



CONFORTO TÉRMICO EM ÁREAS VERDES URBANAS: SIMULAÇÃO DO MICROCLIMA NA PRAÇA DA LIBERDADE, EM TERESINA-PI

*THERMAL COMFORT IN URBAN GREEN AREAS:
SIMULATION OF THE MICROCLIMATE IN LIBERTY SQUARE, IN
TERESINA-PI*

***CONFORT TÉRMICO EN ÁREAS VERDES URBANAS:
SIMULACIÓN DE MICROCLIMA EN LA PLAZA DE LA LIBERTAD, EN
TERESINA-PI***

Recebido em 30/10/2020 Aceito em 05/04/2021

OLIVEIRA, Ylana Leal Melo de¹
CALIXTER, Abner Luis²

¹ Universidade Federal do Piauí, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Programa de pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo. Brasília, Distrito Federal, Brasil.
ylanalmo@gmail.com
ORCID: 0000-0002-6419-2959

²Universidade Metodista de Piracicaba, Faculdade de Negócios Internacionais, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo. Brasília, Distrito Federal, Brasil.
calixter@brandeis.edu
ORCID: 0000-0002-6408-9708



Resumo

O impacto do ambiente construído ocasiona mudanças no microclima e pode contribuir para a formação das ilhas de calor urbanas (ICU). Nesse contexto, as áreas verdes urbanas contribuem para a melhoria do clima e da qualidade de vida. O presente estudo tem como objetivo analisar a importância da vegetação para o conforto térmico na Praça da Liberdade, em Teresina-PI, através da caracterização do microclima nos períodos seco (outubro) e úmido (março). A análise foi realizada através de simulação computacional, com o uso do software ENVI-met V4.4.5., dividida em quatro etapas metodológicas: levantamento de dados, modelagem, simulação e extração dos dados. Os resultados revelaram a incidência de altas temperaturas durante os dois períodos avaliados, sendo o intervalo da tarde o mais comprometido nos dois cenários; entretanto, o mês úmido apresentou índices de maior conforto térmico, com diferenças de até 2,72°C no horário mais quente. Os dados revelaram melhores índices de conforto térmico debaixo das árvores nas duas épocas do ano. Quanto ao índice PMV de conforto térmico, observou-se que o local de estudo não apresenta sensação de conforto em nenhum dos períodos, variando entre “leve calor” e “muito calor”.

Palavras-Chave: Áreas Verdes Urbanas; Simulação Computacional; Conforto Térmico; Microclima; ENVI-met.

Abstract

Features of the built environment lead to changes in the microclimate and might contribute to the urban heat islands effect (UHI). In this sense, green areas contribute to sustain climate patterns and enhance quality of life. This study aims to describe a microclimate performance sample at Liberty Square, in Teresina-PI, in the dry and wet seasons. This study aimed to understand the influence of the vegetation and its surroundings in the quality of the urban green spaces. The microclimate analysis was conducted through computational simulation, with the ENVI-met V.4.4.5. software and it was divided into four methodological steps: data collection, modeling, simulation, and results extraction. Results indicate the incidence of high temperatures in both seasons, and the afternoon being the most critical time in both scenarios; however, the wet season showed better rates of thermal comfort, with differences of up to 2.72°C in the hottest time. Similarly, better rates of comfort were measured under the trees in both seasons of the year. Regarding the PMV, the study area does not offer sense of thermal comfort in both seasons, going from “mild heat” to “very hot”.

Key-Words: Urban Green Spaces; Computer Simulation; Thermal Comfort; Microclimate; ENVI-met.

Resumen

El impacto del entorno construido puede contribuir a la formación de islas de calor urbanas (ICU). En este contexto, las zonas verdes urbanas contribuyen a mejorar el clima y la calidad de vida. Este estudio tiene como objetivo analizar la importancia de la vegetación para el confort térmico en la Plaza de la Libertad, en Teresina-PI, a través de la caracterización de su microclima en los períodos seco y húmedo. El análisis se realizó mediante, simulación con el software ENVI-met V4.4.5., y se dividió en cuatro pasos metodológicos: levantamiento de datos, modelización, simulación y extracción de datos. Los resultados revelaron altas temperaturas durante los dos períodos evaluados, siendo el período de la tarde el más comprometido; sin embargo, el período húmedo presentó tasas de mayor confort térmico, con diferencias de hasta 2,72°C, en el período más caliente. Los datos revelaron mejores índices de confort bajo los árboles en ambos períodos del año. En cuanto al VMP, se observó que el lugar del estudio no presentaba una sensación de confort en ninguno de los períodos estudiados, variando entre "calor leve" y "mucho calor".

Palabras clave: Áreas Verdes Urbanas; Simulación computacional; Confort Térmico; Microclima; ENVI-met.

1. Introdução

A qualidade de vida nas cidades está, em grande parte, relacionada à sensação de conforto térmico, representado pelo estado mental do indivíduo perante o ambiente que o cerca (ASHRAE, 2004). Entretanto, devido à ausência de planejamento urbano adequado, má implantação da morfologia urbana e ausência de vegetação, muitas cidades tornam-se vulneráveis à formação de ilhas de calor. O fenômeno ocasiona desconforto térmico e consequências negativas para a população: na saúde humana (problemas cardíacos), no consumo de energia e na sociabilidade em geral, afetando desde o desempenho no trabalho até o uso dos espaços públicos (SOUZA E NERY, 2010).

Os parâmetros que influenciam a sensação de conforto térmico podem ser divididos em fatores pessoais (vestes e atividade metabólica) e fatores ambientais (temperatura do ar, temperatura média radiante, velocidade do ar e umidade relativa do ar) (ROMERO, 2006). O homem, como ser homeotérmico, possui a necessidade de manter a temperatura interna constante, desta forma, o conforto térmico é definido como a sensação do organismo ao perder o calor produzido pelo metabolismo para o ambiente, sem se utilizar de mecanismos termorreguladores (BARBOSA, 2018).

As atividades antrópicas são um dos principais agentes de aceleração das alterações climáticas (SILVA, 2015). O espaço construído, em contraste com o espaço natural, impacta o ambiente em diversas dimensões, como por exemplo: através do uso de revestimentos impermeáveis, supressão da cobertura vegetal, alterações de albedo e rugosidade, canalização de corpos hídricos, além da poluição atmosférica, contribuindo para a formação das ilhas de calor urbano (ICU) (CHU et al., 2017 apud ALVES et. al., 2019).

O fenômeno das ICUs é ocasionado pela capacidade de armazenamento de calor e diminuição da umidade do ar através dos materiais construtivos, diminuição da velocidade dos ventos pela rugosidade das superfícies, além do aumento da absorção da radiação solar e diminuição do albedo (BARBOSA, 2018). Segundo Romero (2000), a interação gerada a partir da topografia, vegetação, superfície natural dos solos e a superfície construída constitui, na microescala, os microclimas. Lombardo (1985) afirma que a geometria das edificações, a escolha dos materiais construtivos, a densidade demográfica, a presença de áreas livres, entre outros fatores contribuem para a concepção do microclima local.

Nesse contexto, os espaços livres, como os parques urbanos, praças e reservas ambientais exercem diversas funções na cidade, como de recreação e lazer, esportes, contemplação e descanso, proporcionando ganhos sociais e ambientais para a população (MINELLA, 2014) e também contribuem potencialmente para a melhoria do clima das cidades e mitigação das ICUs a partir da sua morfologia baseada na proteção fornecida pela cobertura vegetal.

Diversos autores destacam a importância das áreas verdes urbanas para a mitigação do microclima e melhoria do conforto térmico e qualidade de vida nas cidades (OCHOA DE LA TORRE, 1999; LABAKI, 1999; LABAKI, 2011; ROMERO, 2000; SHAMS, 2009; MINELLA, 2014; MINAS, 2017). Segundo Lamberts et al (1998 apud SILVA; ADÁRIO; MARQUES, 2019), a compreensão dos extremos de frio e calor é essencial para a elaboração de projetos bioclimaticamente orientados, que atendam ao conforto térmico dos indivíduos.

