

UEMASUL



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA REGIÃO TOCANTINA DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS - CCA
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL**

PHABIULA SALES DE LIMA

**ANÁLISE DE CONFORTO TÉRMICO NA REGIÃO CENTRAL DE IMPERATRIZ
- MA**

IMPERATRIZ - MA

2023

PHABIULA SALES DE LIMA

**ANÁLISE DE CONFORTO TÉRMICO NA REGIÃO CENTRAL DE IMPERATRIZ
– MA**

Trabalho de Conclusão de Curso em forma de artigo apresentado à Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão como requisito básico para a conclusão do Curso de Engenharia Florestal. O artigo será submetido a Revista CUADERNOS DE EDUCACIÓN Y DESARROLO ISSN 1989-4155,

IMPERATRIZ - MA

2023

L732a

Lima, Phabiula Sales de

Análise de conforto térmico na região central de Imperatriz - MA. /
Phabiula Sales de Lima. – Imperatriz, MA, 2023.

36 f.; il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Engenharia Florestal) –
Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão –
UEMASUL, Imperatriz, MA, 2024.

1. Arborização – Áreas Urbanas. 2. Conforto Higrotérmico. 3.
Sombreamento e Microclima. 4. Imperatriz - MA. I. Título.

CDU 630*5+712:551.58

PHABIULA SALES DE LIMA

**ANÁLISE DE CONFORTO TÉRMICO NA REGIÃO CENTRAL DE IMPERATRIZ
– MA**

Trabalho de Conclusão de Curso em forma de artigo apresentado à Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão como requisito básico para a conclusão do Curso de Engenharia Florestal. O artigo será submetido a Revista CUADERNOS DE EDUCACIÓN Y DESARROLO ISSN 1989-4155, Qualis A4.

Aprovada em: 15/12/2023

BANCA EXAMINADORA

Jaqueline Macedo Gomes

Prof. Dra. Jacqueline Macedo Gomes
Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão
(Orientadora)



Prof. Dr. Joabel Raabe
Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão
(Membro)

Nisângela S. Lopes Costa

Prof. Ma. Nisângela Severino Lopes
Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão
(Membro)

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho para minha família, em especial meu pai, minha mãe e meu irmão, o qual foram o meu alicerce e fortaleza ao longo desses anos e que sempre me apoiaram.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida e por ser minha fortaleza, alicerce e acalento nas horas boas e de dificuldades ao longo dos anos. Agradeço a Ele por sempre ser meu alimento diário e o guiador dos meus passos e que ilumina a minha vida hoje e sempre.

A oportunidade de estudar na Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão pela oportunidade de ingressar e aos programas de projetos de extensão e iniciação científica que contribuíram significativamente minha jornada acadêmica. O corpo docente do curso de Engenharia Florestal, a cada professor do curso e cada funcionário da instituição contribuíram de alguma forma para minha formação acadêmica e profissional.

À minha orientadora Jaqueline Macedo Gomes que foi responsável por minha jornada científica e acadêmica dentro da instituição, além de contribuir significativamente para minha formação e aprendizado. Agradeço imensamente pelo apoio, dedicação e confiança depositada em mim.

Agradeço aos meus pais Orlando Sousa de Lima, Yone de Sales Vieira e Railando Sales de Lima por serem minha base familiar e que estão sempre comigo em todos os momentos sempre me apoiando, me incentivando e buscando o melhor para minha pessoa.

Ao meu namorado Alex Soares Silva, por todo o companherismo, amor, carinho e ser meu acalento nas horas de dificuldade. Te amo, te desejo as coisas mais belas do mundo.

Aos meus amigos que sempre estiveram comigo em todos os momentos e que contribuíram de alguma forma para minha graduação.

“O passado serve para evidenciar as nossas falhas e dar-nos indicações para o progresso do futuro.”

- Henry Ford.

RESUMO

A regulação do clima nas vias públicas é uma ótima estratégia para os centros urbanos, tendo em vista que as praças são o principal meio para proporcionar um microclima mais ameno. Nesta perspectiva, a presente pesquisa teve como objetivo avaliar o comportamento higrotérmico nas principais praças de Imperatriz – MA. O estudo foi realizado em quatro praças públicas na área urbana de Imperatriz – MA, sendo elas: Praça União, Praça de Fátima, Praça da Cultura e Praça Mary Pinho. Nestas praças, realizou-se um inventário 100% onde foram identificados todos os indivíduos arbóreos com 2,0 metros de altura e para cada indivíduo foram coletadas as seguintes variáveis: altura total; diâmetro a 1,30 m do solo; comprimento da copa; diâmetro da copa e dados de temperatura utilizando uma câmara termográfica. Foi realizado, também, uma análise da temperatura por meio de imagens de satélite do LANDSAT-8. Além disso, foi feita a quantificação das áreas sombreadas e comparadas as estimativas de conforto térmico em relação as áreas dos raios das copas das árvores. A partir do inventário 100%, obteve-se a estrutura horizontal das praças. As áreas sombreadas variaram em que, a praça da Cultura tem 97% de sua área com cobertura sombreada enquanto, a praça Mary Pinho tem apenas 5% de sua área. Com as capturas da câmera termográfica, as temperaturas variaram de 38°C a 21°C e seguiram o mesmo padrão quando comparadas com as imagens de satélite. Com base na estrutura horizontal, a diversidade nas praças foi baixa de acordo com índice de Shannon variando os valores de 1,37 a 2,53. Observou-se que nas praças União, Fátima e Cultura há uma maior presença da espécie exótica *M. indica* e na praça Mary Pinho a presença da espécie *B. nobilis*. Com isso, conclui-se que a arborização urbana das praças União, Fátima e Cultura é satisfatória em termos de sombreamento devido a porcentagem ser maior que 50%, no entanto, a praça Mary Pinho não obteve o mesmo resultado. Em termos florísticos a diversidade é baixa e com predominância de espécies exóticas. Logo, há uma necessidade de inserir espécies nativas em todas as praças estudadas para aumentar a diversidade e diminuir o percentual de espécies exóticas.

PALAVRAS-CHAVE: Microclima; Sombreamento; Temperatura.

ABSTRACT

Climate regulation on public roads is a great strategy for urban centers, considering that squares are the main means of providing a milder microclimate. From this perspective, the present research aimed to evaluate the hygrothermal behavior in the main squares of Imperatriz – MA. The study was carried out in four public squares in the urban area of Imperatriz – MA, namely: Praça União, Praça de Fátima, Praça da Cultura and Praça Mary Pinho. In these squares, a 100% inventory was carried out where all tree individuals measuring 2.0 meters in height were identified and for each individual the following variables were collected: total height; diameter at 1.30 m from the ground; crown length; canopy diameter and temperature data using a thermographic camera. A temperature analysis was also carried out using satellite images from LANDSAT-8. In addition, the shaded areas were quantified and thermal comfort estimates were compared in relation to the areas within the radius of the tree crowns. From the 100% inventory, the horizontal structure of the squares was obtained. The shaded areas varied in that the Culture Square has 97% of its area with shaded coverage while the Mary Pinho Square has only 5% of its area. With the thermal camera captures, temperatures varied from 38°C to 21°C and followed the same pattern when compared to satellite images. Based on the horizontal structure, diversity in the squares was low according to the Shannon index, ranging from 1.37 to 2.53. It was observed that in the União, Fátima and Cultura squares there is a greater presence of the exotic species *M. indica* and in the Mary Pinho square the presence of the species *B. nobilis*. With this, it is concluded that the urban afforestation of the União, Fátima and Cultura squares is satisfactory in terms of shading due to the percentage being greater than 50%, however, the Mary Pinho square did not obtain the same result. In floristic terms, diversity is low and with a predominance of exotic species. Therefore, there is a need to include native species in all squares studied to increase diversity and reduce the percentage of exotic species.

