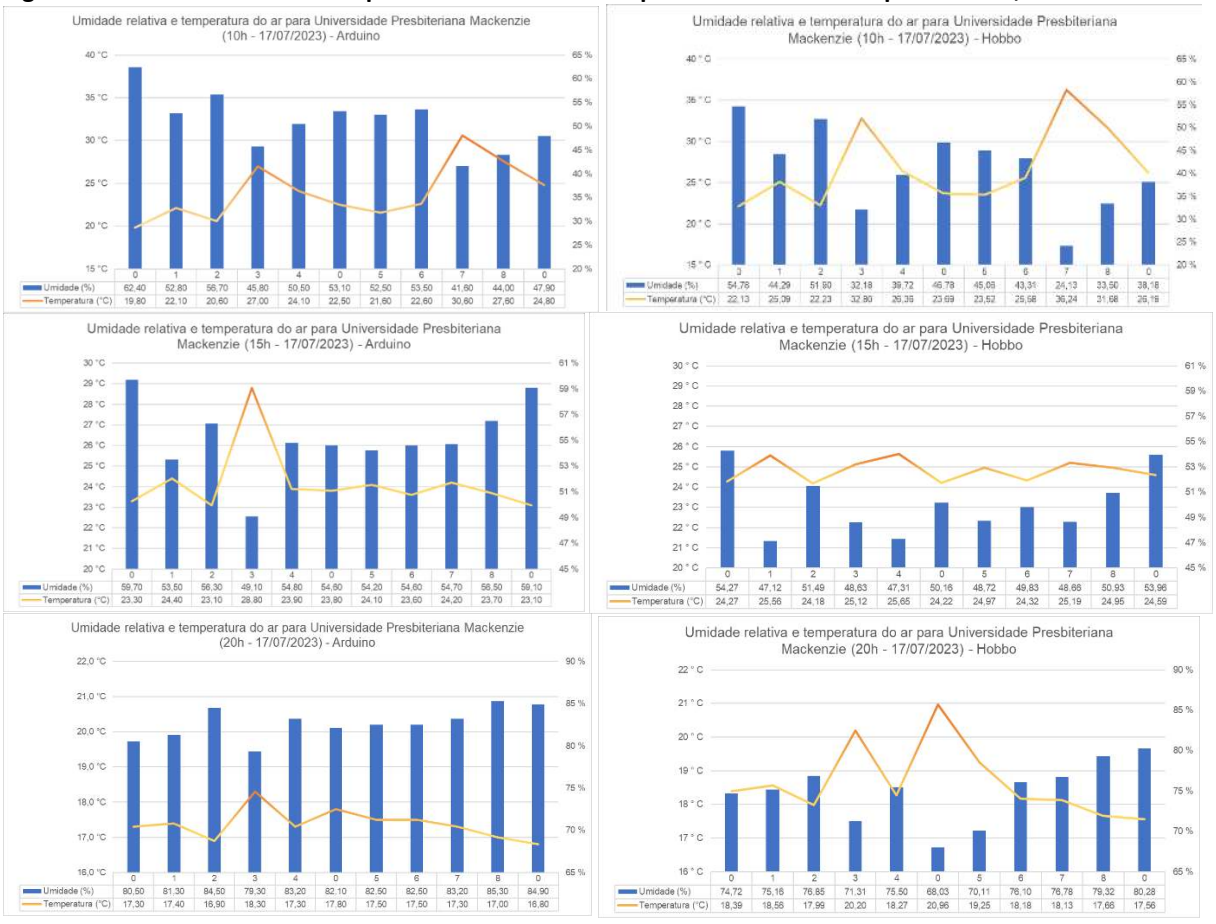
RESULTADOS DA CALIBRAGEM DO SENSOR DE BAIXO CUSTO

Durante a calibragem dentro do campus, foi levantado as temperaturas térmicas em diferentes pontos de medição, assim como o FCI, conforme a tabela 01. A figura 9 apresentam valores para a temperatura do ar e umidade relativa, às 10h, 15h e as 20h para o Arduino e HOBO respectivamente.