A cidade de Teresina, conhecida por suas altas temperaturas, que frequentemente aproxima os 40°C (COSTA, 2010), ostenta o já ultrapassado título de “Cidade Verde”, devido à sua outrora arborização em canteiros, ruas e avenidas. O crescimento desordenado e a expansão horizontal da cidade vêm modificando sua paisagem urbana e minimizando sua cobertura vegetal (ABREU, 2012), agravando a



situação de desconforto térmico nos seus espaços urbanos. A ausência do uso de estratégias bioclimáticas voltadas para a qualidade de vida, conforto térmico e adaptação às condicionantes locais, em conjunto com a crescente supressão da cobertura vegetal e desconforto nos espaços públicos foram os fatores que motivaram o presente estudo.

1.1. Vegetação no Espaço Urbano e Microclima

A presença de vegetação em quantidade e disposição adequadas desempenha um grande papel no conforto térmico das cidades, influenciando não só o clima, como a ventilação. A presença de áreas verdes é um indicativo de controle de temperatura e sua ausência é um dos principais fatores que causam as ICUs (OKE, 1987 apud BARBOSA, 2018). A vegetação urbana contribui não só para o embelezamento estético e cênico de espaços públicos, promovendo satisfação nos usuários, como também exerce importante papel na preservação da identidade biológica local, proporcionando abrigo e alimento à fauna da região e garantindo a manutenção do ecossistema (FEITOSA, 2010).

A vegetação atua no clima urbano e na criação de ilhas de frescor a partir da evapotranspiração, que propicia o resfriamento das folhas e do ar adjacente, e do sombreamento, que diminui a incidência de radiação nas superfícies e conseqüentemente seu aquecimento e emissão de ondas longas para o ambiente (LABAKI et. al., 2011). Paz (2009, p.45 apud FERREIRA; CARRILHO; MENDES, 2015) descreve as ilhas de frescor como áreas na cidade onde a temperatura é significativamente mais baixa, evento associado à presença de cobertura vegetal. O autor afirma que o ar tende a ser mais fresco e denso devido a uma maior estabilidade da temperatura e umidade do ar, quando comparadas com as áreas adjacentes.

Segundo Barbosa (2018), o fluxo de ventos também é influenciado pela presença de cobertura vegetal, como praças e parques, podendo bloquear, filtrar ou condicionar a passagem do ar, e as áreas livres permitem que os ventos retomem sua velocidade, alterada pela presença das edificações.

A folhagem também desempenha um papel na atenuação das temperaturas, ao transmitir de forma difusa os raios de onda curta, atenuando a radiação solar (BARBOSA, 2018), e na qualidade do ar, ao filtrar a poeira e a contaminação presente no ar adjacente (ROMERO, 2015). A presença de um sistema verde diminui também a intensidade do som (ROMERO, 2015), proporcionando conforto acústico.

Desta forma, esse trabalho tem como objetivo analisar a importância da vegetação para o conforto térmico em espaços públicos, simulando computacionalmente por meio do programa ENVI-met V.4.4.5, a praça da Liberdade, situada na cidade de Teresina- PI. Essa pesquisa visa incentivar a produção de espaços urbanos projetados de forma a respeitar as condicionantes locais, a cultura e a população.

2. Objetivos

O estudo tem como objetivo analisar a importância da vegetação para o conforto térmico na Praça da Liberdade, em Teresina-PI, através do uso de simulação computacional para caracterizar seu microclima urbano e entender o comportamento da arborização, da orientação solar, dos materiais superficiais e do ambiente construído na qualidade das áreas verdes urbanas de forma a promover a criação de espaços mais adequados ao microclima local.

3. Área de Estudo

A cidade de Teresina, capital do Piauí, está localizada na região Nordeste do Brasil, na área Meio-Norte, sendo a única capital nordestina que não está situada no litoral (Figura 1). Possui atualmente uma população de aproximadamente 860.000 habitantes, distribuída em 123 bairros por sua extensão territorial de 1.391 km² (IBGE, 2018).

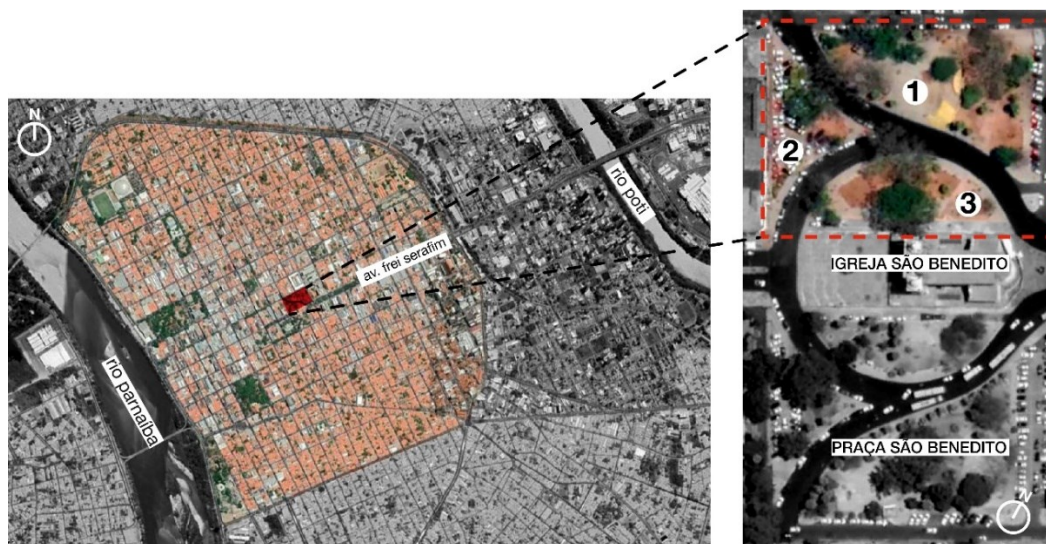
A praça da Liberdade, objeto de estudo, está localizada na zona e bairro Centro da cidade de Teresina, situada na margem direita do rio Parnaíba (Figura 2), área escolhida por José Antônio Saraiva¹, presidente da província, para a sede da futura capital do Estado do Piauí, em 1852 (MOURA, 2010). Atualmente, o bairro possui uma população de 12.180 habitantes (TERESINA, 2018), que vem diminuindo gradativamente, uma vez que seus moradores passaram a migrar para zonas mais afastadas da área central, fenômeno provocado pelo aumento do número de comércios e empresas instaladas no bairro (MOURA, 2010). O espaço encontra-se completamente antropizado, concentrando muitos órgãos públicos administrativos e comércio, além de escolas e serviços hospitalares (MOURA, 2010).

Figura 1: Localização de Teresina no Brasil.



Fonte: Google Maps (2020)

Figura 2: Macrolocalização do bairro Centro (esquerda) e da praça da Liberdade (direita), em Teresina, Piauí.



Fonte: Google Maps (2020), adaptado pela autora.

Segundo Matos et al. (2015), a zona centro abriga ainda 7 praças do traçado urbanístico original, implantado por Saraiva¹, que se conectam por eixos viários e criam um sistema de espaços livres, contribuindo para o microclima da região. A praça da Liberdade está localizada no lado esquerdo da igreja São Benedito, um dos pontos mais centrais da cidade e divide-se em 3 áreas (Figura 2 e 3),

¹ José Antônio Saraiva, o Conselheiro Saraiva, foi o Presidente da Província e responsável pelo primeiro Plano Urbanístico da cidade de Teresina, tornando-se a primeira capital planejada do Brasil, em 1852. O projeto urbano ficou conhecido como Plano Saraiva, composto por um traçado de vias ortogonais baseado no modelo xadrez urbanístico português.

cortadas pela Avenida Frei Serafim. Do lado direito da Igreja encontra-se a Praça São Benedito (Figura 2), que apresenta as mesmas características da praça da Liberdade, e por vezes são compreendidas como uma só (LOPES, 2020). Ambas as praças foram construídas em 1886, juntamente com a Igreja São Benedito (LOPES, 2020). Segundo Moura (2010, p. 80), a praça pode ser caracterizada como “jardim público, de lazer contemplativo, de porte pequeno e de trânsito intenso”.

A escolha do objeto de estudo se deu devido à sua importância para a paisagem urbana, com relevância histórica, compondo o entorno da Igreja São Benedito, terceira igreja erguida na capital, em 1886 e tombada pelo IPHAN (OP ARQUITETURA, 2008). Além disso, atualmente a praça destaca-se por sua localização próxima a diversas escolas e serviços e, além de ser um local de encontro e contemplação para os trabalhadores e estudantes da região, constitui um lugar de grande fluxo de pedestres (MOURA, 2010). A praça possui entorno comumente utilizado como estacionamento de automóveis e palco para manifestações artísticas, políticas e culturais, além de ser utilizada pelos fiéis da igreja São Benedito para manifestações religiosas.