KEYWORDS: Microclimate; Shading; Temperature.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Localização das praças na zona central do município de Imperatriz – MA.....	15
Figura 2 – Fotos termográficas da Praça União da zona central de Imperatriz – MA.....	23
Figura 3 – Fotos termográficas da Praça da Cultura da zona central de Imperatriz – MA.....	24
Figura 4 - Fotos termográficas da Praça de Fátima da zona central de Imperatriz – MA.....	24
Figura 5 - Fotos termográficas da Praça da Mary Pinho da zona central de Imperatriz – MA.....	25
Figura 6 – Temperatura das praças da zona central de Imperatriz – MA às 12:00.....	26
Figura 7 – Temperaturas médias das praças da zona central de Imperatriz – MA.....	27
Figura 8 – Mapa termográfico da cidade Imperatriz – MA.....	28
Figura 9 – Imagem NDVI da região central de Imperatriz – MA.....	29

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Estrutura horizontal das praças na zona central de Imperatriz – MA. Ni = Número de indivíduos, IVC = Índice de valor de cobertura.....	19
Tabela 2 - Percentual de espécies nativas e exóticas na zona central de Imperatriz - MA.....	21
Tabela 3 – Área de cobertura de sombreamento das praças da zona central de Imperatriz – MA.....	30

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Equações utilizadas para a análise de índice de Shannon, Pielou e da estrutura horizontal das praças União, Cultura, Fátima, Mary Pinho em Imperatriz – MA.....	16
QUADRO 2 - Fórmulas utilizadas para a análise da sombra nas praças União, Cultura, Fátima, Mary Pinho em Imperatriz – MA.....	17

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
2	MATERIAIS E MÉTODOS.....	14
2.1	Área de estudo.....	14
2.2	Coleta e análise de dados.....	15
2.3	Fitossociologia.....	16
2.4	Conforto térmico.....	17
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	18
3.1	Fitossociologia.....	18
3.2	Conforto térmico.....	23
3.3	Sombreamento.....	30
4	CONCLUSÃO.....	31
	REFERÊNCIAS.....	33

1 INTRODUÇÃO

O clima global passa por diversas intercorrências a cada ano por conta da emissão dos gases de efeito estufa, especialmente emitidos pelos grandes centros urbanos. As alterações climáticas representam um grande risco para os ecossistemas que dependem constantemente do equilíbrio térmico do planeta (LAPOLA et al., 2019). Ribeiro e Santos (2016) citam que a supressão de ecossistemas advindos do crescimento urbano desordenado é um dos principais fatores de redução da resiliência urbana e a partir disso, os centros urbanos se tornam vulneráveis aos problemas provenientes das mudanças climáticas.

Nas últimas décadas, o país tem registrado elevados índices de expansão urbana, demandando alternativas para que esse crescimento ocorra de forma mais sustentável, minimizando os prejuízos ao meio ambiente, saúde e qualidade de vida nas cidades (PINHEIRO et al., 2022). Atualmente, o crescimento dos grandes centros urbanos tem proporcionado a diminuição da cobertura vegetal devido à pressão da expansão de loteamentos com edificações. Com isso, a arborização urbana com planejamento é fundamental para criar um ambiente harmônico entre a vegetação e as edificações do entorno.

A arborização urbana tem papel importante na regulação do microclima dos grandes centros urbanos. No aspecto econômico, a menor temperatura das construções, proporcionada pela vegetação, contribui para redução dos gastos com refrigeração e ventilação, por conta do conforto térmico gerado. No aspecto social contribui em relação à satisfação que o homem sente ao ter contato com a vegetação e com o ambiente criado (MESQUITA GONÇALVES, 2021). Além disso, a arborização urbana ajuda a diminuir os efeitos dos gases estufas nos grandes centros urbanos, amortizando a emissão dos gases.

Considerando essa perspectiva, uma das formas de avaliar os benefícios da arborização urbana, é realizar avaliações do microclima da região. Para isso, pode-se utilizar de diversas ferramentas quantitativas e qualitativas para as medições da variação de temperatura. Uma dessas ferramentas para avaliação é o NDVI (Índice de Vegetação da Diferença Normalizada). As imagens NDVI são de suma importância para entendermos a dinâmica da temperatura do local, tendo em vista que as análises de NDVI nos permite quantificar a vegetação no local pela camada de solo exposto e cobertura vegetal (BAHIANA, 2023).

Adicionalmente, ferramentas do georreferenciamento também são importantes

aliados para as avaliações de termografia através das Temperaturas de Superfície do Terreno (TST), que podem ser extraídas por imagens de satélites em determinados locais. Bezerra, Moraes, Soares (2018), citam que as alterações derivadas da urbanização afetam a Temperatura de Superfície do Terreno (TST) a qual tem grande importância nos estudos sobre centros urbanos, pois seu principal objetivo é demonstrar o balanço energético da superfície terrestre, que traz como resultado a influência da temperatura no conforto térmico dos cidadãos. Com isso, as análises TST indicam as perturbações causadas no meio através do percentual de cobertura vegetal captada por imagens de satélites.

Devido a isso, as áreas arborizadas nos centros urbanos têm como objetivo regular o microclima e amenizar as altas temperaturas consequentes das ilhas de calor. Assim, o estudo da termografia nos centros urbanos permite entender como as áreas arborizadas contribuem para o conforto térmico. Todavia, a termografia detecta a radiação infravermelha emitida pelos corpos convertendo-a em imagens visíveis contendo informação sobre a temperatura à superfície dos corpos (termogramas) (COSTA; GARCÍA-TEJERO; CHAVES, 2013).

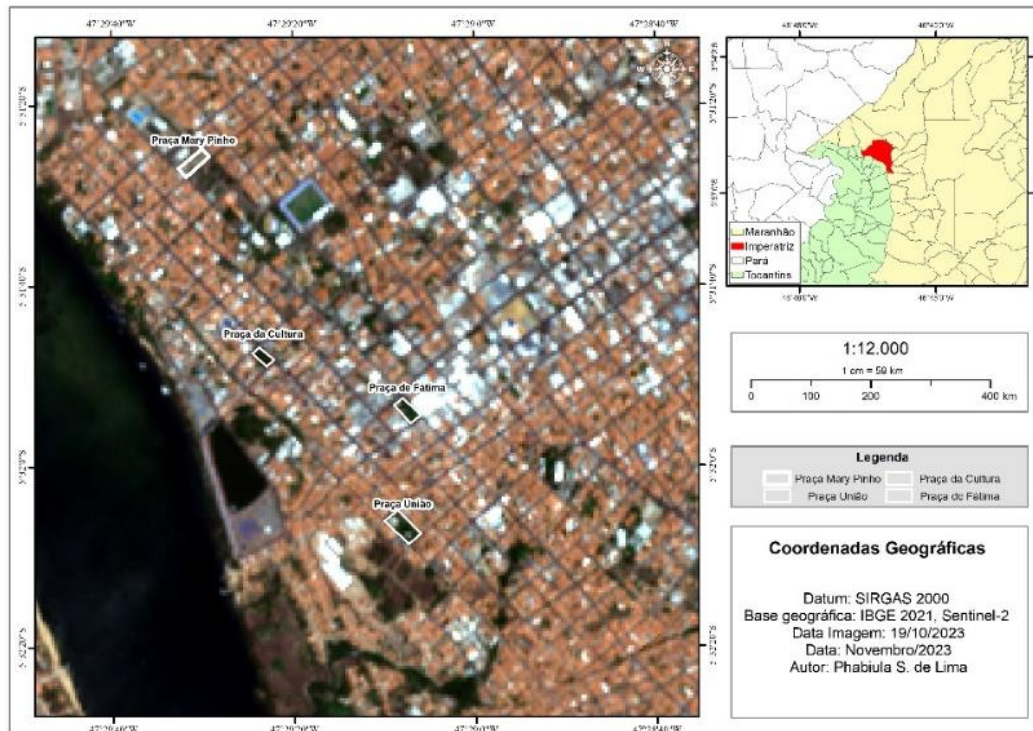
A análise termográfica permite estudar como a vegetação amortiza a temperatura nos centros urbanos, além de diagnosticar anomalias fisiológicas na planta em função do ambiente urbano. A principal vantagem das técnicas de imagem é o aumento da possibilidade de um monitoramento rápido e não destrutivo de determinadas características fisiológicas e estruturais das culturas (JONES, 1999). Sendo assim, o presente trabalho tem como objetivo avaliar o comportamento higratérmico nas principais praças de Imperatriz – MA.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

O estudo foi realizado em quatro praças públicas na área urbana de Imperatriz – MA, sendo elas: Praça União, Praça de Fátima, Praça da Cultura e Praça Mary Pinho (Figura 1). De acordo com Köppen e Geiger, o clima da região é do tipo Aw (ALVARES, et al., 2013), com temperatura média de 27,1°C e uma pluviosidade anual de 1221mm (CLIMATEDATA.ORG, 2021).

Figura 1 – Localização das praças na zona central do município de Imperatriz – MA.



Fonte: Autor, 2023

2.2 Coleta e análise de dados

Nas quatro praças foi realizado um inventário do tipo censo, onde foram identificados todos os indivíduos arbóreos com 1,30 metros de altura e para cada indivíduo foram coletadas as seguintes variáveis: altura total (H), diâmetro a 1,30 m do solo (DAP); comprimento da copa (CC); diâmetro da copa (DP) e dados de temperatura para a análise termográfica.

As temperaturas foram capturadas em 3 horas alternadas do dia, às 08:00, 12:00 e às 17:00 horas, a mensuração ocorreu no mês fevereiro de 2022 intercalada de 15 em 15 dias devido ao período chuvoso. Foi determinada a temperatura na altura da copa, temperatura da superfície do solo sombreada e a temperatura da superfície do solo exposto ao sol. Para a captura das temperaturas foi utilizado a câmera termográfica Flir One PRO LT acoplada no smartphone. As imagens foram feitas a uma distância suficiente para que a árvore ficasse inteiramente enquadrada no sistema de captação de imagem. Para o tratamento de dados foi utilizado o software FLIR Tools e o ThermoCAM Researcher Pro 2.90.4.

