A EXPERIÊNCIA DO PEDESTRE NO PÓS-COVID-19 E A INFLUÊNCIA DO CONFORTO TÉRMICO EM AMBIENTES EXTERNOS: CASO DO PARQUE AUGUSTA EM SÃO PAULO

Rhaíza Rocha Mazzoleni (1); Loye Vieira de Abreu-Harbich (2)
(1) graduanda, arquitetura e urbanismo, rhaiza.rm@gmail.com, Universidade Presbiteriana Mackenzie, 143 - Prédio 9 Higienópolis . São Paulo . SP CEP: 01302-907, (11) 2114-8383

(2) doutorado, arquitetura e urbanismo, loyde.harbich@mackenzie.br, Universidade Presbiteriana Mackenzie, 143 - Prédio 9 Higienópolis. São Paulo, SP CEP: 01302-907, (11) 991373 6124

RESUMO

As condições ambientais favoráveis ao bem-estar dos seres humanos impactam na vida e estão relacionadas à saúde. Um indivíduo saudável não é apenas aquele livre de enfermidades, mas aquele que está em uma situação de completo bem-estar físico, mental e social. O conforto térmico em ambientes externos influencia na frequência do pedestre nas calçadas ou parques, principalmente se há presença de vegetação arbórea. Este estudo visa avaliar o conforto térmico proporcionado ao pedestre na região central de São Paulo. Metodologia consistem em: a) Seleção da área de estudo; b) levantamento de dados quantitativos; c) simulações computacionais com modelos tridimensionais utilizando o software Envi-Met do cenário atual e futuro; d) desenvolvimento de diretrizes de projeto. Os resultados apontaram que os edifícios modificam o regime de ventos e a vegetação arbórea auxilia no controle microclimático em áreas adensadas como o centro de cidades como São Paulo. A presença de pequenos parques em áreas adensadas e arborização viária é convidativo ao pedestre. Esse método de análise de campo e simulações pode ser utilizado no planejamento estratégico de cidades que visam melhorar o microclima urbano, adaptar as mudanças climáticas e promover mais saúde a população.

Palavras-chave: Conforto Térmico Humano em Ambientes Externos; índices de Conforto Térmico; Diretrizes bioclimáticas urbanas; bem-estar e Saúde humana na cidade.

ABSTRACT

Environmental conditions favorable to the well-being of human beings have an impact on life and are related to health. A healthy individual is not just one who is free of disease, but one who is in complete physical, mental and social well-being. Thermal comfort in external environments influences the frequency of pedestrians on sidewalks or parks, especially if there is tree vegetation. This study aims to evaluate the thermal comfort provided to pedestrians in the central region of São Paulo. Methodology: a) Selection of the study area; b) survey of quantitative data; c) computer simulations with three-dimensional models using the Envi-Met software of the current and future scenario; d) project guidelines developments. The results showed that the buildings modify the wind direction, and the arboreal vegetation helps in the microclimate control in dense areas such as the center of cities like São Paulo. The presence of small parks in densely populated areas and street trees is inviting for pedestrians. This method of field analysis and simulations can be used in the strategic planning of cities that aim to improve the urban microclimate, adapt to climate change and promote better health for the population.

Keywords: Outdoor Human Thermal Comfort; Thermal Comfort Index; Urban bioclimatic guidelines; Human well-being and health in the city.

1. INTRODUÇÃO

A intensa verticalização, impermeabilização, redução do verde urbano presentes influência no fenômeno das ilhas de calor, acarreando o desconforto térmico, redução da qualidade de vida e saúde das pessoas. A ilha de calor urbana é um fenômeno de aquecimento urbano onde as áreas urbanizadas possuem uma temperatura superficial ou temperatura do ar mais alta do que seu entorno rural (OKE, 1982). Este fenômeno pode levar eventos extremos de clima, como as ondas intensas de calor e estresse térmico que levar morte, as precipitações e umidade, intensificando doenças respiratórias (NEDEL et al. 2022). Logo, é necessário repensar o modelo de urbanização de cidades brasileiras para adaptação e mitigação dos eventos de clima extremo principalmente num cenário pós-pandemia.

O conforto térmico - "condição mental que expressa satisfação com o ambiente térmico" (ASHRAE, 1998) - impactam na vida das pessoas e estão relacionadas com a saúde (PRUSS-USTUN et al., 2016; ORMANDY e EZRATTY, 2012). Considera-se um indivíduo saudável não só aquele livre de enfermidades, mas também, aquele em uma situação de completo bem-estar físico, mental e social. A exposição às condições ambientais desfavoráveis ao bem-estar dos seres humanos, como excesso de calor e umidade, ausência de contato com a luz natural (essencial para a produção de vitamina D, etc) deve ser controlada e minimizada, principalmente em cidades brasileiras.

Salienta-se a pandemia de COVID-19, as autoridades iniciaram um período de quarentena com o fechamento das instituições de ensino e espaços de trabalho, parques urbanos, outros e liberando aqueles serviços categorizados como essenciais (trabalhadores da área da saúde, alimentação, transporte, jornalismo, entre outros). Num cenários pós-pandemia, a carência de espaços públicos na cidade de São Paulo ainda é evidente, pois há concentração de pessoas nos poucos lugares ao ar livre disponíveis para prática de atividade física e entretenimento, principalmente aos finais de semana, no centro da cidade. Numa cidade complexa como São Paulo, as opções de lazer é um elemento importante para implementado e garantir a saúde e qualidade de vida dos habitantes (HIROTA, VORMITTAG,2019).

Além dos aspectos físicos e ambientais e seu impacto na saúde humana, o conforto térmico pode ser influenciado por fatores psicológicos e fisiológicos, onde indivíduos em mesmas condições podem relatar sensações térmicas distintas (NIKOLOPOULOU et al. 2004**).** No entanto, estudos em ambientes externos são mais complexos do que os ambientes internos que dependem das características construtivas da envoltória e do uso de condicionamento mecânico de ar. Nos ambientes externos, não existem esses controles. É necessário ainda lidar com a variável "Radiação Solar", de grande influência nos ganhos de calor pelas pessoas, e que varia ao longo do dia. E, a velocidade do vento que é um parâmetro cujos valores no ambiente externo são bem maiores que os internos e sua direção é muito difícil controlar.