Figura 3: Fotografias da praça da Liberdade, das áreas 1, 2 e 3.



Fonte: Autora (2021).

4. Métodos

O estudo segue a metodologia desenvolvida por Silva, Silva e Santo (2018) e utilizada por Silva, Adário e Marques (2019) para simulação computacional com o software ENVI-met, versão 4.4.5, e adaptado às variáveis da cidade de Teresina-PI, dividida em quatro etapas:

Tabela 1: Etapas metodológicas.

Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3	Etapa 4
LEVANTAMENTO DE DADOS	MODELAGEM	SIMULAÇÃO	EXTRAÇÃO DOS DADOS
dados físicos	edifícios	período seco	9h, 15h, 21h
dados geográficos	vegetação	período úmido	PMV - Biomet ²
dados climáticos	solo	24h	Mapas - Leonardo ³

² Índice de conforto térmico, PMV - Predicted Mean Vote, gerado através do plug-in Biomet do software ENVI-met.

³ Mapas de Temperatura do Ar, Umidade Relativa e Velocidade dos Ventos produzidos pela ferramenta Leonardo do software ENVI-met.

4.1. Levantamento dos materiais superficiais

Para o mapeamento das superfícies e edificações (Figura 4) a serem usadas na modelagem no software, foi utilizado o levantamento planialtimétrico e arquivos em AutoCad fornecidos pela Prefeitura Municipal e pelo Iphan - Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional, além de levantamento e medições através do Google Earth e visitas *in loco*. Estipulou-se uma altura de 3 metros para cada pavimento.

Figura 4: Mapa das superfícies, edificações e vegetação.



4.2. Levantamento das variáveis climáticas

Situada entre dois rios, Poti e Parnaíba, Teresina apresenta clima tropical megatérmico (AW), com amplitude térmica anual menor que 5°C e caracteriza-se por dois períodos bem definidos: um chuvoso, quente e úmido (janeiro a maio) e outro quente e seco (julho a novembro) (SILVEIRA, 2007). Segundo Andrade (2000, p.185 apud SILVA, 2009), as elevadas temperaturas e o calor são características atribuídas à cidade por seus habitantes, exercendo influência sobre seus “costumes, na cultura e, conseqüentemente, sobre a paisagem”.

A capital possui altitude média de 72,00m e está localizada próxima à linha do equador, a 05°05'12" de latitude sul (CASTELO BRANCO; ARAÚJO, 2001), de forma que os raios solares atingem a superfície em um ângulo próximo a 90°, ocasionando uma elevada intensidade de radiação solar durante o ano inteiro (CASTELO BRANCO, 2002 apud SILVA, 2009). Quanto ao regime de ventos, a cidade está situada em uma região de calmaria e de brisas leves (SILVA, 2009). Segundo Silveira (2007), “os ventos são fracos, com velocidade média anual de 1,4 m/s e direção predominante sudeste”. Nos meses de julho a outubro, situados no período seco, observa-se uma velocidade média mensal mais elevada, de 1,7m/s, enquanto no período úmido, de janeiro a maio, a velocidade média diminui para 1,2 m/s (SILVEIRA, 2007).

Segundo Silveira (1999), a cidade de Teresina possui temperatura média mensal muito elevada (entre 26 e 29°C), podendo representar seu clima através de dois períodos típicos: um, considerando o mês de março (com menor amplitude térmica), definido por parâmetros de temperatura, umidade relativa do ar e precipitações características de climas quente e úmido, e outro, considerando o mês de outubro (maior amplitude térmica), onde ocorre a maior média das temperaturas máximas, umidade do ar em torno de

55% e precipitações escassas, características de clima quente e seco (SILVA, 2009).

Desta forma, foram levantados os dados climáticos nos meses citados (março e outubro) para caracterizar os dois períodos distintos em Teresina, seco e úmido, para a simulação computacional. Foram utilizados os horários regulados segundo a Organização Mundial Meteorológica: 9h, 15h e 21h (Tabela 2). Devido às limitações da versão gratuita do software, os dados necessários levantados foram: velocidade média dos ventos (m/s), média da temperatura da atmosfera (°C), média da umidade relativa do ar (%) e direção dos ventos em graus, elementos que interferem diretamente na sensação de conforto térmico, obtidos a partir do PROJETEER - UFSC e SILVEIRA (2007).

Tabela 2: Dados climáticos e geográficos.

DADOS CLIMÁTICOS		
Parâmetro	Úmido Março	Seco Outubro
T (°C)	27.72	28.98
V (m/s)	1,2	1,7
U (%)	77.26	56.19
DIR. DOS VENTOS	135	135
COEF. DE RUG.	0,01	0,01
DADOS GEOGRÁFICOS		
Latitude	Longitude	
05°05'21" S	42°48'07" W	

Fonte: PROJETEER e SILVEIRA (2007).

4.3. Levantamento das espécies arbóreas

Segundo Moura (2010), a praça da Liberdade possuía em 2010, nos seus três canteiros, um total de 87 árvores e palmeiras. Em 2012, Evangelista et al. (2012) levantaram 48 espécies vegetais, e Lopes (2020) quantificou um percentual de 70,1% de cobertura vegetal na praça. Observa-se que o espaço passou por supressão de sua cobertura vegetal devido a reformas na Igreja São Benedito e seus canteiros, e devido à perenidade da vegetação existente nos meses seco e úmido (Figura 5).

Figura 5: Cobertura vegetal na praça da Liberdade em agosto de 2009 (esquerda) e setembro de 2019 (direita).



Fonte: Google Earth (2020).

Observa-se concentração de vegetação nativa, como o angico branco (*Anadenanthera colubrina*), carnaúba (*Copernicia prunifera*) e oiti (*Licania tomentosa*), muito utilizadas na arborização de praças em Teresina (EVANGELISTA et al., 2012). Foram levantadas ainda a presença de árvores de grande porte e com frutos comestíveis, e todas as espécies apresentam porte arbóreo (EVANGELISTA et al., 2012).

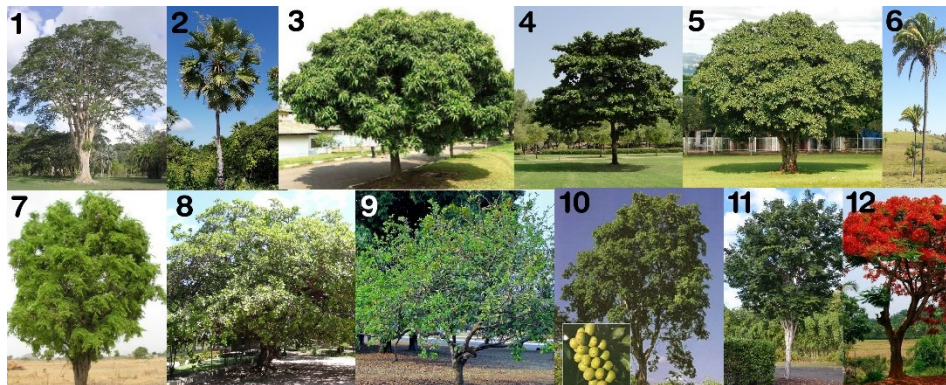
Segundo Evangelista et. al (2012), foram identificadas as seguintes espécies na praça da liberdade:

Tabela 3: Levantamento das espécies arbóreas.

Nome Popular	Nome Científico	Nome Popular	Nome Científico
1-Angico Branco	Anadenanthera colubrina	7-Tamarindo	Tamarindus indica L.
2-Carnaúba	Copernicia prunifera	8-Cajueiro	Anarcadium occidentale.
3-Mangueira	Mangifera indica	9-Goiabeira	Psidium guayava
4-Amendoeira	Terminalia catappa	10-Pitomba	Talisia esculenta
5-Oiti	Licania tomentosa	11-Pau-Ferro	Caesalpinia ferrea
6-Babaçu	Attalea speciosa	12-Flamboyant	Delonix regia

Fonte: Evangelista et al. (2012) e Moura (2010)

Figura 6: Espécies arbóreas da Tabela 3.



Fonte: Google Images (2021).