Foram analisados a fitossociologia e o conforto térmico das praças. Para a fitossociologia foi feita a análise da composição florística; diversidade e estrutura da vegetação. O conforto térmico foi analisado por meio do sombreamento e da

termografia das praças.

2.3 Fitossociologia

A composição florística foi analisada por meio da distribuição dos indivíduos em espécies e famílias botânicas que ocorrem na área. A diversidade foi analisada por meio do Índice de Shannon (H') e Equabilidade de Pielou. A estrutura horizontal da vegetação foi analisada pelos parâmetros de densidade, dominância e Índice de Valor de Cobertura (IVC) conforme o quadro 1.

Quadro 1 - Equações utilizadas para a análise de índice de Shannon, Pielou e da estrutura horizontal das praças União, Cultura, Fátima, Mary Pinho em Imperatriz – MA.

FÓRMULAS	
Índice de Shannonn (H'):	$H' = - \sum_{-1}^s pi \times \ln(pi)$ Eq. 01
	$pi = \frac{Ni}{N}$ Eq. 02
Índice de Pielou (J):	$J = \frac{H'}{H' \max}$ Eq. 03
Densidade absoluta e relativa:	$DA = \frac{ni}{A}$ Eq. 04
	$DR = \frac{DA}{DT} \times 100$ Eq. 05
Dominância absoluta e relativa:	$DoA = \frac{Gi}{A}$ Eq. 06
	$DoR = \frac{DoA}{G} \times 100$ Eq. 07
Índice de valor de cobertura (IVC):	$IVC = \frac{DR + DoR}{2}$ Eq. 08

Fonte: Souza; Soares, 2013.

Legenda: Em que: Ni = Número de indivíduos da espécie; N = soma do número de indivíduos de todas as espécies, H' = índice de Shannon; H' max = ln (S); S = número de espécies, DA = densidade absoluta da espécie, em número de indivíduos por hectare; ni = número de indivíduos da i-ésima espécie na amostragem; A = área total amostrada em hectare; DR = densidade relativa da espécie; DT = somatório das densidades absolutas de todas as espécies, DoA = dominância absoluta; DoR =

dominância relativa; G_i = área basal da espécie; G = somatório das áreas basais de todas as espécies; A = área amostrada em hectares, DR = densidade relativa da espécie; DoR = dominância relativa.

2.4 Conforto térmico

A quantificação das áreas de sombreamento foi analisada por meio das variáveis: hora local (Ch), ângulo zenital do Sol, ângulo de elevação do Sol, ângulo azimutal do Sol, área de sombra (As), comprimento de sombra (Cs) e a distância da sombra em relação ao caule. Cada variável foi obtida por meio de cálculo matemático conforme descrita em Silva (2006) e mostrado no Quadro 1.

Quadro 2 - Equações utilizadas para a análise do sombreamento das praças União, Cultura, Fátima, Mary Pinho em Imperatriz – MA.

FÓRMULAS	
Hora local (Ch):	$C_h = \frac{L \times 45}{15}$ Eq. 09
Ângulo zenital do Sol ($\cos \psi$):	$\cos \psi = \cos \varphi \cos \delta \cos \eta + \sin \varphi \sin \delta$ Eq. 10
Ângulo de elevação do Sol (θ):	$\theta = 90 - \psi$ Eq. 11
Ângulo azimutal do Sol (α):	$\alpha = 180 - \arcsen [\cos \delta \sin \eta \sin \psi]$ $\delta - \text{declinação estacional do Sol} = 23,45 \sin \left[\frac{360}{365,242} \times (284 + K) \right]$ Eq. 12
Área de sombra (As):	$\frac{As = \pi \cdot r}{\sin \theta} (m^2)$ Eq. 13
Comprimento de sombra (Cs):	$c = \frac{2r}{\sin \theta}$ Eq. 14
Distância da sombra em relação ao caule (C):	$s = \frac{r + y}{\tan \theta} + \frac{r}{\sin \theta}$ Eq. 15

Fonte: Silva, 2006.

Legenda: L = longitude do local; φ = latitude do local em graus decimais, δ = declinação estacional do sol; η = ângulo horário do Sol = $15 (t - ch - 12)$; t = hora local, em valor decimal; ψ = ângulo zenital do Sol; K = dia do ano, r = raio da copa em metros, θ = ângulo de elevação do sol; s = distância maior da sombra da árvore; y = altura do tronco.

Deve-se lembrar que o valor de k precisa ser sempre acrescentado de uma unidade quando o ano for bissexto, e o mês, posterior a fevereiro (SILVA, 2006).

As médias das temperaturas foram comparadas estatisticamente entre si,

sendo 4 tratamentos (Praça União, Praça de Fátima, Praça da Cultura e Praça Mary Pinho) e 30 repetições. Foi feito o teste de normalidade de Kolmogorov – Smirnov a 5% de significância e verificada a homogeneidade das variâncias pelo teste de Levene a 5% de significância. Atestada a normalidade dos dados e a homogeneidade das variâncias foi realizada uma análise de variância com comparação de médias pelo teste de tukey a 5% de significância.

O software QGIS foi utilizado para a confecção de mapas para análise de temperatura da região de Imperatriz - MA, foram utilizadas imagens vetorizadas (SHAPEFILE) disponíveis no site IBGE e imagens de satélite fornecidas pelo site LANDVIEWER do LANDSAT-8 para quantificar a vegetação e a temperatura através de imagens TST (Temperatura da Superfície Terrestre). O período de análise das imagens foi de acordo com o tempo seco e chuvoso. Foi feito a análise NDVI (PETTORELLI et al., 2005) com a equação normalizada:

$$NDVI = \frac{NIR - VIS}{NIR + VIS} \quad \text{Eq. 16}$$

Onde que:

NDVI = Índice de Vegetação da Diferença Normalizada

NIR = Infravermelho próximo

VIS = Luz visível vermelha

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Fitossociologia

Foram identificados na praça União 90 indivíduos arbóreos distribuídos em 25 espécies, pertencentes a 25 famílias botânicas. Na praça de Fátima foram inventariados 27 indivíduos arbóreos, distribuídos em 7 espécies pertencentes a 7 famílias. Na praça da Cultura foram inventariados 40 indivíduos arbóreos, distribuídos em 10 espécies pertencentes a 10 famílias. Na praça Mary Pinho foram inventariados 21 indivíduos arbóreos, distribuídos em 10 espécies pertencentes a 10 famílias.

A partir das análises da estrutura horizontal, observou-se que o maior Índice de Valor de Cobertura (IVC), nas praças União e Fátima está associado a presença e ao porte da espécie *Manguifera indica*. Adicionalmente, na praça da Cultura e na praça Mary Pinho o maior IVC foi detectado para *M. Indica*; *A. Clitorioides*; *B. nobilis* e *H. albus*, respectivamente. Observou-se a presença de muitas espécies com baixo IVC

(Tabela 1). O baixo índice de cobertura vegetal, pode ser explicado pela grande quantidade de indivíduos vegetais jovens que apresentam uma pequena área de sombreamento (SILVA, 2023).

Tabela 1 – Estrutura horizontal das praças na zona central de Imperatriz – MA. Ni = Número de indivíduos, IVC = Índice de valor de cobertura.

Praças Espécies	Cultura		Fátima		Mary Pinho		União	
	Ni	IVC	Ni	IVC	Ni	IVC	Ni	IVC
<i>Mangifera indica</i> L.	23	56,55	16	64,48	1	2,40	28	30,80
<i>Ancistrotropis clitorioides</i> (Mart. ex Benth.) A. Delgado	6	13,85	-	-	-	-	1	0,94
<i>Attalea phalerata</i> Mart. ex Spreng.	3	4,50	-	-	-	-	-	-
<i>Genipa Americana</i> L.	2	2,86	-	-	-	-	1	0,578
<i>Anacardium occidentale</i> L.	1	1,57	1	2,71	1	2,62	9	8,72
<i>Bauhinia acreana</i> Harms	1	1,75	-	-	-	-	-	-
<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	1	9,09	-	-	-	-	1	9,38
<i>Delonix regia</i> (Bojer ex Hook.) Raf.	1	2,50	-	-	-	-	-	-
<i>Elaeocarpus gantrus</i> Roxb. Ex. G.Don	1	2,65	2	5,82	-	-	-	-
<i>Prunus dulcis</i> (Mill.) D.A. Webb	1	4,68	-	-	-	-	5	5,33
<i>Acrocomia aculeata</i> (Jacq.) Lodd. ex Mart.	-	-	-	-	-	-	1	0,80
<i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam.	-	-	-	-	-	-	1	0,73
<i>Astronium balansae</i> Engl.	-	-	-	-	-	-	1	0,68
<i>Azadirachta indica</i> A. Juss.	-	-	3	7,39	2	7,74	4	3,04
<i>Bismarckia nobilis</i> Hildebrandt & H. Wendl.	-	-	-	-	4	53,47	-	-
<i>Couropita guianensis</i> Aubl	-	-	-	-	-	-	1	0,71
<i>Garcinia gardneriana</i> (Planch. & Triana) Zappi	-	-	-	-	-	-	1	0,66
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	-	-	-	-	-	-	1	0,99