Apesar da complexidade, muitos índices e modelos preditivos tem sido proposto para avaliar as condições de conforto térmico em ambientes externos. Os índices térmicos para avaliação de ambientes externos mais utilizados são o PET (Temperatura Fisiologicamente Equivalente) e o UTCI (Índice de Conforto Térmico Universal). A norma alemã VDI 3787/2008 recomenda o índice PET criado por Höppe (1999), baseado no Modelo de Balanço Energético de Munique para Indivíduos (MEMI), para caracterização do estresse térmico em ambientes urbanos. Já o UTCI originou-se de uma proposta pela Comissão da Sociedade Internacional de Biometeorologia (ISB) de Fiala et al. (2012) reforçado pela COST 730 (Pappenbergeret al. (2015) e tem sido utilizado amplamente no mundo inteiro. No Brasil, a falta de uma regulamentação que auxilie no procedimento de avaliações de conforto térmico em ambientes externos, bem como um mapeamento urbano das condições térmicas, dificultam considerar o conforto térmico como um parâmetro no desenvolvimento do projeto dos espaços ao ar livre.

Fatores como as configurações urbanas - densidade de construção, gabarito dos edifícios, tipologia do uso e características dos materiais utilizados nas fachadas e pavimentos -, presença de vegetação e topografia – e outros também devem ser considerados nessas análises (KATZCHNER, 2010; ROMERO, 2011, POTCHTER et al., 2018). A partir de coleta de dados temperatura do ar, umidade relativa, velocidade do vento e temperatura de globo em áreas públicas com vegetação, Lima et al (2019) observou que 70% dos usuários se sente ambientalmente confortável na sombra das árvores em João Pessoa. Da mesma forma, Roriz et al (2021) observou que sombra da espécie Sibipiruna *Cenostigma pluviosum* (DC) E. Gagmon & G.P, Lewis, reduziu a temperatura em 11ºC, em termos de PET e 8,5ºC em termos de UTCI em Goiânia.

Nos últimos anos, muitos estudos baseados em medições de campo e simulações computacionais têm sido desenvolvidos nessa área objetivando encontrar soluções que consigam mitigar os problemas microclimáticos, tornando as cidades mais resiliente (LIN et al. 2010; LABAKI et al. 2010; CHENG, NG, 2012; ABREU-HARBICH et al 2015; SHINZATO; DUARTE, 2018). Contudo, existem uma grande variação nos instrumentos, nas variáveis medida, nos métodos de medição, nas escalas subjetivas de percepção e sensação térmica, nos termos empregados (percepção térmica, neutralidade térmica e preferência

térmica) e, finalmente, nos índices de conforto utilizados (POTCHTER et al., 2018). No entanto, o mapeamento microclimático urbano pode auxiliar não apenas no processo de desenvolvimento de diretrizes urbanas que visam a promoção de transporte ativo urbano, mas também em pesquisas que avaliam a saúde e bem-estar dos indivíduos.

2. OBJETIVO

O objetivo deste artigo é avaliar quantitativamente o conforto térmico proporcionado na rota do pedestre e ciclistas até um parque na região central de São Paulo, considerando a arborização viária, presença de bosques e parques e materiais empregados nas calçadas.

3. PROCEDIMENTO METODOLÓGICOS

Esta pesquisa teve os seguintes procedimentos metodológicos:

a) Seleção da área de estudo;
b) Coleta de Dados de Campo e equipamentos utilizados;
c) Análise de Dados de Campo;
d) Simulação da situação atual e diferentes cenários.

3.1 Seleção da área de estudo

Este estudo se realizou na região central de São Paulo (Lat. 23º 32'; long. 46º 38'; 760 m) próximo ao Campus Higienópolis da Universidade Presbiteriana Mackenzie (figura 01). O Clima de São Paulo é considerado subtropical úmido (Cfa; Kottek, 2006). Segundo o Inmet (2022), a temperatura média anual é de 20,1º C, com temperatura máxima igual a 35,6º C e a mínima igual a 4,39º C, como pode se ver na figura 1. A umidade relativa do ar é de 68,3% ao longo do ano e a precipitação é bem distribuída ao longo do ano, sendo outubro a março os meses que mais chove. A radiação solar é média é de 1402 kj/m2. A velocidade média do vento é de 1,21m/s, com rajadas de vento de até 19,5 m/s. A direção predominante dos ventos é sudoeste.

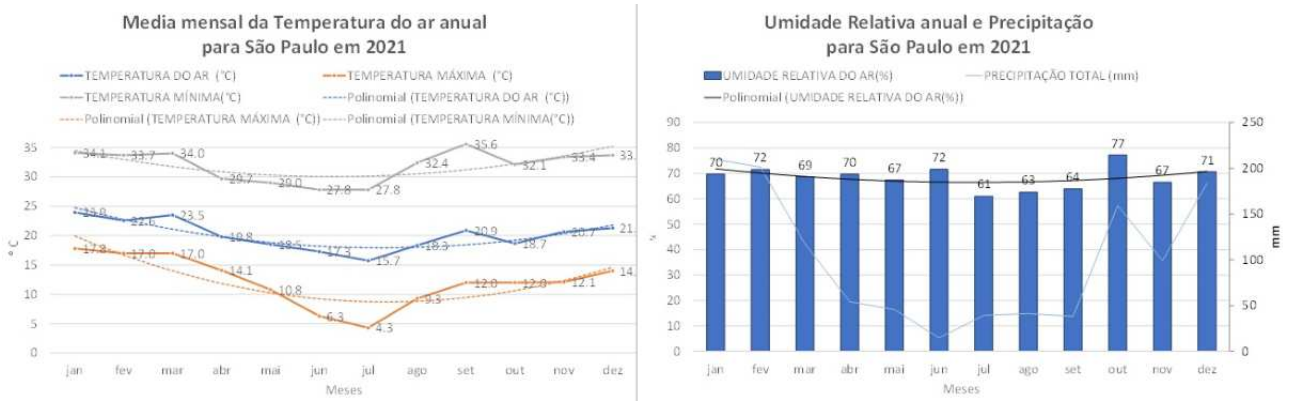


Figura 1 - Média das Temperatura, Umidade Relativa e Precipitação para São Paulo em 2021 (Dados adaptado do INMET; 2022)

Para a seleção da área de estudos na cidade, foram observados os seguintes critérios: estar em zona de alta densidade e na região central, uniformidade do pavimento da pista e das calçadas, possuir agrupamento de exemplares vegetais de espécies com potencial de melhorias, lugar de grande circulação de pedestres e ciclistas, segurança do pesquisador (presença do pesquisador).