4.4. Modelagem

Para a modelagem, foi definido um recorte de 144m x 144m, e o norte foi rotacionado 26° para melhor se adequar ao software (Figura 7). Seguindo a metodologia de Silva et. al. (2019), os dados coletados *in loco* e em órgãos municipais, foram compatibilizados com a interface do software e apresentados na Tabela 4, de forma a padronizar e sistematizar o estudo e permitir modificações ou inserção de novos dados posteriormente, em um processo de simulação computacional retroalimentada, podendo gerar novas hipóteses e problematizações (SILVA, 2020).

Figura 7: Planta baixa do recorte da praça e do entorno imediato (esquerda) e modelagem no software ENVI-met V4.4.5 (verde: vegetação/ cinza: edifícios / preto: asfalto/ branco e laranja: piso intertravado e concreto estampado (direita)).



Tabela 4: Compatibilização dos materiais superficiais e da vegetação com o banco de dados do ENVI-met V4.4.5.

LEVANTAMENTO	BANCO DE DADOS ENVI-met V4.4.5.		
NOME:	NOME:		ALBEDO:
<i>Intertravado 01, 02 e 03</i>	BRICK ROAD (RED STONES)	KK	0,30
<i>Concreto Estampado</i> <i>Ladrilho Hidráulico de Concreto</i>	CONCRETE PAVEMENT GRAY	PG	0,50
<i>Grama</i>	GRASS 50 cm AVER, DENSE	GG	X
<i>Asfalto</i>	ASPHALT ROAD	ST	0,20
<i>Área não-pavimentada</i>	LOAMY SOIL	LO	0,00
LEVANTAMENTO	BANCO DE DADOS ENVI-met V4.4.5.		
NOME:	NOME:		ALBEDO:
<i>Angico Branco, Ipê Rosa, Mangueira, Oitizeiro</i>	TREE 10m, VERY DENSE, LEAFLESS BASE		T1
<i>Babaçu, Carnaúba</i>	TREE 20m, DENSE, DISTINCT CROWN LAYER		BS

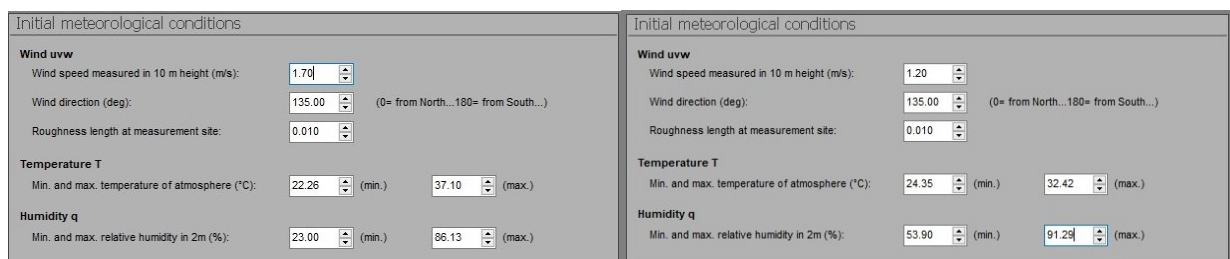
4.5. Simulação

Para a realização da terceira etapa metodológica, foram levantados os parâmetros médios máximos e mínimos relativos aos dois meses escolhidos para a cidade de Teresina, buscando caracterizar a época úmida (março) e seca (outubro). Para o período úmido, a temperatura máxima média utilizada foi de 32,42°C e mínima de 24,35°C e para o período seco, a máxima média foi de 37,1°C e mínima de 22,26°C. Para a umidade relativa, no período úmido foi considerada a média máxima de 91,29% e mínima de 53,9%, e no período seco, máxima e mínima de 86,13% e 23% respectivamente (Figura 8). Os dados climáticos foram coletados no PROJETEEE – UFSC.

Quanto à direção dos ventos, a predominante considerada para a cidade de Teresina foi a sudeste (135°), com velocidade média mensal de 1,2m/s para o mês de março e 1,7m/s para o mês de outubro (SILVEIRA, 2007). Ressalta-se que foram simuladas 24h, desconsiderando as primeiras e últimas 2 horas de cada um, para a validação dos resultados (SILVA; ADÁRIO; MARQUES, 2019).

Devido às limitações da versão gratuita V4.4.5 utilizada do software ENVI-met, foi aplicado o nível intermediário com Simple Forcing para os parâmetros meteorológicos da simulação.

Figura 8: Interface do ENVI-met V4.4.5. com parâmetros utilizados para o período seco (esquerda) e úmido (direita).



5. Resultados

5.1. Caracterização do Microclima

Para caracterizar o microclima da Praça da Liberdade, foram utilizados os parâmetros de temperatura do ar (C°), umidade relativa do ar (%) e velocidade dos ventos (m/s) nos dois períodos analisados (março e outubro). Os resultados da simulação geraram mapas, que podem ser visualizados nas Figuras 9 e 10 abaixo, e foram transformados em tabela (Tabela 5), como forma de comparar e entender as variáveis

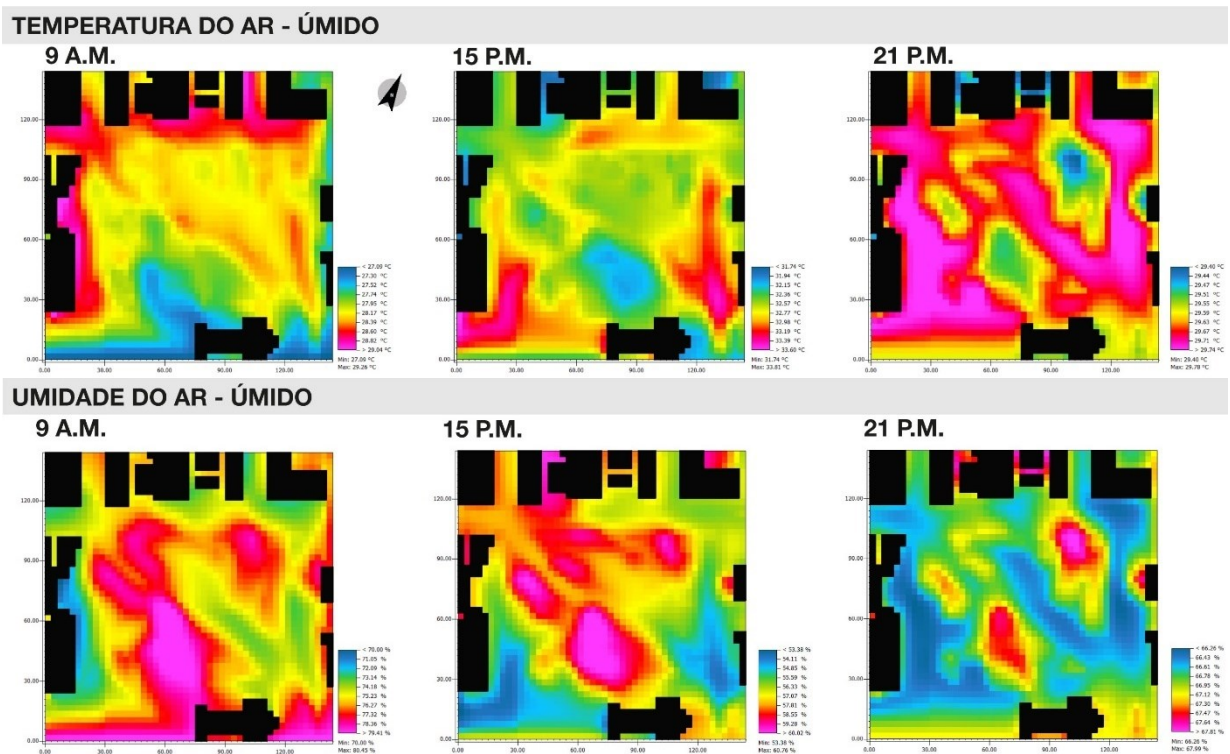
climáticas. As cores obtidas variam entre tons de vermelho, que representam os maiores valores; amarelo e verde que representam valores medianos e tons de azul que representam os menores valores.

Quanto à temperatura do ar, o período úmido apresenta uma maior média às 15h, registrando 32,78°C e menor média durante o período da manhã, com 28,18°C. Observou-se ainda a influência da vegetação e dos materiais superficiais e registraram-se menores temperaturas ao redor das árvores; e maiores, no asfalto.