Observou-se que o Arduino é um equipamento muito sensível a radiação, pois no horário mais quente (à tarde), a curva da temperatura não foi a mesma, como pela manhã. Já a umidade, observou-se uma variação média de 5 %.

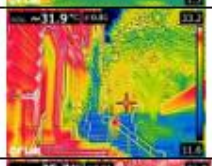
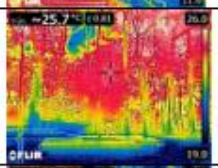
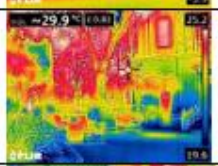
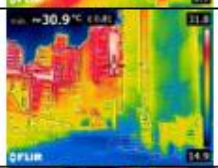
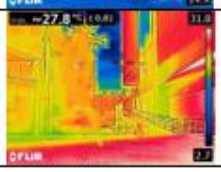
Apesar da calibragem dos dados, optou-se por não fazer a medição de campo na ciclovia utilizando sensor de baixo custo (Arduino), por não ser seguro carregar um laptop durante as medições de campo.

Figura 9: Umidade relativa e temperatura do ar coletado pelo Arduino e HOBO pela manhã, tarde e noite



Fonte: Autores

Tabela 01: Levantamento térmico das superfícies de cada ponto de medição

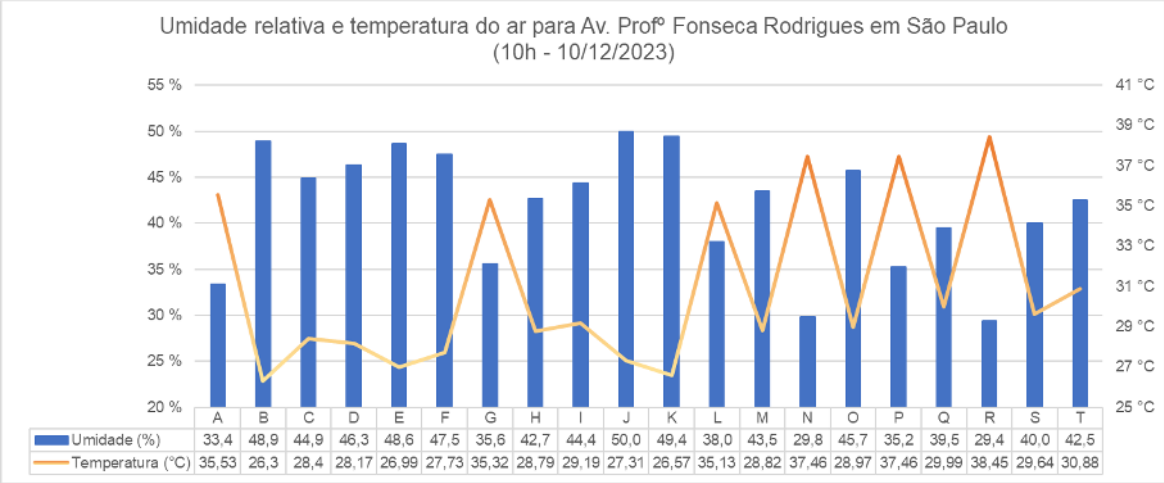
Pontos de Medição	15H	15H	15H
Ponto 0			
Ponto 1			
Ponto 2			
Ponto 3			
Ponto 4			
Ponto 5			
Ponto 6			
Ponto 7			
Ponto 8			

Fonte: Autores

RESULTADOS PARA A CICLOVIA NA AV. PROFESSOR FONSECA RODRIGUES

A figura 10 apresenta os resultados de temperatura e umidade coletados na ciclovia e a figura 11 apresenta os resultados do fator de visão do céu para cada ponto de medição. Observa-se que há uma forte influência da radiação e com a presença de sombreamento no entorno imediato.