Foi definida uma rota de pedestre/ciclistas em 18 pontos de medições, a partir da saída da Estação Higienópolis-Mackenzie, lado ímpar da Rua da Consolação, seguindo para a Rua Marquês de Paranaguá, e contornando o perímetro do Parque Augusta pela Rua Augusta e Rua Caio Prado. As medições seguem com um ponto de medição no corredor de ônibus da Rua da Consolação e continua na Rua Maria Antônia, Rua Itambé, Rua Maranhão e Rua Itacolomi, concluindo o circuito na Rua Piauí e na saída da Estação Higienópolis-Mackenzie, lado par da Rua da Consolação (Figura 02). Os pontos 1, 2 e 8 são localizados na av. Consolação, sem vegetação. Os pontos 3 a 8 são localizados à sombra das árvores do Parque Augusta e os demais pontos se localizam em ruas arborizadas com árvores com cerca de 15m de altura, com edifícios de até 15 pavimentos.



Figura 2- Recorte da área selecionada para fazer as medições in loco (Adaptado do GoogleMaps pelo autor, 2022).

3.2 Coleta de Dados de Campo e equipamentos utilizados

As medições ocorreram em dois momentos ao longo do dia: Manhã, das 10h30 às 11h55, nos dias 23 de janeiro, dia 21 de fevereiro e 27 de março de 2022. As variáveis térmicas coletadas foram: da velocidade do vento (m/s), da temperatura do ar (°C), da umidade relativa do ar (%). A velocidade do vento seu registro instantâneo a cada 0,5 segundo as demais variáveis serão aferidas a cada 10 minutos, em cada ponto de medição estabelecido na etapa anterior. Foram utilizados os seguintes equipamentos.

- Termoanemômetro TESTO 440 digital com datalogger para medir temperatura do ar e velocidade do ar
- Termo-higrômetro Digital Hobo Com Data Logger Mx2301para medir temperatura do ar e umidade relativa do ar;
- Câmera termovisora 19200 Pixels E5-XT Wifi FLIR para medir a temperatura superficial de cada ponto de medição;
- Termômetro de Globo WBGT8778 para medir temperatura de globo.


Figura 3 - Equipamentos utilizados nesta pesquisa

Salienta-se que apesar da recomendação de se utilizar a temperatura de globo cinza (NIKOLOPOULOU et al. 2004), este trabalho fez o levantamento posicionando o Globo à sombra de árvores e edifícios para não falsear os resultados. A metodologia de levantamento de dados utilizado é a mesma de RORIZ (2021). O horário das medições não seguiu a recomendação da OMN (organização Mundial de Meteorologia) por questões de segurança ao pesquisador, onde a cidade de São Paulo fica muito vulnerável.

3.3 Análise dos dados

Utilizou a estatística descritiva para avaliar a variação de temperatura do ar e umidade relativa em cada ponto medido. A temperatura Média Radiante foi calculada a partir da temperatura do ar e temperatura de Globo cinza, segundo a seguinte equação definida pela ISO 7726 (ASHRAE, 1998):

$$TMR=\{(Tg+273)^4 + [(1{,}1x10^8 \times Va^{0,6})/(\varepsilon g \times D^{0,4})] \times (Tg - Ta)\}1/4 - 273 \qquad (1)$$

Onde:
Trm = temperatura radiante média, em ºC;
Tg = temperatura de globo, em ºC;
va = velocidade do vento, em m/s;
εg = emissividade do globo (adimensional);
D = diâmetro do globo, em metros; e
Ta = temperatura do ar, em ºC.

Para calcular o conforto térmico em humanos em ambiente externos selecionou os seguintes índices: PET (Temperatura Fisiológica Equivalente) (VDI, 1998) e UTCI (Índice de Clima térmico Universal) (Blažejczyk,2010). Utilizou-se o software RayMan Pro para quantificar o conforto térmico por esses dois índices (Matzarakis, Rutz e Mayer, 2007). As variáveis climáticas de entrada foram: temperatura do ar, umidade relativa do ar, velocidade do vento e Temperatura Média Radiante; e as variáveis pessoais foram 0,6 Clo, baseado nos estudos de Abreu-Harbich et al. (2018) e sentado, 80 w, e andando de bicicleta, 200W, de acordo com Lamberts et. (2014). Para comparar os resultados de índices UTCI com o PET, utilizou-se a tabela 2 onde as sensações térmicas são divididas em classes de sensações.

Tabela 2- Sensações Térmicas do PET e UTCI para Europa, Taiwan e São Paulo

Sensação Térmica	UTCI (ºC) (Blažejczyk, 2010)	PET para European (ºC PET) (Matzarakis e Mayer 1996)	PET para Taiwan (ºC PET) (Lin e Matzarakis 2008)	PET para São Paulo (Monteiro e Alucci 2009)
Muito Frio	-13 a -27	<4	<14	
Frio	-13 a 0	4 a 8	14 a 18	< 4
Fresco	0 a 9	8 a13	18 a 22	4 a 12
Leve Frescor	9 a 18	13 a 18	22 a 26	12 a 18
Comfortavel	18 a 26	18 a 23	26 a 30	18 a 26
Leve Calor	26 a 32	23 a 29	30 a 34	26 a31
Calor	32 a 38	29 a 35	34 a 38	31 a 43
Quente	38 a 46	35 a 41	38 a 42	>43
Muito Quente	>46	>41	>42	

3.4 Simulações Computacionais

Para analisar a influência da geometria urbana no conforto térmico humano em áreas abertas, será utilizado o software Envi-Met. Este software permite a modelagem da geometria urbana e a interação da vegetação no cálculo do conforto térmico urbano. Dependendo das escalas de análise, um software poderá trazer uma resposta mais próxima da realidade do que o outro.