O período seco também apresenta menor média às 9h, com 28,40°C e maior média às 15h, com 35,5°C, 2,72°C a mais que o período úmido. Apresenta ainda maior amplitude térmica durante o dia, como é esperado, com diferença de cerca de 7°C entre sua menor e maior média. Assim como no período úmido, observou-se uma relevância da vegetação na amenização da temperatura, registrando valores inferiores em suas proximidades, além da influência das edificações do seu entorno.

Quanto à umidade relativa do ar, o período úmido registrou valores mais elevados, principalmente devido às precipitações características da época. A média máxima foi registrada às 9h, com 75,23% e a mínima às 15h, com 57,07%. O período seco apresenta médias de umidade mais extremas, com máxima de 62,63%, também no período da manhã, entretanto com mínima de 33,78%, no período da tarde, registrando uma amplitude térmica de 28,85% ao longo do dia. Observou-se ainda maiores índices de umidade do ar nas áreas de cobertura vegetal.

Figura 9: Mapas de Temperatura do Ar, Umidade Relativa e Velocidade dos Ventos no período úmido (março).



VELOCIDADE DO VENTO - ÚMIDO

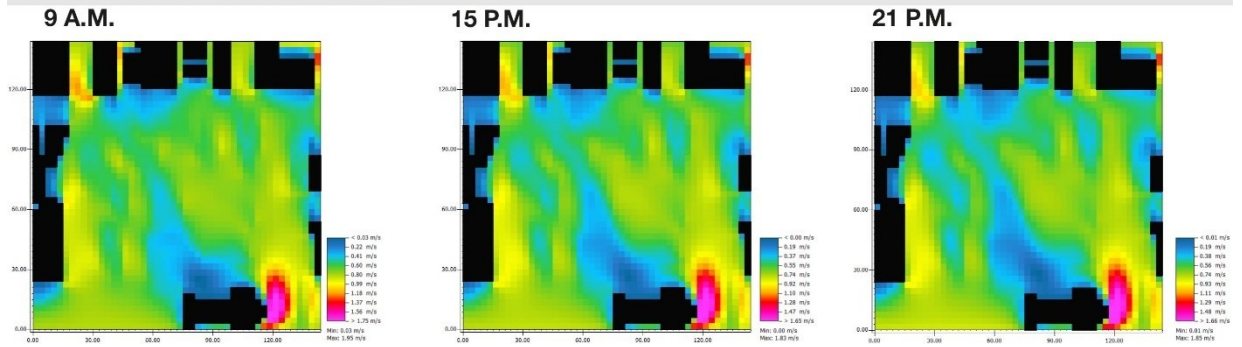
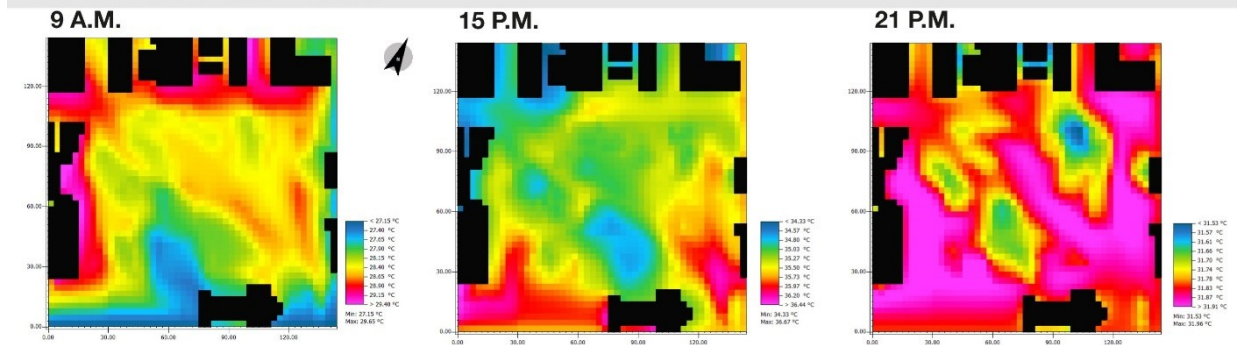
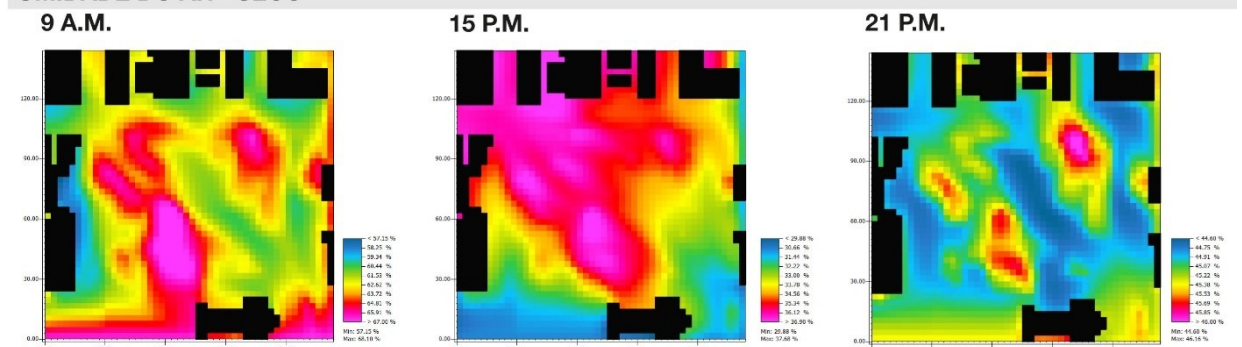


Figura 10: Mapas de Temperatura do Ar, Umidade Relativa e Velocidade dos Ventos no período seco (outubro).

TEMPERATURA DO AR - SECO



UMIDADE DO AR - SECO



VELOCIDADE DO VENTO - SECO

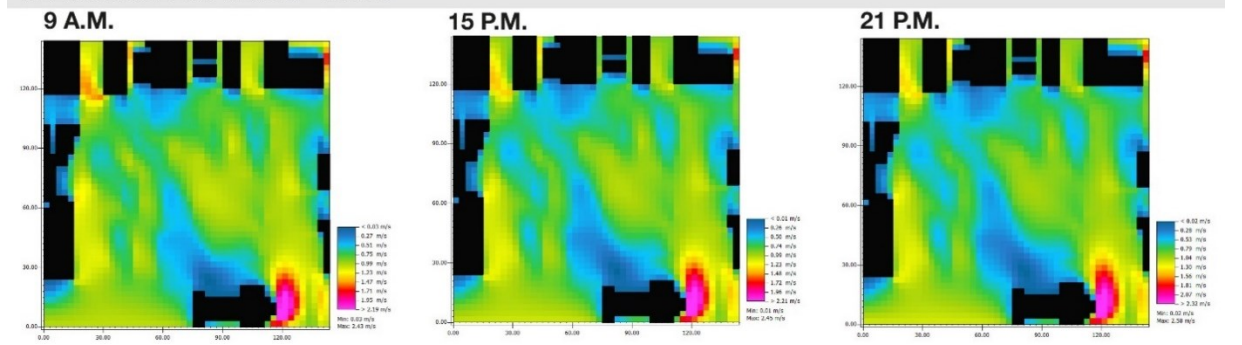


Tabela 5: Dados microclimáticos extraídos do ENVI-met V4.4.5.

Período	Hora	Temperatura do Ar (°C)				Umidade Relativa do Ar (%)				Velocidade do Vento (m/s)			
		MÍN.	MÁX.	MÉD.	AMPL.	MÍN.	MÁX.	MÉD.	AMPL.	MÍN.	MÁX.	MÉD.	AMPL.
ÚMIDO <i>Março</i>	9h	27,09	29,26	28,18	2,17	70	80,45	75,23	10,45	0,03	1,95	0,99	1,92
	15h	31,74	33,81	32,78	2,07	53,38	60,76	57,07	7,38	0	1,83	0,92	1,83
	21h	29,40	29,78	29,59	0,38	66,26	67,99	67,13	1,73	0,01	1,85	0,93	1,84
SECO <i>Outubro</i>	9h	27,15	29,65	28,40	1,25	57,15	68,10	62,63	10,95	0,03	2,43	1,23	2,40
	15h	34,33	36,67	35,50	2,34	29,88	37,68	33,78	7,80	0,01	2,45	1,23	2,44
	21h	31,53	31,96	31,75	0,22	44,60	46,16	45,38	1,56	0,02	2,58	1,30	2,56

Em relação à velocidade dos ventos, observam-se valores mais elevados no mês de outubro, com média máxima de 1,30m/s às 21h e valores iguais nos períodos da manhã e da tarde, podendo influenciar a sensação de desconforto térmico em conjunto com as elevadas temperaturas no mês. O período úmido apresenta valores inferiores, com média máxima de 0,99m/s às 9h e mínima de 0,92m/s às 15h. Acredita-se que em Teresina, a variável dos ventos tem contribuição reduzida na dissipação do calor (DE ALBUQUERQUE; LOPES, 2016).