<i>Handroanthus heptaphyllus</i> (Vell.) Mattos	-	-	-	-	-	-	1	0,88
<i>Khaya grandifoliola</i> C.DC.	-	-	-	-	3	7,50	-	-
<i>Licania tomentosa</i> (Benth.) Fritsch	-	-	2	9,14	1	2,40	10	12,65
<i>Machaerium stipitatum</i> Vogel	-	-	1	4,82	-	-	-	-
<i>Malpighia emargiana</i> DC	-	-	-	-	-	-	3	1,72
<i>Pachira aquatica</i> Aubl.	-	-	-	-	-	-	1	0,62
<i>Psidium guajava</i> L.	-	-	-	-	-	-	1	0,59
<i>Sapindus saponaria</i> L.	-	-	-	-	-	-	1	0,87
<i>Spathodea campanulata</i> P. Beauv.	-	-	-	-	1	3,02	-	-
<i>Syzygium cumini</i>	-	-	-	-	-	-	4	7,99
<i>Syzygium jambos</i> (L.) Alston	-	-	-	-	-	-	7	4,45
<i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S.Moore	-	-	2	5,64	3	7,32	3	2,63
<i>Tamarindus indica</i> L.	-	-	-	-	-	-	2	2,17
<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss ex. Kenth.	-	-	-	-	1	2,56	-	-
<i>Ziziphus mauritana</i> Lam.	-	-	-	-	-	-	1	0,87
<i>Handroanthus albus</i> (Cham.) Mattos	-	-	-	-	4	10,96	1	1,20
TOTAL	40	100	27	100	21	100	90	100

Fonte: Autor, 2023.

A arborização urbana na zona central de Imperatriz - MA deu mais ênfase em espécies exóticas do que nativas, conforme demonstrada na tabela 2. Com isso, na faixa central de Imperatriz observou-se que as espécies exóticas se sobressaem em relação as nativas, ocasionando um desequilíbrio florístico no local.

Tabela 2 - Percentual de espécies nativas e exóticas na zona central de Imperatriz - MA.

Praças	Nativas	Exóticas
União	40,23%	59,77%
Mary Pinho	42,86%	57,14%
Cultura	35,00%	65,00%
Fátima	22,22%	77,78%

Fonte: Autor, 2023.

A praça de Fátima teve o maior percentual de espécies exóticas com 77,78%. A principal espécie encontrada é a *M. Indica* L., por ser bastante popular no país por conta do seu fruto. Hamada e Mendes (2023), em seu trabalho no município de Altamira no estado do Pará, observaram que 50% das espécies são nativas do Brasil e 50% introduzidas de outros países, compondo as áreas verdes das praças da cidade.

O índice de Shannon para as praças União, Fátima, Cultura e Mary Pinho foram de 2,53; 1,37; 1,50 e 2,13 respectivamente. Segundo Amaral et al. (2013), a diversidade só pode ser considerada alta quando o índice de Shannon é acima de 3,00. Logo, na região central de Imperatriz a média do índice de Shannon é de 1,88 e é considerado baixo. Felipe et al. (2023), em seu trabalho em 14 bairros da cidade de São Pedro do Sul - SC, apresentou o maior valor para o índice de Shannon de 3,17, tendo o menor valor de 2,07 e que no âmbito geral, não apresentou alta diversidade ao longo do município. Além disso, os autores citam que a partir da análise do índice de diversidade, percebeu-se que há uma necessidade de um incremento do número de espécies nativas, tendo em vista que a diversidade de espécies em áreas com o índice alto se dá pelo fato de ter a maior percentagem de espécies exóticas. Em paralelo para região central de Imperatriz, isso também é observado, uma vez que as praças União, Fátima e Cultura tem a predominância da *M. indica* como principal espécie exótica e, na praça Mary Pinho a presença da *B. nobilis* a qual é uma planta exótica ornamental.

Nas praças União, Fátima, Cultura e Mary Pinho observamos a predominância de poucas espécies com alta densidade, deixando a arborização pouco heterogênea. Resultado semelhante foi observado por Coelho Júnior et al. (2023), em um levantamento das árvores que compõem a arborização urbana de diferentes municípios brasileiros.

A arborização das cidades brasileiras possui uma tendência no plantio de poucas espécies com grande número de indivíduos, ou seja, poucas espécies

representando a comunidade arbórea, no entanto essa não é uma característica recomendada para arborização urbana (ALVES, COSTA, COSTA, 2023; TATAGIBA et al., 2023). Esse fato é notório na arborização da região central de Imperatriz devido à preferência pelo plantio de espécies como a *M. Indica* nas praças União, Fátima e Cultura enquanto na Mary Pinho foi predominante espécies exóticas como a *B. nobilis* e a *K. grandifoliola*.

O presente estudo demonstrou que a praça de Fátima possui índice de equidade de 0,70, a da Cultura de 0,65 e a União de 0,79. Enquanto a praça Mary Pinho demonstrou o maior índice de equidade com o valor de 0,92. Vital (2023), em seu trabalho de levantamento florístico em três praças do bairro Pedreira em Belém – PA, constatou que o índice de Equabilidade de Pielou (J') apresentou o maior valor na praça Júlio Cesar (J'=0,85) demonstrando um bom indicativo de alta uniformização da distribuição das espécies. Com isso, percebe-se que a praça Mary Pinho apresentou a maior uniformidade de distribuição de espécies.

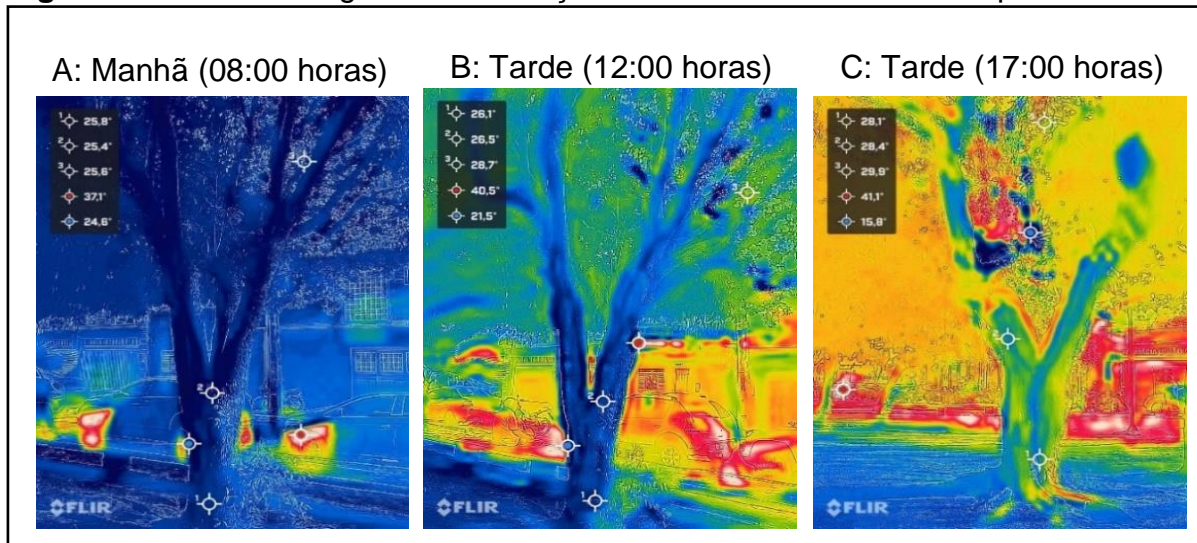
Nas praças União, Fátima e Cultura há uma maior presença da espécie exótica *M. indica* e na praça Mary Pinho a presença da espécie exótica *B. nobilis*. *M. indica* é uma espécie da família Anacardiaceae originária da Índia e amplamente distribuída no território brasileiro. Em termo de arborização, essa espécie é muito utilizada para arborização em praças públicas e canteiros em zonas urbanas. Souza, Castro, Botrel (2023), em seu trabalho constataram que as espécies exóticas mais frequentes foram as frutíferas, sendo que a *M. indica* representou 21,5% das espécies utilizadas. Apesar de ser amplamente utilizada na arborização, a *M. indica* ocasiona problemas em relação a estrutura do local por terem raízes expostas e extremamente agressivas que podem quebrar o calçamento de praças e canteiros.

B. nobilis é uma espécie exótica de cunho ornamental conhecida popularmente Palmeira Azul e sua maior função na arborização é apenas para embelezamento do local. O uso de espécies exóticas sem manejo adequado pode acarretar problemas na biodiversidade. Esse fato também foi observado na arborização urbana do município de Tupanci do Sul –RS que deu ênfase apenas 5% de espécies exóticas, no entanto, deve-se ter uma atenção para o controle populacional desses indivíduos para que não cause desequilíbrio ecológico no local por causa do alto grau invasor (ANTUNES; SANTOS, 2023).