As simulações computacionais ocorrerão em duas etapas: a primeira para estudar o conforto térmico humano obtido na área de estudo e a segunda, para estudar cenários futuros visando a melhoria térmica do ambiente urbano. Os cenários futuros serão idealizados a partir do resultado das pesquisas de campo, as quais visão atender a necessidade do usuário local.

Na primeira etapa, o software RayMan foi empregado para calcular o Conforto térmico humano em ambientes externos (MATZARAKIS et al., 2007). A partir dos dados de saída do RayMan, é possível comparar os resultados de índices como o Voto Médio Estimado (PMV), Índice de Clima Urbano Universal (UTCI), Temperatura Fisiologicamente Equivalente (PET), entre outros.

Na segunda etapa, foi analisada a situação real e o desenvolvimento de cenários futuros para melhoria do conforto térmico urbano utilizando o software Envi-met, baseado no resultado das pesquisas realizada com os usuários. Salienta-se que essa é uma ferramenta fundamental para o desenvolvimento de projetos no nível de desenho Urbano (ORNELA; ABREU-HARBICH, 2019).

Neste estudo foi selecionado um recorte entre o Parque Augusta e a Consolação, figura 4.

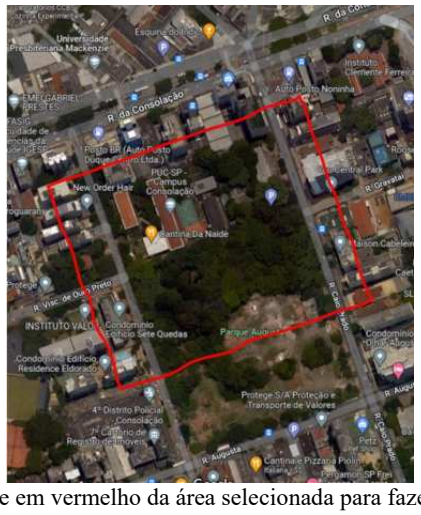


Figura 4- Recorte em vermelho da área selecionada para fazer as simulações.

Os cenários utilizados serão:

- Cenário 1: Árvores existentes e piso da calçada de concreto (situação atual)
- Cenário 2: Sem Árvores existentes e piso da calçada de concreto

Para analisar os diferentes cenários, a distribuição de temperatura do ar, temperaturas PET e UTCI, umidade relativa do ar, velocidade do vento em 5 horários diferentes (10h, 12h, 14h, 16h e 18h). A data escolhida para essa análise foi o dia 15.1.2021. Nesta simulação foi utilizado o arquivo *epw para o ano típico para São Paulo, obtido no site do Labeee (2021).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1Resultados do Levantamento de Campo: Método Transecto

.

A figura 5 apresentam os dados de temperatura e umidade relativa do ar, PET e UTCI coletados durante o transecto durantes os dias de medição (dados médios). Observou-se que próximo às áreas arborizadas, a temperatura diminui e a umidade aumenta. Os resultados das medições ponto a ponto *in loco* indicam uma tendência de oscilação de temperatura e umidade de acordo com os horários do dia, apresentando padrões no período da tarde.

A média de temperatura ar é elevada e variam na casa do 26°C e 29.7°C. Em termos de PET e UTCI, essa temperatura eleva-se um pouco, 25.9 a 31.7°C, mas não o suficiente para indicar estresse por calor. A área mais adensada e arborizada, situada no bairro de Higienópolis, apresenta contraste entre temperaturas quentes e frescas, por causa da sombra das árvores. Já na parte próxima do Parque Augusta, as temperaturas são mais homogeneas, entre 29 e 30 °C. Esses resultados sugerem que as árvores do parque podem reduzir as temperaturas no entorno imediato, mas a arborização viária em áreas adensadas é muito importante para o controle térmico, principalmente no verão.