5.2. Mapas do índice de conforto PMV

O índice de PMV – Predicted Mean Vote ou Voto Médio Estimado, foi desenvolvido por Fanger (1972) (Tabela 6) e está incluído na norma ISSO 7730 (2005) (SANTOS, 2019). O cálculo é realizado a partir do balanço térmico entre o corpo humano, influenciado pelas variáveis ambientais, como a temperatura média do ar (°C), a temperatura média radiante, a umidade relativa e a velocidade do vento, além de variáveis pessoais, como a taxa metabólica do indivíduo e suas vestimentas (SANTOS, 2019).

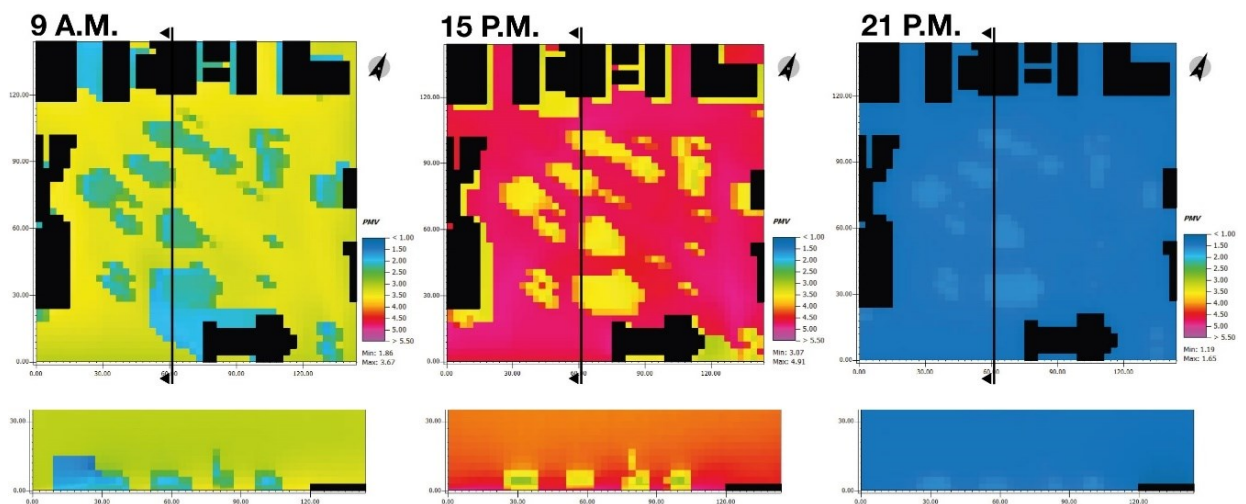
O índice foi originalmente desenvolvido para situações em ambientes internos, entretanto, ao estender partes relacionadas ao fluxo de energia do modelo com a radiação solar e de onda longa e permitir velocidades do vento acima de uma situação interna, o PMV pode ser aplicado, com limites, a situações externas (ENVI-MET, 2020). Apesar das limitações, o índice em sua versão externa é capaz de resumir os efeitos da temperatura do ar, radiação, umidade e vento no balanço de energia do usuário em um valor, ponderado com o nível de influência (ENVI-MET, 2020). Para o cálculo, foi utilizada uma pessoa de referência padrão, do sexo masculino, com 35 anos de idade, altura de 1,75m e peso de 75kg.

Tabela 6: Escala de Fanger.

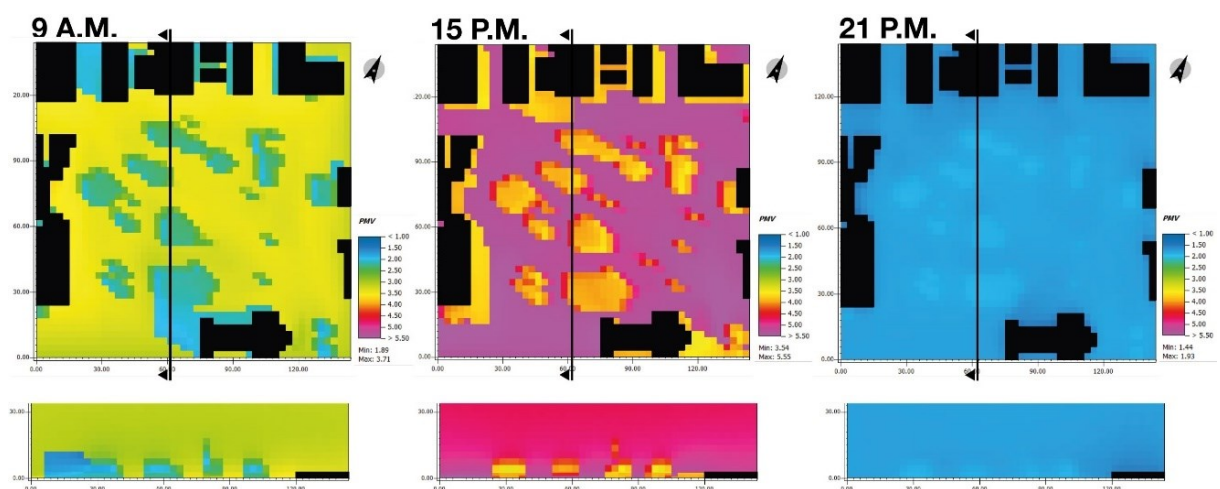
muito frio	frio	leve frio	neutro	leve calor	calor	muito calor
-3	-2	-1	0	+1	+2	+3

Fonte: Fanger (1972)

No mês de março (Figura 11), às 9h da manhã, os índices de PMV registraram entre +1.86 e +2 embaixo das árvores, configurando “calor” e, a partir de +3 a +3.67 nas áreas sem cobertura vegetal, configurando “muito calor”. Às 15h, foram registrados os maiores valores, com índices entre +2.5 e +3.5 nas áreas com vegetação e sombreadas pelos edifícios, variando entre “calor” e “muito calor”, e +4 a +4.91 nas demais áreas, com sensação térmica de “muito calor”. O período da noite registra os menores índices de PMV, com variação uniforme entre +1.19 e +1.65, sendo “leve calor”, índices mais próximos ao considerado como conforto. Observa-se a incidência de menores índices de PMV embaixo da cobertura vegetal.

Figura 11: Índices de PMV para o período úmido (março).

No mês de outubro (Figura 12), às 9h da manhã, observaram-se índices semelhantes aos do período úmido, com sensação térmica de “calor” embaixo das árvores e “muito calor” nas demais áreas. Às 15h, a sensação de desconforto térmico registrada foi a mais elevada, com índices entre +3.5 a +4.0 embaixo das árvores e na sombra de edifícios, entre +4.5 a +5.5 nas áreas descobertas, registrando “muito calor” em toda a praça e maior desconforto que no período úmido. Às 21h, observam-se índices semelhantes aos do mês de março, porém com valores maiores, oscilando entre +1.44 e +1.93 em todas as áreas, com sensação térmica de “leve calor”.

Figura 12: Índices de PMV para o período seco (outubro).

6. Discussão

A análise do microclima na Praça da Liberdade permitiu verificar a incidência de altas temperaturas durante os dois períodos avaliados, com variações durante o dia, sendo o período da tarde, às 15h, o mais comprometido nos dois cenários, coincidindo com o horário de maior movimento na praça. Entretanto, o período úmido (março) apresenta temperaturas mais amenas e maior conforto térmico. Essa época registra maior nebulosidade na abóbada celeste, diminuindo a intensidade da radiação solar que atinge o solo (SILVEIRA, 2007).