3.2 Conforto térmico

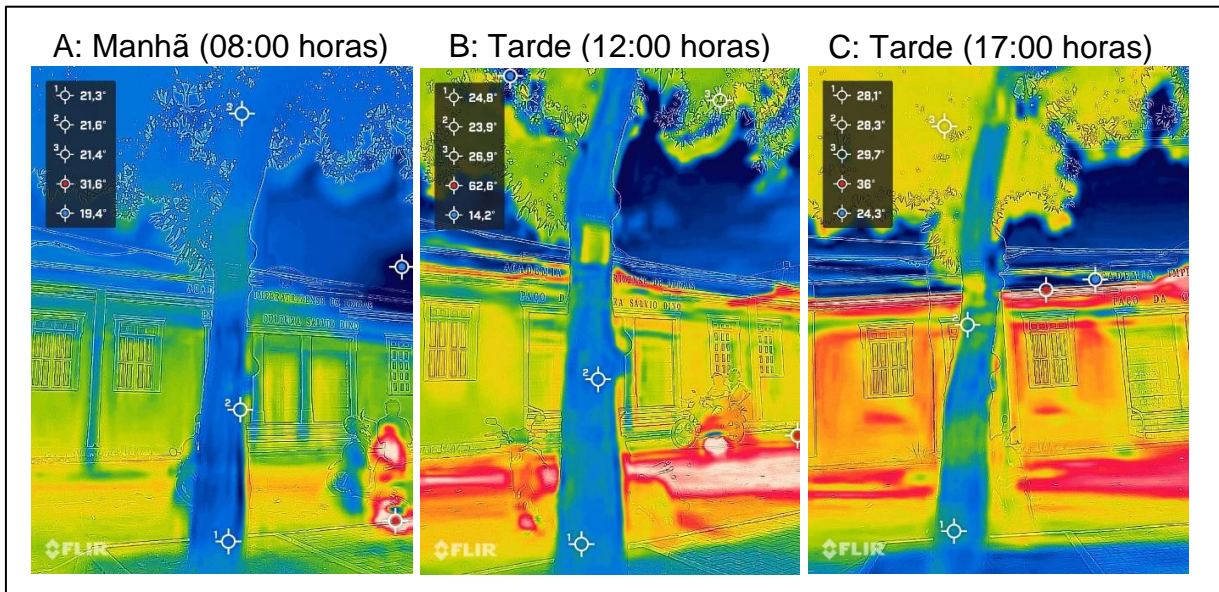
Com base nas medições obtidas, as temperaturas variam ao longo do dia e são diretamente impactadas pela cobertura da copa das árvores. As praças União e Cultura são as mais influenciadas pelos indivíduos com maiores alturas e diâmetros, pois esses indivíduos captam maior luz solar ao longo do dia proporcionando maior conforto para os frequentadores da praça. Os indivíduos que ficam abaixo da copa das árvores com maior altura, apresentaram temperaturas amenas devido ao sombreamento causado pelas ocupantes do estrato superior. A praça União demonstrou ser a praça mais quente, devido a *C. pentandra* ser o indivíduo de maior altura e maior diâmetro, no começo da manhã às 8:00 horas registrou-se uma temperatura média de 25,6°C e as 17:00 uma média de 28,8°C (Figura 2). A praça da Cultura teve uma média de 21,5°C no início da manhã e no fim da tarde registrou 28,8°C (Figura 3).

Figura 2 – Fotos termográficas da Praça União da zona central de Imperatriz – MA.



Fonte: Autor, 2022.

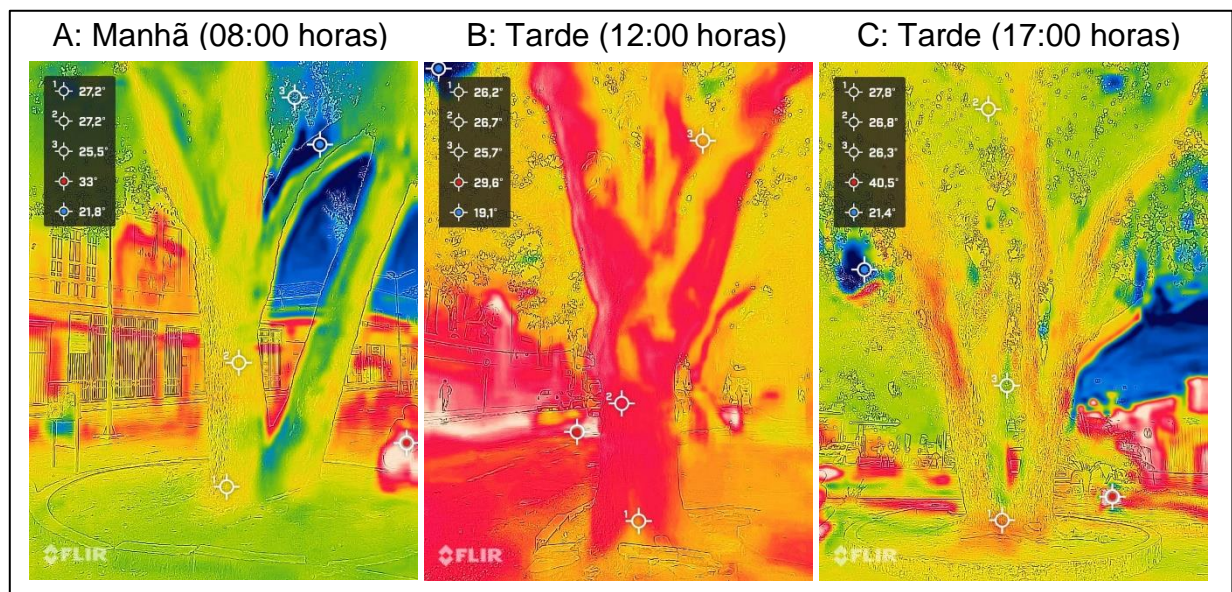
Figura 3 – Fotos termográficas da Praça da Cultura da zona central de Imperatriz – MA.



Fonte: Autor, 2022.

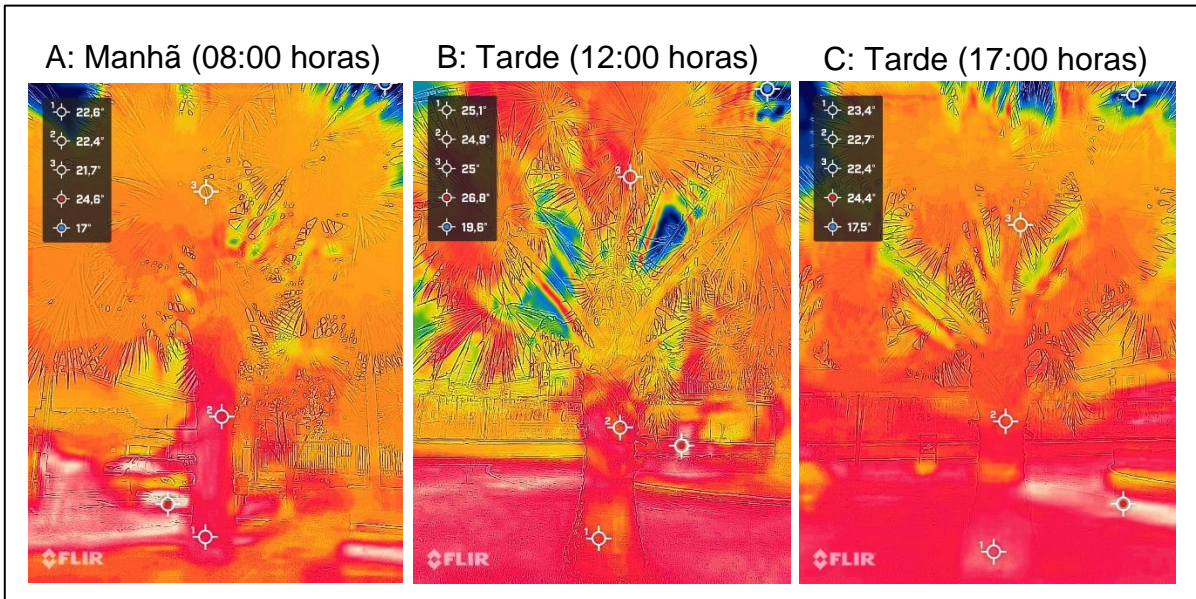
As praças Fátima e Mary Pinho possuem as temperaturas mais altas devido à altura dos indivíduos que recebem maior incidência solar. Apesar do dia da medição ter apresentado um clima ameno, observou-se nas figuras 4 e 5 temperaturas acima de 25°C, tendo a maior temperatura registrada na Praça de Fátima com a média de 29,8°C no horário das 12:00 horas.

Figura 4 - Fotos termográficas da Praça de Fátima da zona central de Imperatriz – MA.



Fonte: Autor 2022.

Figura 5 - Fotos termográficas da Praça da Mary Pinho da zona central de Imperatriz – MA.