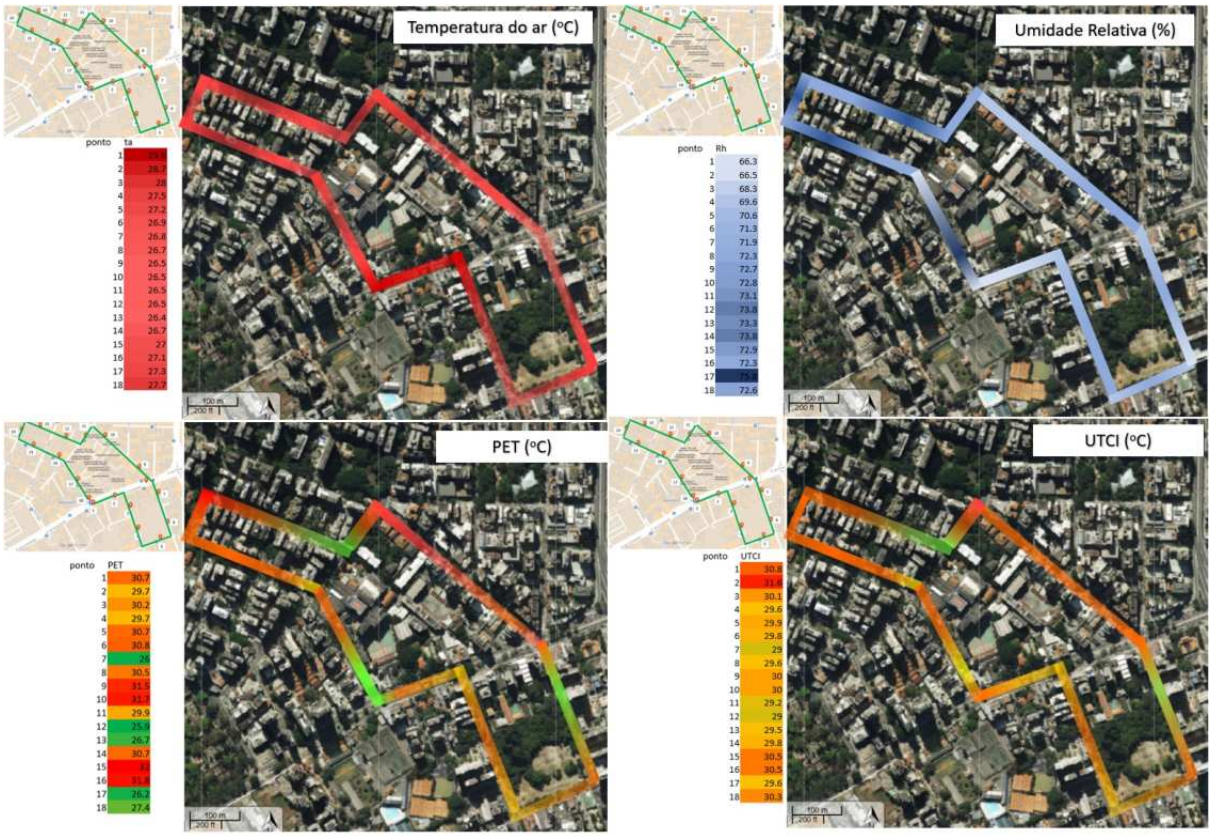


Figura 5 - Distribuição da Temperatura do ar na área selecionada

A tabela 1 apresenta os resultados das imagens térmicas em cada ponto de medição. Nesta avaliação se utilizou a câmera térmica para mediar as temperaturas superficiais em cada ponto de medição. Observa-se que no ponto onde há vegetação as temperaturas superficiais são mais amenas do que os pontos que não há vegetação arbórea

Tabela 1 - Levantamento fotográfico dos pontos de medição.

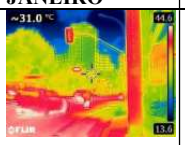
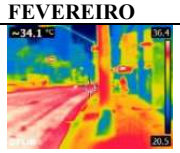
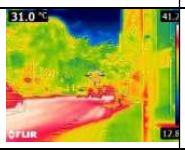
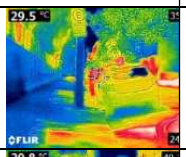
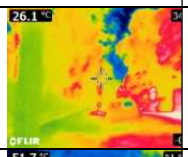
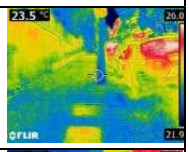
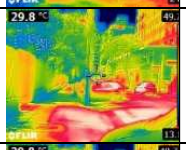
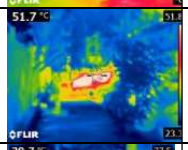
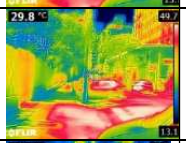
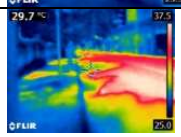
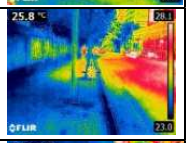
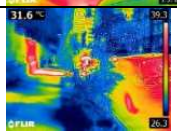
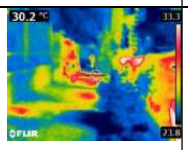
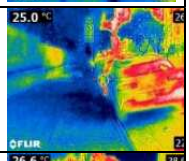
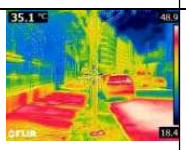
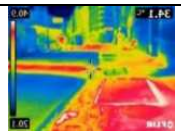
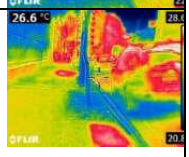
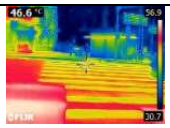
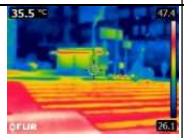
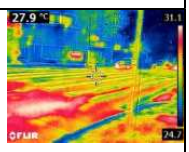
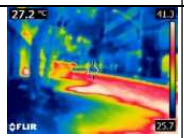
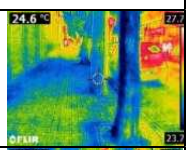
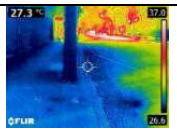
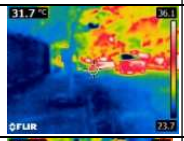
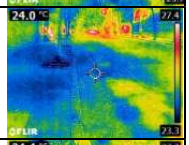
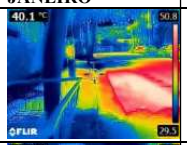
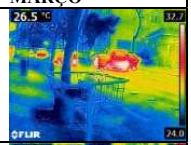
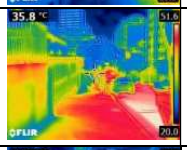
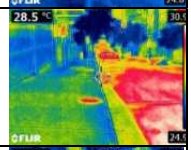
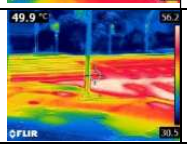
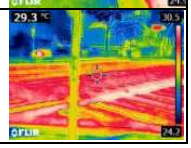
NOME	ENDEREÇO	FOTO LOCAL	FOTO TÉRMICA JANEIRO	FOTO TÉRMICA FEVEREIRO	FOTO TÉRMICA MARÇO
Ponto 1	Saída Estação Higienópolis-Mackenzie, lado ímpar da Rua da Consolação				
Ponto 2	Rua da Consolação, nº 1031				
Ponto 3	Rua Marquês de Paranaguá, Calçada Oposta ao n 80				
Ponto 4	Rua Marquês de Paranaguá, calçada oposta ao nº 190				
Ponto 5	Rua Augusta, calçada oposta ao nº 275				
Ponto 6	Rua Caio Prado, lado oposto ao nº 225				
Ponto 7	Rua Caio Prado, calçada oposta ao nº 61				
Ponto 8	Ponto de ônibus no Canteiro Central da Rua da Consolação				
Ponto 9	Rua Maria Antônia, nº 101				
Ponto 11	Rua Itambé, S/N - Ponto de ônibus				
Ponto 13	Rua Maranhão, nº 227				
Ponto 14	Rua Itacolomi, nº 173				
Ponto 15	Rua Piauí, 455				

Tabela 1 - Levantamento fotográfico dos pontos de medição (Cont.)