Os mapas de temperatura do ar, umidade relativa e ventos revelaram melhores índices de conforto térmico embaixo das árvores durante todo o dia. Desta forma, pode-se constatar a eficácia pontual da cobertura vegetal para a amenização do desconforto térmico e das ilhas de calor. Quanto ao índice PMV, observou-se que o local de estudo não apresenta sensação de conforto em nenhum dos períodos estudados, variando entre “leve calor” e “muito calor”, ainda que a cobertura vegetal amenize as temperaturas e a sensação de desconforto térmico. Entretanto, vale considerar a aclimação dos habitantes, segundo Feitosa (2010), em Teresina, as temperaturas abaixo de 27,0°C podem ser consideradas baixas e acima de 28,9°C, altas.

Os resultados coincidem com os estudos de Matos (2015) e Evangelista et al. (2012), que afirmam que as praças do centro de Teresina, destacando-se aqui a praça da Liberdade, constituem um importante papel na morfologia urbana e exercem uma influência no microclima local, além de demonstrar a importância da cobertura vegetal para a mitigação das ICUs e melhoria do conforto térmico e qualidade de vida (OCHOA DE LA TORRE, 1999; LABAKI, 1999; LABAKI, 2011; ROMERO, 2000; SHAMS, 2009; MINELLA, 2014; MINAS, 2017).

O uso de simulação computacional com o software ENVI-met V4.4.5. se mostrou efetivo como ferramenta de planejamento, análise do microclima urbano e influência da vegetação para o conforto térmico, permitindo avaliar as condicionantes e propor cenários e melhorias, como a alteração dos materiais superficiais, da inserção de cobertura vegetal, entre outras variáveis (ADÁRIO; SILVA; SILVA, 2019).

7. Conclusão

A análise do microclima na Praça da Liberdade através de simulação computacional revelou, por meio de mapas e tabelas, altos índices de temperatura nos dois períodos do ano, úmido (março) e seco (outubro), com maiores índices e desconforto térmico durante o mês seco. Quando ao horário, apresentou maiores índices no período da tarde (15h), em ambos os meses. Destaca-se ainda a ausência de sensação de conforto térmico segundo a escala Fanger nos dois períodos analisados.

Observou-se ainda o papel da vegetação na mitigação das altas temperaturas durante o dia, fornecendo sensação de maior conforto na escala Fanger em relação ao seu entorno. Entretanto, no momento mais crítico analisado, às 15h no período seco, constatou-se níveis de PMV dentro da escala de “muito calor” tanto embaixo da cobertura vegetal, quanto nas áreas descobertas, o que abre precedentes para estudos posteriores e adoção de outras estratégias bioclimáticas aliadas à vegetação.

O estudo e o entendimento do microclima na Praça da Liberdade, sua vegetação e superfície material se fazem necessários para auxiliar no planejamento de demais áreas verdes urbanas, incentivando a adoção de estratégias bioclimáticas que visem a melhoria do conforto térmico e da qualidade de vida dos habitantes e contribuindo para a criação de espaços livres mais adequados à realidade local e efetivamente usados pela população.

8. Referências

ABREU, E. L.; MOURA, H. F. N.; LOPES, D. S.; & BRITO, J. S. Análise dos índices de cobertura vegetal arbórea e sub-arbórea das praças do centro de Teresina-PI. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL**. 2012. p. 1-11. Disponível em: <<http://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2012/VI-028.pdf>>. Acesso em: 21 de mar. 2020.

ADÁRIO, J. L.; SILVA, B.G. ; SILVA, C. F. A Simulação Computacional como Ferramenta de Análise da Contribuição da Vegetação para o Conforto Humano. In: **II SEPAC – Seminário de Pesquisas em Ambiente Construído**. 2019.



ALVES, A. C. M.; NOGUEIRA, M. C. D. J. A.; SANTOS, F. M. de M.; MUSIS, C. R. de; NOGUEIRA, J. de S. Impacto da morfologia de parque urbano no microclima e no conforto térmico de Cuiabá– Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 24, 2019. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/58644/37753>>. Acesso em: 12 de fev. 2020.

ASHRAE - **American Society of Heating, Refrigeration and Air-Conditioning Engineers. Standard 55-2004 Thermal environmental conditions for human occupancy.** Aprovada em janeiro de 2004. Atlanta: ASHRAE, 2004.

BARBOSA, A. N. P. **Urbanismo bioclimático: efeitos do desenho urbano na sensação térmica.** Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Instituto de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Carlos. 2018. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/102/102131/tde-16042018-152343/en.php>>. Acesso em: 11 de mar. 2020.

CASTELO BRANCO, A. E.; ARAÚJO, Virginia Maria Dantas de. O desenho urbano e sua relação com o microclima: um estudo comparativo entre duas áreas centrais de Teresina. In: **VI ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO**, 2001. Salvador, BA, **Anais...** São Pedro: ANTAC, 2001.

COSTA, R. S. S. **Riscos socioambientais e ocupação irregular em áreas de enchentes nos bairros: Olarias, Poti Velho, Alto Alegre, São Francisco e Mocambinho – Teresina (PI).** 2010. 175 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Geografia, Instituto de Geociências e Ciências Exatas do Campus de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2010. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/95557>> Acesso em: 09 de fev. 2020.

DE ALBUQUERQUE, M. M.; LOPES, W. G. R. Influência da Vegetação em variáveis climáticas: Estudo em bairros da cidade de Teresina, Piauí. **Raega-O Espaço Geográfico em Análise**, v. 36, p. 38-68, 2016. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/raega/article/view/39719/27989>> Acesso em: 09 de fev. 2020.

ENVI-MET. **PMV/PPD.** 2020. Disponível em: <http://www.envi-met.info/doku.php?id=apps:biomet_pmv#referencias>. Acesso em: 20 de ago. 2020.

EVANGELISTA, S. R.; MACHADO, J. L.; GOMES, J. B.; COSTA, V. M.; CUNHA, J. F. M. Inventário das Espécies Utilizadas na Arborização da Praça da Liberdade, Teresina-PI. In: **VII CONNEPI- Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação.** 2012. Disponível em: <<http://propi.ifto.edu.br/ocs/index.php/connepi/vii/paper/view/1087>> Acesso em: 21 maio 2020.

FANGER, P. O. **Thermal comfort: analysis and applications in environmental engineering.** New York, McGraw-Hill. 244 p, 1972.

FEITOSA, S. M. R. **Alterações climáticas em Teresina-PI decorrentes da urbanização e supressão de áreas verdes.** (Dissertação de Mestrado). Teresina/PI: Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente PRODEMA- UFPI, 2010. 112p.

FERREIRA, L. F.; CARRILHO, S. T.; MENDES, P. C. Áreas verdes urbanas: uma contribuição aos estudos das ilhas de frescor. **Brazilian Geographical Journal**, v. 6, p. 101–120, 2015. Disponível em: <<https://dialnet.unirioja.es>>. Acesso em: 15 maio 2020.

IBGE. **População estimada:** IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais, Estimativas da população residente com data de referência 1º de julho de 2018. 2018.

LABAKI, L. C.; SANTOS, R. F. . Estudo da atenuação da radiação solar incidente por diferentes espécies arbóreas. In: **II ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO E V ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO.** **Anais...** Fortaleza, 1999.

LABAKI, L. C.; Santos, R. F. dos S.; LOTUFO, C. B. B.; ABREU, L. V. A. Vegetação e conforto térmico em espaços urbanos abertos. **Fórum Patrimônio: Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável,**



v. 4, n. 1, 2011.

LOMBARDO, M. A. **A ilha de calor nas Metrôpoles**: o exemplo de São Paulo. São Paulo: Hucitec, 1985.

LOPES, Lara Citó. **Qualidade ambiental no centro de Teresina**. 2020. 163 f. Tese (Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2020.

MATOS, K. C.; MACHADO, N. ; FARIAS, V. ; LUIS, W. ; LOPES, W. G. R. . Alterando o microclima de Teresina-PI com o sistema de espaços livres das praças do Plano Saraiva... In: **X Colóquio QUAPÁ-SEL, 2015**, Brasília. **X Colóquio QUAPÁ-SEL**. Brasília: FAU UNB, 2015. v. 1. p. 1-26. Disponível em: <<http://quapa.fau.usp.br/wordpress/wp-content/uploads/2015/11/Alterando-o-microclima-de-Teresina-PI-com-o-sistema-de-espaços-livres-das-praças-do-Plano-Saraiva.pdf>>. Acesso em: 21 maio 2020.