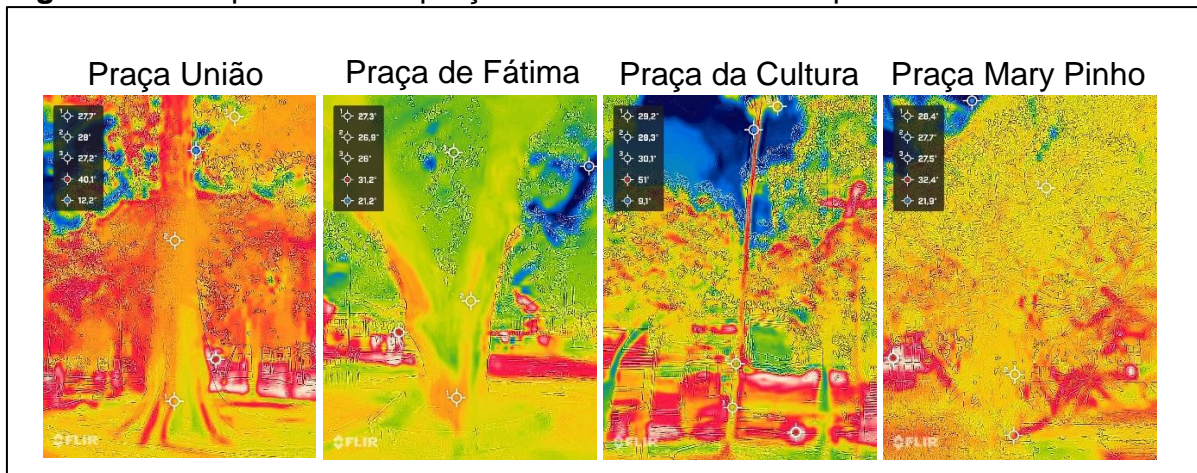
Fonte: Autor, 2022.

Ao observar as figuras 4 e 5 pode-se perceber que as áreas em vermelho são aquelas que recebem mais infiltração solar ao longo do dia e as áreas azuis são as que compreendem a área de sombreamento. Além disso, a temperatura tende a aumentar, variando entre 27,3°C a 30,1°C. Ribeiro (2022), em seu trabalho observou maior amplitude nas variações de temperatura e umidade do ar nas áreas urbanas arborizadas ou não arborizadas, onde ele constatou que as áreas não arborizadas são mais quentes. Ibiapino e Nääs (2020), consideraram pontos relevantes para a comparação de temperatura como exposição solar da radiação, orientação da edificação e as condições climáticas na data da medição. Tendo essa perspectiva, observou-se que o conjunto de edificações em torno das praças seguem um padrão tendo em vista que, são áreas de centros comerciais e grande movimentação urbana. Celis et al. (2023), citam em seu trabalho que no campus de Arquitetura e Engenharia Civil na universidade UNIFAP localizado na cidade Macapá - AP, não possui áreas verdes que amenizem a radiação solar, não havendo o sombreamento nas edificações para reduzir a quantidade de calor absorvida pelos edifícios, fazendo com que haja o aumento da temperatura do ar. Neste contexto, as praças na região central de Imperatriz têm um papel fundamental na regulação do microclima da região.

As praças Fátima e Mary Pinho apresentaram maiores espaçamentos entre os indivíduos devido ao mal planejamento na sua implementação, o qual temos a presença de árvores esparsas e maior incidência de raios solares tocando a superfície de

concreto. Devido a isso, a termografia demonstrou áreas maiores em vermelho ao longo do dia como observado na figura 6. Isso acontece devido a cobertura de copa não abranger um raio longínquo e não fazer composição com outros indivíduos já que não estão próximos uns dos outros. De acordo com Ribeiro (2022), a arborização em centros urbanos atua como regulador para o conforto térmico da população, reduzindo a temperatura e aumentando a umidade. No entanto, na região central de Imperatriz percebeu-se que apesar do estrato arbóreo, as temperaturas continuaram altas no horário das 12:00 horas. Uma forma de melhorar essa questão é um planejamento da arborização urbana e a escolha de espécies adequadas para serem implementadas em praças.

Figura 6 – Temperatura das praças da zona central de Imperatriz – MA às 12:00.



Fonte: Autor, 2022.

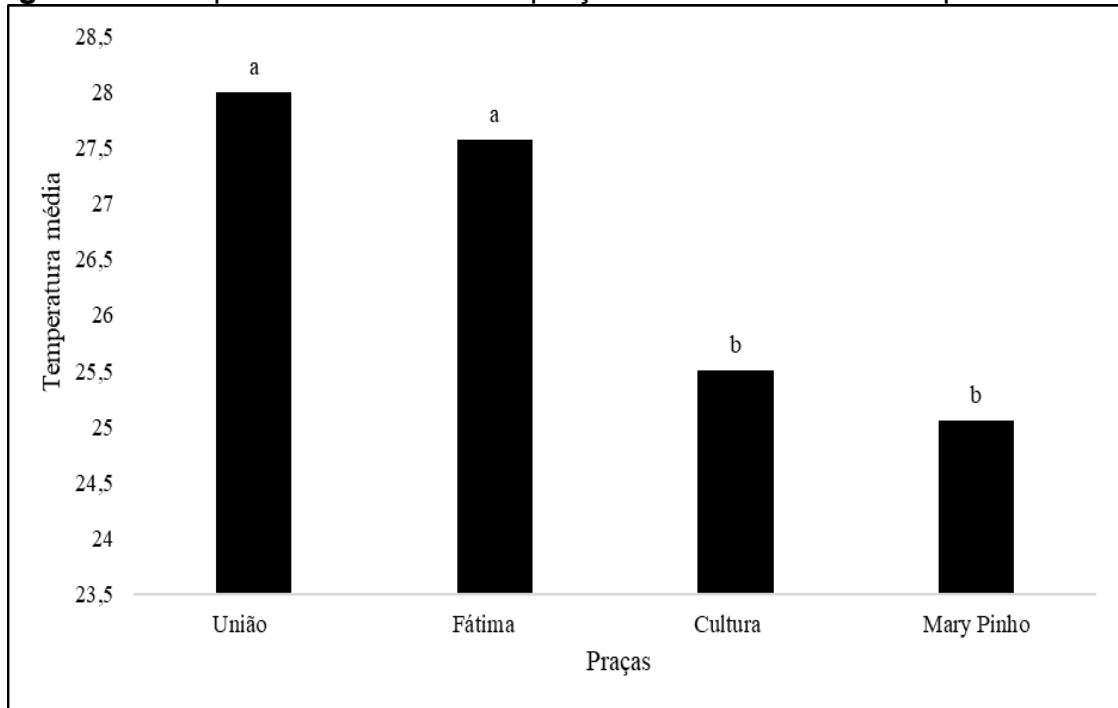
O teste de Tukey mostrou não existir diferença significativa nas temperaturas das praças União e Fátima e entre as praças Cultura e Mary Pinho (Figura 7). Rodrigues et al. (2022), citam em seu trabalho no município de Juazeiro do Norte – CE uma variação da temperatura nos diferentes horários de coleta, e que o período das 14:00 horas contribuiu para diferença significativa para o Teste de Tukey. Na presente pesquisa o teste de Tukey foi influenciado com o período das 12:00, o qual registrou maiores temperaturas.

Estatisticamente, as praças União e Fátima são iguais devido à alta temperatura. Um dos principais fatores para ambas as praças serem estatisticamente iguais é em relação à altura e diâmetro dos indivíduos arbóreos. Notou-se que quanto maior a árvore maior é sua absorção de luz solar e mais ameno é o microclima no local.

Já as praças da Cultura e Mary Pinho são estatisticamente iguais nas médias,

devido demonstrarem menor temperatura. Isso aconteceu devido ao mês de fevereiro ser marcado por chuvas e influenciou diretamente no dia da coleta de dados da praça da Cultura, pois choveu no dia e a Mary Pinho foi influenciada por ter a menor quantidade de cobertura arbórea.

Figura 7 – Temperaturas médias das praças da zona central de Imperatriz – MA.



Fonte: Autor, 2022.