NOME	ENDEREÇO	FOTO LOCAL	FOTO TÉRMICA JANEIRO	FOTO TÉRMICA FEVEREIRO	FOTO TÉRMICA MARÇO
Ponto 16	Rua Piauí, nº 340				
Ponto 17	Rua Piauí, nº 130				
Ponto 18	Saída Estação Higienópolis-Mackenzie, lado par da Rua da Consolação				

A média de temperatura ar é elevada e variam na casa do 26°C e 29.7°C. Em termos de PET e UTCI, essa temperatura eleva-se um pouco, 25.9 a 31.7°C, mas não o suficiente para indicar estresse por calor. A área mais adensada e arborizada, situada no bairro de Higienópolis, apresenta contraste entre temperaturas quentes e frescas, por causa da sombra das árvores. Já na parte próxima do Parque Augusta, as temperaturas são mais homogeneas, entre 29 e 30 °C. Esses resultados sugerem que as árvores do parque podem reduzir as temperaturas no entorno imediato, mas a arborização viária em áreas adensadas é muito importante para o controle térmico, principalmente no verão.

4.2 Resultados das Simulações

As figuras 6, 7, 8, 9 apresentam a distribuição da temperatura do ar, Umidade Relativa do ar, PET, UTCI no recorte da área de estudo ao longo do dia, respectivamente.