MINAS, D. **Efeitos da vegetação viária no conforto térmico**. [s. l.], n. 1, p. 367–376, 2017.

MINELLA, F. C. O. **Desenho urbano climaticamente orientado**: a influência da vegetação no ambiente térmico externo. 2014. 224 f. Tese (Doutorado em Tecnologia) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2014. Disponível em: <<http://repositorio.utfpr.edu.br:8080/jspui/handle/1/1034>>. Acesso em: 14 março 2020.

MOURA, I. R. **Arborização urbana**: Estudo das praças do bairro Centro de Teresina. 2010. 128 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Geografia, Instituto de Geociências e Ciências Exatas do Campus de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista Júlio Mesquita Filho, Rio Claro, 2010. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/95665>>. Acesso em: 21 maio 2020.

OCHOA DE LA TORRE, J. M. **La vegetación como instrumento para el control microclimático**. **Barcelona**, 1999. Tese (Doutorado em Arquitetura) – Universitat Politècnica de Catalunya, Escola Tècnica Superior d'Arquitectura de Barcelona, Barcelona, 1999. Disponível em: <<https://upcommons.upc.edu/handle/2117/93436>>. Acesso em: 20 maio 2020.

OP ARQUITETURA. **Conjunto arquitetônico e urbanístico da Igreja de São Benedito, Palácio de Karnak, Praças da Liberdade, São Benedito e Pedro II e Avenida Antonino Freire**: Volume II Igreja São Benedito. Teresina, 2008. 48 p.

ROMERO, M. A. B. **Princípios bioclimáticos para o desenho urbano**. São Paulo, Brasil. Editora ProEditores. 2000.

ROMERO, M. A. B. Desenho da cidade e conforto ambiental. **Revista de Urbanismo e Arquitetura**, v. 7, n. 1, 2006.

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

SANTOS, T. S. ; E SILVA, C. F. ; SILVA, B. G. ; RAMALHETE, F. . Indicadores de Conforto Térmico para Áreas Verdes Urbanas. In: **APDR Congress, 2019**, Aveiro. 26th APDR Congress. Aveiro: APDR, 2019. v. 1. p. 365-370. Disponível em: <<https://run.unl.pt/handle/10362/93133>>. Acesso em: 05 julho 2020.

SHAMS, J. C. A.; GIACOMELI, D. C.; SUCOMINE, N. M.. Emprego da arborização na melhoria do conforto térmico nos espaços livres públicos. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 4, n. 4, p. 01-16, 2009. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/revsbau/article/view/66445>>. Acesso em: 11 fev. 2020.

SILVA, C. F. de. **A simulação computacional na reabilitação sustentável in REABILITA** – Curso de pós-graduação lato sensu em Reabilitação Ambiental Sustentável Arquitetônica e Urbanística. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília. Brasília, 2020.

SILVA, C. F. ; ADÁRIO, J. L. ; MARQUES, A. C. Simulação computacional do microclima urbano da Praça da Estação na cidade de Juiz de Fora-MG. In: XV ENCAC XI ELACAC ENCONTRO NACIONAL



DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2019, JOÃO PESSOA. **Anais do ENCAC ELACAC**. João Pessoa, 2019. v. 1. p. 1395-1404. Disponível em:
<https://www.researchgate.net/profile/Caio_Frederico_E_Silva/publication/337437954_SIMULACAO_COMPUTACIONAL_DO_MICROCLIMA_URBANO_DA_PRACA_DA_ESTACAO_NA_CIDADE_DE_JUIZ_DE_FORA_MG/links/5dd743db92851c1feda57fcc/SIMULACAO-COMPUTACIONAL-DO-MICROCLIMA-URBANO-DA-PRACA-DA-ESTACAO-NA-CIDADE-DE-JUIZ-DE-FORA-MG.pdf>. Acesso em: 13 abril 2020.

SILVA, B.; SILVA, C. F. e; SANTO, T. Protocolo de simulação computacional do microclima urbano para a cidade de Lisboa, Portugal. In: **COLÓQUIO IBÉRICO GEOGRAFIA**, 16., 2018, Lisboa. Disponível em: <<https://repositorio.unb.br/handle/10482/34778>>. Acesso em: 09 jan. 2020.

SILVA, C. M. L. F. e. **Mudanças climáticas e ambientais: contextos educacionais e históricos**. Natal: IFRN, 2015. 329p.:il.

SILVA, C. F. 2009. **Caminhos Bioclimáticos: desempenho ambiental de vias públicas na cidade de Teresina – Pi**. Dissertação (Mestrado em arquitetura e urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília, Brasília, 140p. Disponível em: <<https://repositorio.unb.br/handle/10482/3869>>. Acesso em: 03 mar. 2020.

SILVEIRA, A. L. R. C. **Diretrizes de Projeto para Construção de Prédios Escolares em Teresina – PI**, Dissertação de Mestrado em Arquitetura e Urbanismo, FAU – UnB. Brasília, 1999.

SILVEIRA, A. L. R. C. **Parâmetros Bioclimáticos para avaliação de conjuntos habitacionais na região tropical subúmida do Brasil**. 2007. 312 f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo – Universidade de Brasília- UNB, Brasília, 2007. Disponível em: <<https://repositorio.unb.br/handle/10482/2289>>. Acesso em: 30 jun. 2020.

SOUZA, D. M.; NERY, J. T. Análise da Temperatura, da Umidade e do Conforto Térmico no Município de Ourinhos. In: IX SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA, 9., 2010, Fortaleza/CE. **Anais...** Ourinhos (CE): Universidade Estadual Paulista, 2010. Disponível em: <<https://www.ourinhos.unesp.br/Home/Pesquisa/GruposdeEstudo/Clima/Simposios/110.pdf>>. Acesso em: 05 jul. 2020.

TERESINA. Prefeitura Municipal de Teresina. **Perfil dos Bairros: Bairro Centro**. 2018. Disponível em: <<https://semplan.teresina.pi.gov.br/wp-content/uploads/sites/39/2018/08/CENTRO-2018.pdf>>. Acesso em: 17 maio 2020.



Ylana Leal Melo de Oliveira

Arquiteta e Urbanista graduada pela Universidade Federal do Piauí - UFPI (2018). Especialista em Reabilitação Ambiental Sustentável Arquitetônica e Urbanística pela Universidade de Brasília - UNB (2020). Durante a graduação, intercambista pelo programa Ciência sem Fronteiras (Science Without Borders) nos anos de 2014-2015 na cidade de Leeds, na Inglaterra, cursando (BA) Architecture na Leeds Beckett University. Participou da fundação do laboratório de fabricação digital - Fab Lab Teresina (UFPI), atuando em pesquisas na área de tecnologia, fabricação digital e prototipagem na arquitetura, ministrando palestras e minicursos na temática.

Contribuição de coautoria: fundamentação teórico-conceitual e problematização; pesquisa de dados e análise estatística; elaboração de figuras e tabelas; Fotos; elaboração e redação do texto; seleção das referências bibliográficas;

Abner Luis Calixter

Doutor em Desenvolvimento Sustentável na Universidade de Brasília (CDS - UnB) com pesquisa em adaptações urbanas às mudanças climáticas - foco em redução da vulnerabilidade relacionada ao calor extremo e mitigação de ilhas de calor em comunidades carentes. Mestre em Desenvolvimento Internacional Sustentável pela Brandeis University - The Heller School for Social Policy and Management (2014). Possui experiência em projetos, formulação de políticas públicas e pesquisa. Atuou como assistente afiliado ao Zofnass Program for Sustainable Infrastructure - Harvard University Graduate School of Design. Conduziu estudos aplicados ao urbanismo ecológico e desenvolvimento sustentável (2012- 2014) nas universidades Brandeis University, Harvard University e Massachusetts Institute of Technology MIT. Possui foco em resiliência de comunidades vulneráveis (favelas).

Contribuição de coautoria: fundamentação teórico-conceitual e problematização; revisão do texto.

Como citar: OLIVEIRA, Ylana Leal Melo de, CALIXTER, Abner Luis. Conforto térmico em áreas verdes urbanas: simulação do microclima na praça da Liberdade, em Teresina-PI. *Revista Paranoá*. n.30. Edição Temática: Olhares da Reabilitação Sustentável 3, 2021. DOI 10.18830/issn.1679-0944.n30.2021.13

Editores responsáveis: Caio Frederico e Silva e Daniel Richard Sant'anna