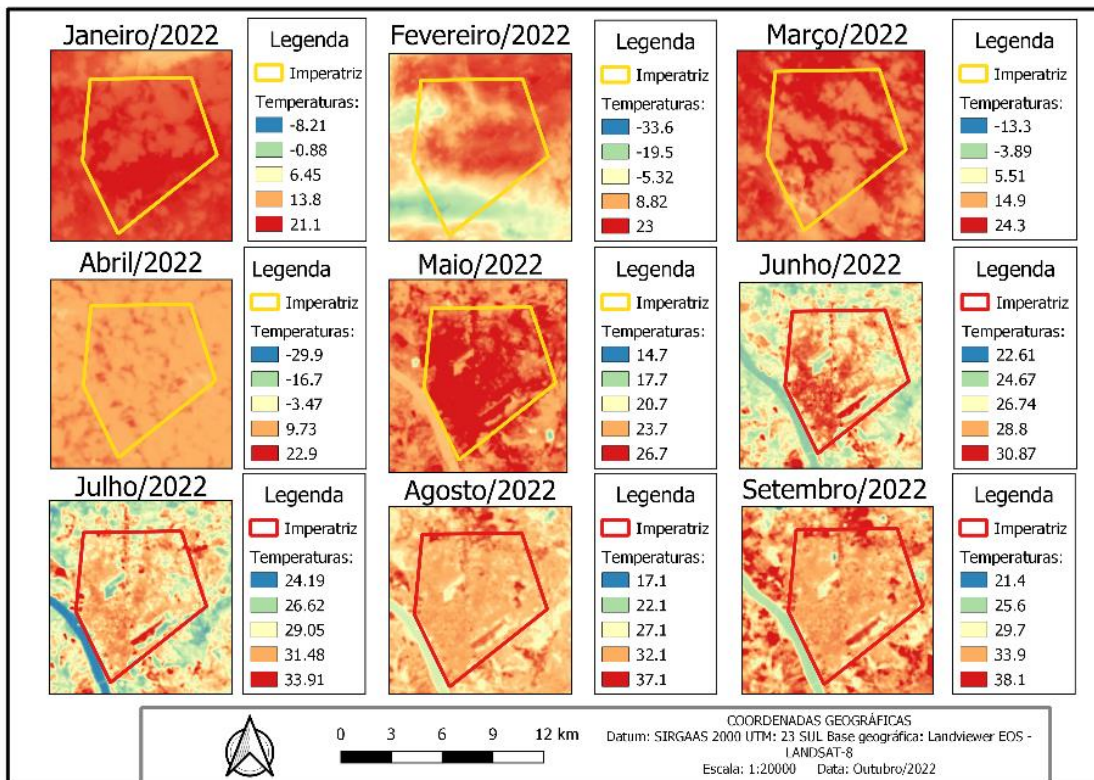
Legenda: Letras iguais indicam que não houve diferença estatística e letras diferentes indicam diferença significativa a um nível de significância de 5%.

O uso de imagens de satélite na cidade de Imperatriz nos permite analisar as ações antrópicas em relação à região central do município no comportamento do extrato vegetal para a amortização da temperatura. Com base na análise das imagens termográficas (Figura 8) conclui-se que as médias das temperaturas da imagem de satélite se assemelham com as que foram obtidas com a câmera termográfica variando entre 38,1° a 21,1°C na zona central de Imperatriz. Isso significa que as médias altas continuaram ao longo do ano e que são compatíveis com o tipo de clima que temos na região, tendo em vista que o horário de 12:00 é significativo para a mudança de temperatura. Rodrigues et al. (2022), em seu trabalho constataram que o horário das 14:00h demonstrou diferença significativa nas praças no município de Juazeiro do Norte - CE, com uma média geral de 36,02 °C.

De acordo com a análise da Temperatura de Superfície do Terreno (TST) entre os meses de janeiro a setembro de 2022, demonstram que a área urbana, devido à

falta de cobertura vegetal, apresenta maiores temperaturas. Cruz et al. (2023) citam em seu trabalho que as imagens de TST em áreas de mata natural as temperaturas registradas foram baixas enquanto em área urbana a média foi de 17 °C nessas áreas. Além disso, em seu trabalho eles citam que as temperaturas mais baixas foram observadas em áreas de reflorestamento e as mais altas em áreas que sofreram desbaste e concluiu-se que o uso da terra é um fator que modifica o microclima da região estudada. Em paralelo a isso, na presente pesquisa foi observado que nas imagens de TST da cidade de Imperatriz a temperatura continuou alta devido a não cobertura vegetal e consequentemente maior exposição à radiação solar.

Figura 8 – Mapa termográfico da cidade Imperatriz – MA.



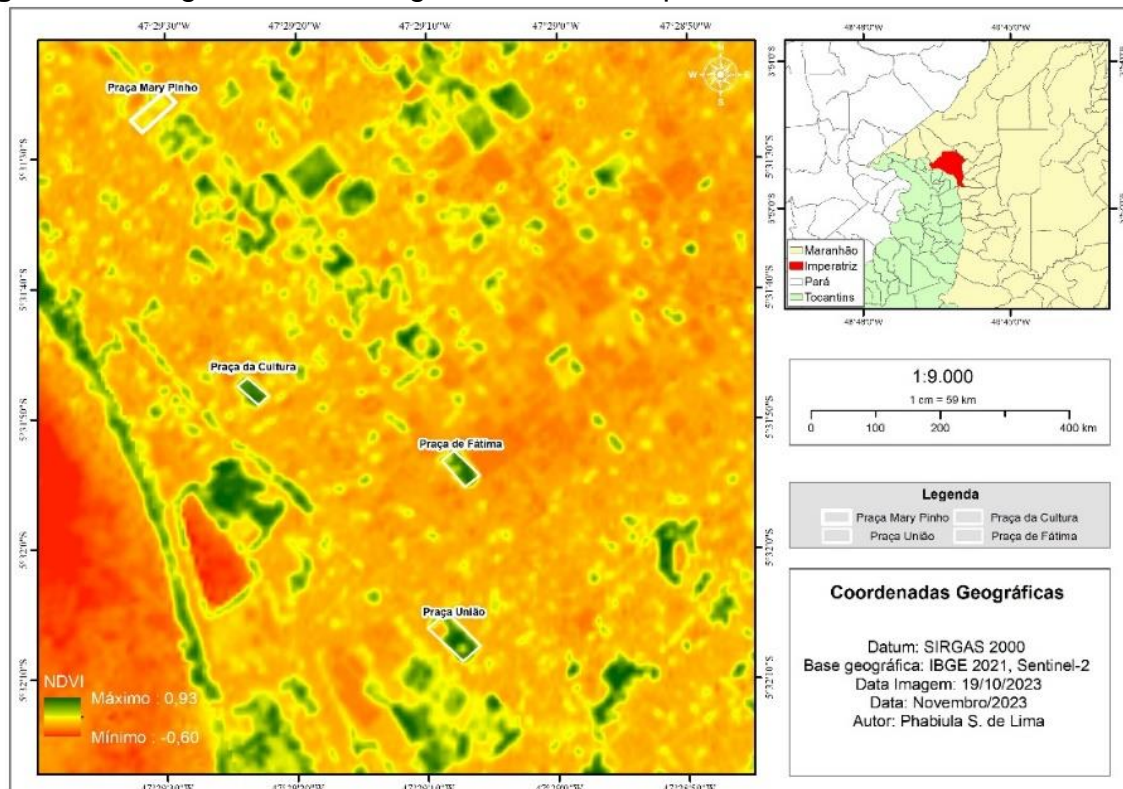
Fonte: Autor, 2022.

Os valores da equação NDVI são contidos em uma escala que varia entre - 1 e + 1, quanto mais próximo do 1, maior índice de presença de vegetação, e quanto mais próximo do 0 (zero) maior índice de presença de solos expostos (PASSOS, 2021). A imagem NDVI da região central de Imperatriz (Figura 8) mostra que a cobertura vegetal é baixa, sendo que o menor valor quantificado ficou em -0,60, representado pela cor vermelha e o maior valor foi de 0,93 correspondendo às áreas de vegetação expressiva em verde no mapa. De acordo com Bahiana (2023), o contraste pode ser explorado de modo a indicar comportamentos entre solo exposto

e vegetação através do Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI). Com isso, ao observamos na figura 9 o vermelho se sobressai em relação ao verde, demonstrando que a região de Imperatriz é pouco arborizada.

Nos parâmetros métricos pré-existentes citados, foi constatado que a análise de NDVI das praças União, Fátima e Cultura tiveram o valor normalizado entre 0,60 a 0,83, significando que a vegetação nas praças é de média expressividade para o conforto térmico. No entanto, a Praça Mary Pinho teve o valor normalizado de 0,28. Isso significa que a Praça Mary Pinho não tem cobertura vegetal expressiva e que as edificações contribuem para o aumento da temperatura. Freitas (2022), cita em seu trabalho que o centro urbano de Juazeiro do Norte apresentou valores de NDVI próximos a 0. O autor comenta que isso está associado a alta densidade de construção civil e áreas pavimentadas. Com isso, comparando as análises, pode-se perceber que a região central de Imperatriz sofre com o fenômeno Ilha de Calor devido às construções ao longo da cidade receberem a maior radiação solar devido a não presença de vegetação na região central do município. Alves (2023), cita que os fatores que mais influenciam na formação de uma Ilha de Calor é a supressão de áreas verdes, crescimento desordenado, as construções e a pavimentação que ajuda a reter o calor na superfície.

Figura 9 – Imagem NDVI da região central de Imperatriz – MA.



Fonte: Autor, 2023.