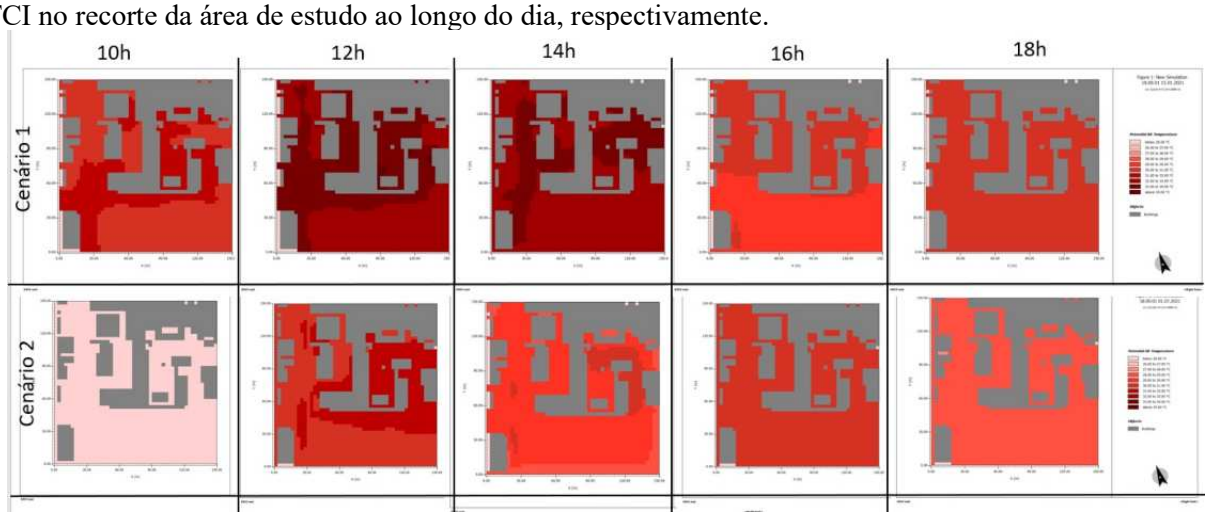


Figura 6 - Distribuição da Temperatura do ar na área selecionada

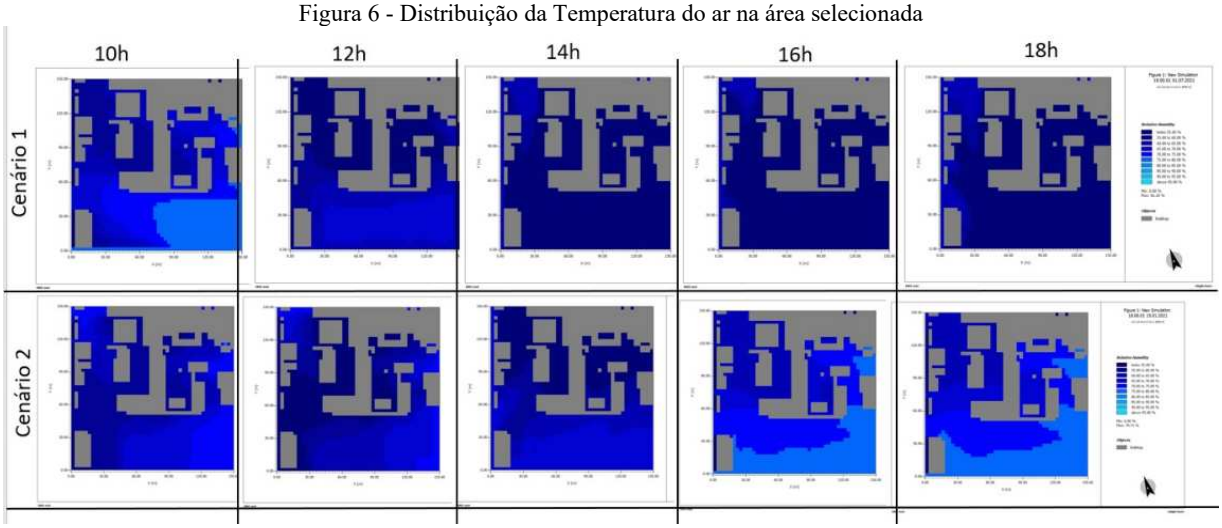


Figura 7 - Distribuição da Umidade Relativa do Ar na área selecionadaa

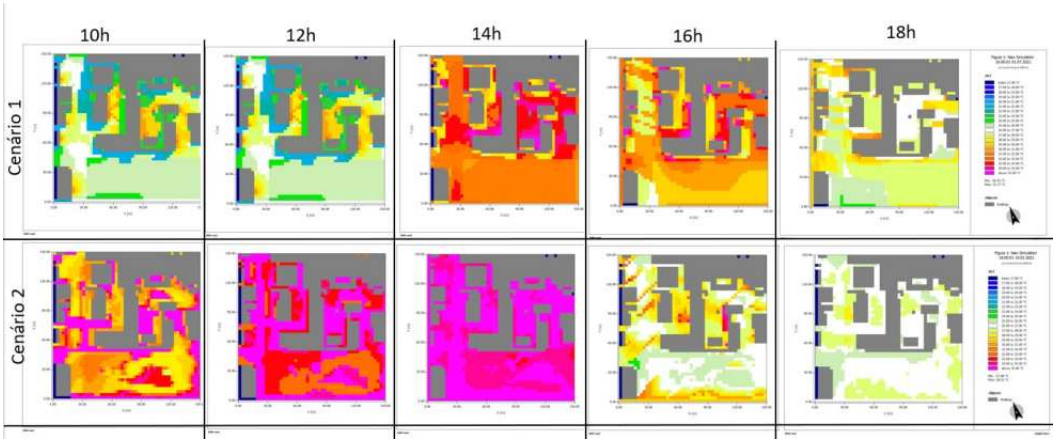


Figura 8 - Distribuição da Temperatura PET na área selecionada

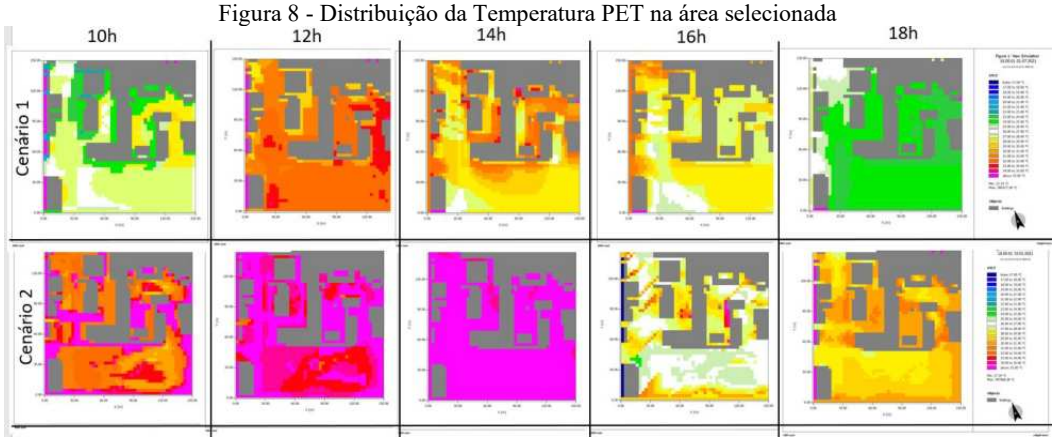


Figura 9 - Distribuição da Temperatura UTCI na área selecionada.

Observou-se que no cenário 1 – sem árvores no parque, durante o dia, as temperaturas ficam mais quentes do que com árvores. Já na situação com árvores, ontem há vegetação há condições de temperatura melhores do que na situação 1 sem árvores. Já em temperatura PET e UTCI (figura 8 e 9), mostrou que a vegetação presente no parque é capaz de modificar o microclima nas regiões imediatamente em frente ao parque. Em relação a umidade relativa, a vegetação é capaz de reter a umidade. Essa característica é muito interessante para cidades que estão muito adensada e necessitam de pontos de frescor. Acredita-se que existissem pequenos parques como este, o microclima urbano poderia ser mais saudável.

A figura 10 apresenta o comportamento do vento na situação sem árvores (cenário 1) na área selecionada. Observa-se que há muita incidência de vento e acúmulo de partículas entre os prédios.

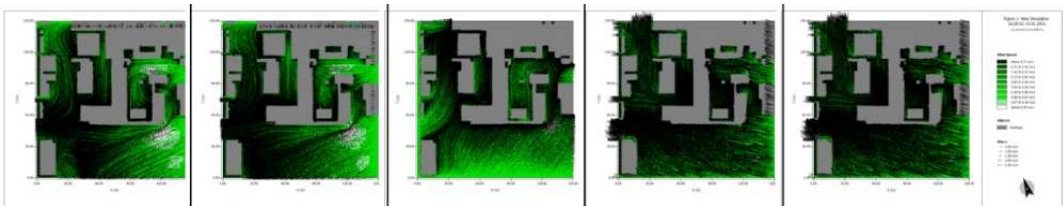


Figura 10 - Distribuição do vento na área selecionada nos horários das 10h, 12h, 14h, 16h e 18h

5.CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa teve como objetivo avaliar o conforto térmico proporcionado ao pedestre numa região central de São Paulo. Observou-se que a vegetação arbórea promove mais frescor para o pedestre quando a massa arbórea é mais densa, como no Parque da Augusta. Ao comparar os resultados medidos e os simulados, observa-se que há um trabalho de termorregulação da vegetação arbórea, ou seja, durante o dia arrefece e a noite não permite que a temperatura seja muito quente ou muito fria. A grande área aberta no parque permite que que a ventilação natural permeie na malha urbana extremamente adensada.

Conclui-se que vegetação é capaz de termorregular a temperatura do ambiente, não só em termos de temperatura do ar, mas também em umidificação do ambiente urbano, confirmando os resultados de ABREU-HARBICH et al 2015; SHIZATO; DUARTE 2018. Nas áreas próximas ao parque, observou-se um efeito de borda, ou seja, a calçada que circunda o parque promove conforto térmico ao usuário. Salienta-se que áreas muito adensadas, o vento não permeia adequadamente, mas os parques pequenos com do Augusta,

podem promover a ventilação urbana colaborando para retirar de calor na área urbana, mitigando os efeitos negativos das ilhas de calor.