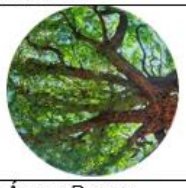
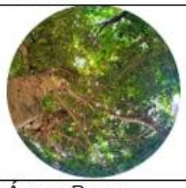
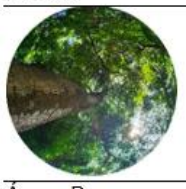
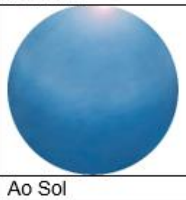
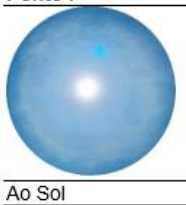
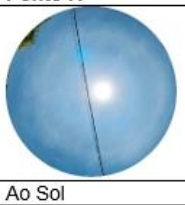
Figura 10: Umidade relativa e temperatura do ar na ciclovia da Av. Professor Fonseca Rodrigues



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
Umidade (%)	33,4	48,9	44,9	46,3	48,6	47,5	35,6	42,7	44,4	50,0	49,4	38,0	43,5	29,8	45,7	35,2	39,5	29,4	40,0	42,5
Temperatura (°C)	35,53	26,3	28,4	28,17	26,99	27,73	35,32	28,79	29,19	27,31	26,57	35,13	28,82	37,46	28,97	37,46	29,99	38,45	29,64	30,88

Fonte: Autores

Figura 11: Fator de Visão de Céu para cada ponto de medição

Ponto A	**Ponto B**	**Ponto C**	**Ponto D**	**Ponto E**
				
No sol	Árvore Densa	Palmeira	Palmeira	Árvore Densa
Ponto F	**Ponto G**	**Ponto H**	**Ponto I**	**Ponto J**
				
Árvore Densa	No Sol	Árv. média densidade	Palmeira	Palmeira
Ponto K	**Ponto L**	**Ponto M**	**Ponto N**	**Ponto O**
				
Árvore Densa	Árv. média densidade	Árv. média densidade	Ao Sol	Árvore Densa
Ponto P	**Ponto Q**	**Ponto R**	**Ponto S**	**Ponto T**
				
Ao Sol	Árvore Densa	Ao Sol	Árvore Densa	Árvore Densa

Fonte: Autores

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Visto que o planejamento urbano baseado nas informações climáticas é a base para adaptação das cidades frente às mudanças climáticas. Com os mapas é possível observar a relação entre topografia, as diferentes configurações urbanas, a presença de vegetação e ainda, os pontos mais quentes da cidade. Por outro lado, os sistemas

de monitoramento do calor nas cidades são fundamentais para auxiliar os gestores a identificarem os pontos que devem ser implementados.

Neste estudo foi testado um protótipo de medição de temperatura e umidade em ambientes externos, chamado mochila meteorológica. Esse protótipo precisa ser melhorado para que os dados coletados em cada ponto seja georreferenciados e mapeados na nuvem, facilitando o levantamento de campo do pesquisador. Futuramente, tal sistema poderá ser usado por meios outros tipos de veículos para identificar melhor o conforto térmico do usuário.

O resultado apontou que há necessidade de ampliar a arborização nas ciclovias de acordo com a via. Em vias com pouca disponibilidade de espaço nas calçadas, sugere-se o plantio de palmeiras, e nas calçadas mais largas, plantio de árvores de grande porte. Essas conclusões são fundamentais para o desenvolvimento de cidades mais sustentáveis

Sobre a metodologia aplicada, acredita-se há necessidade de ampliação do sistema de monitoramento térmico móvel das cidades. As estações meteorológicas estacionadas no ambiente urbano podem apresentar limitações para delinear de forma abrangente as condições microclimáticas, devido a restrições como precisão, tempo e custo. Consequentemente, servem como complementos, fornecendo referências de apoio à pesquisa [23].