Pode se concluir que tanto as ferramentas de levantamento de campo como os softwares de simulação utilizados nestes estudos são importantes para o desenvolvimento de uma cidade mais saudável e com melhores sensações conforto aos habitantes. Essa ferramenta é um importante aliado no processo de requalificação urbana focada na sustentabilidade das cidades, principalmente com a projeção de cenários futuros com o incremento de arborização. Esses resultados podem ser discutidos com a municipalidade para implementação de medidas efetivas de mitigação dos efeitos das ilhas de calor na escala microclimática.

REFERÊNCIAS

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 Urban* Planning**, 2015.

American Society of Heating Refrigerating Air-Conditioning Engineers. **ASHRAE 55:2020** Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy. Georgia, 2020.

ASHRAE, Ashrae handbook –*Fundamentals, American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers*. Atlanta, 1998.

CHENG, L.; NG, E. Outdoor thermal comfort and outdoor actives: A review of research in the past decade. **Cities**, 29, 118- 125, 2012.

FIALA, D. ; HAVENITH, G.; BRÖDE, P.; KAMPMANN, B.;JENDRITZKY. G. UTCI-Fiala multi-node model of human heat transfer and temperature regulation Int. J. Biometeorol., 56 (2012), pp. 429-441

Höppe, P. The physiological equivalent temperature – A universal index for the biometeorological assessment of the thermal environment International Journal of Biometeorology, 43 (1999), pp. 71-75

HIROTA, M; VORMITTAG, E. Como as áreas verdes nas cidades geram benefícios para a saúde. Disponível em: <https://epoca.globo.com/colunas-e-blogs/blog-do-planeta/noticia/2015/11/como-areas-verdes-nas-cidades-geram-beneficios-para-saude.html>. Acesso em: 01 ago. 2019.

HUMPHREYS, MA. The variation of comfortable temperatures. **International Journal of Energy Research,** v. 3, n. 1, p. 13-18, 1979.

INMET.Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em: < Instituto Nacional de Meteorologia - INMET >. Acesso em: 3 ago. 2022.

International Organization for Standardization. **ISO 7730:2005** Ergonomics of the thermal environment—Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria. Genebra,2005.

KATZSCHNER, L. Outdoor Thermal Comfort under Consideration of Global Climate Change and Urban Development Strategies. **Proceedings…** Adapting to Change: New Thinking on Comfort. 2010.

KOTTEK, M. , GRIESER, J. , BECK, C. , RUDOLF, B. RUBEL, F. Article World Map of the Köppen-Geiger climate classification updated. **Meteorologische Zeitschrift**, Vol. 15, No. 3, 259-263. 2006.

LABAKI, L.C; DACANAL, C. ; SILVA, T. M. L.; Vamos passear na floresta! O conforto térmico em fragmentos urbanos. Ambiente Construído (online, V.10, Porto Alegre. 2010

LIN, T.P., MATZARAKIS, A. HWANG, R.L. Shading Effect on Long-Term Outdoor Thermal Comfort. **Building and Environment,** 45, 213-221, 2010.

MATZARAKIS, Andreas; MAYER, Helmut. Another kind of environmental stress: thermal stress. **WHO newsletter**, v. 18, n. January 1996, p. 7-10, 1996.

NEDEL, A. GONÇALVES, F.; CARDOSO, M.; MENDEZ, F.; QUADRO, M.. (2022). Weather events and respiratory diseases in children: case studies in the metropolitan region of São Paulo, Brazil. Conjecturas. 22. 687-708. 10.53660/CONJ-731-A08.

NIKOLOPOULOU, Marialena (ed.). Designing open spaces in the urban environment: a bioclimatic approach. Grécia: CRES, 2004

PAPPENBERGER,F. ;JENDRITZKY, G.; STAIGER, H. ; DUTRA, E. DI GIUSEPPE, F. RICHARDSON, D.S. CLOKE H.L. Global forecasting of thermal health hazards: the skill of probabilistic predictions of the Universal Thermal Climate Index (UTCI) Int. J. Biometeorol., 59 (2015), pp. 311-323

MONTEIRO, L.; ALLUCCI, M. ÍNDICES DE CONFORTO TÉRMICO EM ESPAÇOS ABERTOS. **FÓRUM PATRIMÔNIO: AMBIENTE CONSTRUÍDO E PATRIMÔNIO SUSTENTÁVEL**. V. 3, N. 2, 2009

ORMANDY, D.; EZRATTY, V.. Health and thermal comfort: From WHO guidance to housing strategies. *Energy Policy* v.49, p.116-121, 2012.

Oke, T. R., 1982: The energetic basis of the urban heat island. *Quart. J. Roy. Meteor. Soc.*, **108**, 1–24.

POTCHTER, O. ; COHEN, P.; LIN, T. P.; MATZARAKIS, A. Outdoor human thermal perception in various climates: A comprehensive review of approaches, methods and quantification, **Science of The Total Environment**, v. 631–632, p. 390-406, 2018.

PRÜSS-ÜSTÜN, A.; WOLF, J.; CORVALÁN, C.; BOS, F.; NEIRA, M. P. Preventing disease through healthy environments: a global assessment of the burden of disease from environmental risks. **World Health Organization**:2016

ROMERO, Marta Adriana Bustos. Tecnologia e Sustentabilidade para a Humanização dos Edifícios de Saúde. 1 ed. Brasília: Editora UnB, 2011.

RORIZ, J. W. S.; ABREU-HARBICH, L. V.; HORA, K. E. R. Avaliação do conforto térmico proporcionado por três exemplares vegetais em ciclovia de Goiânia-Go. **Anais... ENCAC.** ANTAC:Palmas 2021

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 (Online) ,v.18 ,n.2, p.197-215, 2018.

SZEREMETA, B., & ZANNIN, P. H. (dezembro de 2013). A importância dos parques urbanos e áreas verdes na promoção da qualidade de vida em cidades. Ra'e Ga - O espaço geográfico em análise, 29, 177-193

VDI 3787, Part I: Environmental meteorology, methods for the human biometeorological evaluation of climate and air quality for the urban and regional planning at regional level. Part I: Climate Beuth, Berlin (1998)