Neste contexto, medições de variáveis atmosféricas via dispositivos móveis por transecto, seja a pé ou em veículos (bicicletas, motocicletas ou carros), oferecem uma visão mais sutil retrato do ambiente construído do que as estações oficiais, especialmente quando conduzidas através de bicicletas [24]. Writzl et al. [25] afirmam que esse método é eficaz na compreensão de microclimas urbanos devido a simplicidade de aplicação e baixo custo de manutenção, embora a implementação generalizada ainda é limitada. Ou seja, há necessidade de inovações neste campo para discernir variações climáticas em diversas morfologias urbanas.

Dessa forma, os sistemas de monitoramento seria uma grande contribuição para as chamadas *smart cities*, auxiliando o gestor a identificar as áreas necessárias para o incremento de vegetação arbórea como medida mitigadora do calor e, podendo emitir alertas de situações climáticas desfavoráveis aos pedestres durantes as ondas de calor.

REFERÊNCIAS

Agradecemos ao apoio do Mackpesquisa para desenvolvimento da pesquisa e do laboratório de Internet das Coisas da Faculdade de Computação e Informática da UPM no desenvolvimento dos sensores de Baixo Custo utilizados nesta pesquisa.

REFERÊNCIAS

[1] DACANAL, C.; LABAKI, L. C.; SILVA, T.M. L. Vamos passear na Floresta? In: Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 10, n. 2, p. 115-132, abr./jun. 2010.

[2] LABAKI, L. C. et al. Vegetação e conforto térmica em espaços urbanos abertos. In: Fórum Patrimônio – Mudanças climáticas e o impacto das cidades v.4 n.1 p.23-42. Belo Horizonte, 2011. Disponível em: . Acesso em 14 Mar. 2022.

[3] KRÜGER, E. L., MINELLA, F. O., & RASIA, F. Impact of urban geometry on outdoor thermal comfort and air quality from field measurements in Curitiba, Brazil. **Building and Environment,** 46(3), 621–634. 2011. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2010.09.006.

[4] WANG, Y., BAKKER, F., DE GROOT, R., WÖRTCHE, H., LEEMANS, R., 2015b. Effects of urban green infrastructure (UGI) on local outdoor microclimate during the growing season. **Environ. Monit. Assess**. 187 (12), 732. https://doi.org/10.1007/s10661-015-4943-2

[5] LIN, T. P., MATZARAKIS, A. Tourism climate and thermal comfort in Sun Moon Lake, Taiwan. **Internacional Journal of Biometeorology.** V.54. pp. 281-290. 2008. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00484-007-0122-7>. Acesso em 28 de Jun. 2021.

[6] IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico da vegetação brasileira** IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. Rio de Janeiro. 272p.

[7] RAHMAN, M. A. et al. Tree cooling effects and human thermal comfort under contrasting species and sites. **Agricultural and Forest Meteoroly**. N. 287. 2020. Disponível em:<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168192320300496>. Acesso em 23 de Out. de 2020.

[8] Gulyás, A.; Unger, J.; Matzarakis, A. Assessment of the microclimatic and human comfort conditions in a complex urban environment: Modelling and measurements, **Building and Environment**, Volume 41, Issue 12,2006,Pages 1713-1722, https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2005.07.001.

[9] GOULART, F. M. Contribuição da arborização urbana para a mobilidade ativa. Universidade de Brasília, Programa de PósGraduação em Psicologia Social, do Trabalho e das Organizações, 143 pags. Brasília, 2018. (Dissertação). Disponível em:<https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/33014/1/2018_FernandadeMoraes Goulart.pd f>. Accesso em 14 de Mar. 2022.

[10] ABREU-HARBICH, L. V.; LABAKI, L. C.; MATZARAKIS, A. Effect of tree planting design and tree species on human thermal comfort in the tropics. **Landscape and Urban Planning**, V. 138, 2015, P. 99-109, https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2015.02.008.

[11] LANGENHEIM, N.; WHITE, M.; TAPPER, N.; LIVESLEY, S. J.;LOVERING, D. R. Right tree, right place, right time: A visual-functional design approach to select and place trees for optimal shade benefit to commuting pedestrians, **Sustainable Cities and Society**, V.52, 2020, https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101816.

[12] CHARALAMPOPOULOS, I., TSIROS, I., CHRONOPOULOU-SERELI, A., MATZARAKIS, A., 2013. Analysis of thermal bioclimate in various urban configurations in Athens, Greece. **Urban Ecosyst.** 16 (2), 217–233. https://doi.org/10.1007/s11252-012-0252-5

[13] WANG,Y.; BERARDI,U.; AKBARI, H. Comparing the effects of urban heat island mitigation strategies for Toronto, Canada, **Energy and Buildings**, V. 114, 2016,Pages 2-19,https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2015.06.046.

[14] SHAHIDAN, M.F., SHARIFF, M.K., JONES, P., SALLEH, E., ABDULLAH, A.M., 2010. A comparison of Mesua ferrea L. and Hura crepitans L. for shade creation and radiation modification in improving thermal comfort. **Landscape Urban Plannning**. 97 (3), 168–181. https://doi.org/ 10.1016/j.landurbplan.2010.05.008.

[15] 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**. Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 18, n. 2, p. 197- 215, abr./jun. 2018.

[16] RIBEIRO, N. L. S. Atenuação solar e sombreamento produzido por espécies de palmeiras em área urbana. Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Unicamp. (Dissertação). 107p. Campinas, 2018. Disponível em:<http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/332119/1/Ribeiro_NeusaLongoDeSouza_M.pdf>. Acesso em 02 de Fev. 2021.

[17] RORIZ, J. W. DE S. A influência da arborização urbana no conforto térmico de pedestres e ciclistas no microclima urbano: caso da Av. Universitária de Goiânia-GO. Goiânia, Faculdade de Artes Visuais, Universidade Estadual de Campinas, 2021. Dissertação (Mestrado).

[18] IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Manual técnico da vegetação brasileira IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. Rio de Janeiro. 272p.

[19] TARIFA, J. R. O ritmo e a prática do estudo dos climas de São Paulo. In: Os Climas de São Paulo. Tarifa, J.R.; Azevedo, T.R. (orgs.). São Paulo. GEOUSP, 2001.

[20] ALCARDE ALVARES, C., A. A.; STAPE, J.; SENTELHAS, P.; GONÇALVES, J.;SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. Meteorologische Zeitschrift. 22. 10.1127/0941-2948/2013/0507. 2013

[21] Instituto Nacional de Meteorologia - INMET Disponível em: https://portal.inmet.gov.br Acesso em 12 de janeiro de 2024.

[22] Writzl, L.; Wollmann, C. A.; Costa, I. T.; Gobo, J. P. A.; Shooshtarian, S.; Matzarakis, A. Outdoor Human Thermal Comfort along Bike Paths in Balneário Camboriú/SC, Brazil. Atmosphere 2022, 13, 2092. https://doi.org/10.3390/atmos13122092

[23] Kim, H.; Kim, S. W.; Jo, Y.; Kim, E. J. Findings from a field study of urban microclimate in Korea using mobile meteorological measurements. Open House Int. 2022. Epub ahead of printing. https://doi.org/10.1108/OHI-12-2021-0280

[24] Pfautsch, S.; Wujeska-Klause, A.; Walters, J. R. Measuring local-scale canopy-layer air temperatures in the built environment: A flexible method for urban heat studies. Comput. Environ. Urban Syst. 2023, 99, 101913.. https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2022.101913

[25] Writzl, L.; Wollmann, C.;Turba, I.; Iensse, A. C.; Silva, A. N.; Baumhardt, O.; Gobo, J.; Shooshtarian, S.; Matzarakis, A. Mobile Measurements in the Urban Thermal Environment Using Bicycles: A Systematic Review. 2023. 10.20944/preprints202312.1929.v1.