3.3 Sombreamento

Os espaços sombreados trazem conforto microclimático para a população, tendo em vista que espaços com árvores tendem a ser mais frios do que lugares que não tem vegetação para cobertura. Segundo Macedo et al. (2018), as praças são espaços para as práticas sociais, recreativas e esportivas proporcionando qualidade urbana, favorecendo a vitalidade, o enriquecimento sociocultural, o exercício da cidadania e a manutenção da vida pública. Com isso, é de suma importância preservar a fitossociologia das espécies presentes nessas áreas. O sombreamento das praças pode ser observado na Tabela 3. Os valores demonstram em metros quadrados a área das praças e a área de sombreamento das praças.

Tabela 3 – Área de cobertura de sombreamento das praças da zona central de Imperatriz – MA.

Praças	Área das praças (m ²)	Área do sombreamento (m ²)	% de sombra
União	5.639,96	4.253,63	75%
Fátima	3.802,06	2.696,00	71%
Cultura	2.714,86	2.637,84	97%
Mary Pinho	3.249,58	171,02	5%

Fonte: Autor, 2022.

Com os valores obtidos, podemos perceber que as áreas sombreadas das praças União, Fátima e Cultura variam entre 71% até 97% das praças, isso significa que a cobertura da sombra da copa das árvores é proporcional ao tamanho do local. Pereira (2023), concluiu em seu trabalho que a presença da vegetação arbórea promove a redução da temperatura do ar por meio do processo de sombreamento (aliados as suas funções biológicas, como a evapotranspiração). Com isso, o percentual de sombreamento das praças União, Fátima e Cultura é satisfatório, tendo em vista que as áreas sombreadas proporcionam um ambiente mais ameno para a população poder fazer atividades recreativas ao longo do dia.

No entanto, na praça Mary pinho temos o inverso, o sombreamento não chega a 1/3 do perímetro total do quarteirão, tendo apenas 5% de área sombreada. No ponto de vista do conforto térmico, a praça não realiza seu papel devido à ausência de sombreamento e se torna um local não propício para a população frequentar em horários com temperaturas mais altas. Ramos, Jesus e Silva (2023), citam que as áreas vegetadas contribuem no controle da radiação solar, proporcionando um ambiente mais fresco e agradável, o que resulta em condições mais confortáveis para a permanência de pessoas.

A distribuição das árvores em relação ao espaço influencia no sombreamento, tendo em vista que na Praça União foi observado o maior agrupamento de indivíduos arbóreos em conjunto e isso condiciona um sombreamento maior. Já as praças Fátima, Cultura e Mary Pinho percebeu-se que as árvores são mais espaçadas recebendo maior incidência solar na praça. Hamada e Mendes (2023), concluíram em seu trabalho que quanto mais próximas as distribuições das árvores forem uma das outras, maior é a proximidade das copas, favorecendo o sombreamento do local e consequentemente influenciam o microclima e conforto térmico.

De acordo com Krieger et al. (2022), tanto em áreas antropogênicas quanto em áreas de vegetação nativa, o sombreamento pode modificar as condições micro ambientais do local. A classificação da copa das árvores influencia no tamanho do raio do sombreamento. As quatro praças têm maior presença de copas cônicas invertidas, lentiforme, esférica e elipsóide. A partir da classificação das copas percebeu-se que as áreas sombreadas das três praças (União, Fátima e Cultura) são provenientes dos indivíduos adultos da espécie *M. indica* que é a espécie em maior número nas áreas estudadas e sua copa varia de arredondada a globosa.

Em termos de arborização, locais pouco sombreados tendem a ser mais quentes e não trazem conforto térmico para a população. De acordo com Ruas (1999), um ambiente classificado como termicamente confortável, é quando a maioria das pessoas sentem a sensação de bem-estar, mesmo que nem todas tenham a mesma percepção já que é algo subjetivo.

4 CONCLUSÃO

A análise termográfica nos permite entender a dinâmica de como áreas verdes podem influenciar no microclima dos grandes centros urbanos. Além disso, a conservação de praças com maior número de indivíduos é fundamental para realizar esse papel de agente regulador de temperatura.

A arborização urbana das praças União, Fátima e Cultura é satisfatória tendo em vista que os de indivíduos com copas frondosas proporcionam para a população maior conforto térmico e bem-estar no âmbito geral. A praça Mary Pinho registrou o menor número de indivíduos arbóreos, com isso é dever da prefeitura exercer seu papel socioambiental fazendo novos plantios e escolher mudas adequadas e que respeitem a florística nativa da região. Há uma necessidade de inserir espécies nativas em todas as praças estudadas para aumentar a diversidade e diminuir o percentual

de espécies exóticas. Em relação ao papel ecológico, as espécies nativas são mais apropriadas para serem implementadas na arborização urbana.

REFERÊNCIAS

ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVEZ, J.D.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

ALVES, Laylane Pinheiro; COSTA, Jorge Antonio Silva; COSTA, Cristiana Barros Nascimento. Arborização urbana dominada por espécies exóticas em um país megadiverso: falta de planejamento ou desconhecimento?. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 16, n. 3, p. 1304-1375, 2023.

DA SILVA ALVES, Pollyana Aparecida Simão; DE CARVALHO, Luana Rodrigues. Fatores condicionantes para formação de ilha de calor no bairro Residencial Florença, Sinop (MT). **Revista Georaguai**, v. 13, n. Especial, p. 132-152, 2023.

AMARAL, L. de P. et al. Variabilidade espacial do índice de diversidade de Shannon-Wiener em floresta ombrófila mista. **Scientia Forestalis (Brazil)**, v. 41, n. 97, 2012.

ANTUNES, Luciano; DOS SANTOS, Rosele Clairete. ANÁLISE QUALI-QUANTITATIVA DA ARBORIZAÇÃO DAS VIAS PÚBLICAS PAVIMENTADAS E DA PRAÇA DO SANTUÁRIO NOSSA SENHORA DA SAÚDE DO MUNICÍPIO DE TUPANCI DO SUL/RS. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 12, n. 1, p. e7926-e7926, 2023.

BAHIANA, Julia Roizemberg et al. Análise qualitativa de soluções vegetativas em projetos de requalificação fluvial com o suporte SIG. **Revista de Morfologia Urbana**, v. 11, n. 1, 2023.

BEZERRA, Paulo Eduardo Silva; MORAES, ETI de; SOARES, IR da C. Análise da Temperatura de Superfície e do Índice de Vegetação no Município de Belém na Identificação das Ilhas de Calor. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 70, n. 3, p. 803-818, 2018.

CELIS, Anneli Maricielo Cárdenas et al. Análise do microclima urbano na latitude 0° mediante utilização da simulação computacional: estudo de caso-bloco de arquitetura e engenharia civil no campus Marco Zero da UNIFAP. **ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO**, v. 17, p. 1-10, 2023.

CLIMATEDATA.ORG. **Clima: Maranhão**. Disponível em: < <https://pt.climate-data.org/>>. Acesso em: 03 de setembro de 2021.

COSTA, J. Miguel; GARCÍA-TEJERO, Iván F.; CHAVES, Manuela. **O uso da termografia na agricultura moderna**. APH, v. 113, p. 30-34, 2013.

DA CRUZ, Gilson Campos Ferreira et al. A temperatura de superfície terrestre nas áreas urbanas e rurais de Florínea-SP e Cabralia Paulista-SP. **Brazilian Journal of Development**, v. 9, n. 1, p. 1833-1850, 2023.

FELIPPE, Bruno Moreira et al. Análises diretas para o processo de gestão da arborização de calçadas em São Pedro do Sul, RS. **Ciência Florestal**, v. 32, p. 2035-

2056, 2023.

DE FREITAS, Cley Anderson Silva et al. Sensoriamento Remoto aplicado à análise do fenômeno de Ilhas de Calor na Cidade de Juazeiro do Norte-CE. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 12, p. e237111234265-e237111234265, 2022.

DE MESQUITA GONÇALVES, Amanda et al. Levantamento quali-quantitativo da diversidade florística da arborização urbana em Itacoatiara-AM Qualitative and quantitative survey of floristic diversity of urban trees in Itacoatiara-AM. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 8, p. 81072-81091, 2021.

DE SOUSA HAMADA, Márcia Orié; **DA CONCEIÇÃO MENDES, Francivaldo José. INFLUÊNCIA DA ARBORIZAÇÃO URBANA NO MICROCLIMA NA CIDADE DE ALTAMIRA-PA. REVISTA FOCO**, v. 16, n. 02, p. e1137-e1137, 2023.

IBIAPINO, Thaís Rodrigues; ALENCAR NÄÄS, Irenilza. O efeito de resfriamento causado pela arborização como uma solução para o aquecimento urbano: um estudo de caso em Teresina, estado do Piauí, Brasil. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 11, p. e2969119870-e2969119870, 2020.

JONES, Hamlyn G. Use of infrared thermometry for estimation of stomatal conductance as a possible aid to irrigation scheduling. **Agricultural and forest meteorology**, v. 95, n. 3, p. 139-149, 1999.

JÚNIOR, Willamo Pacheco Coelho et al. ANÁLISE DA ARBORIZAÇÃO URBANA DE DOIS BAIROS DO MUNICÍPIO DE PICOS, PIAUÍ. **Revista Valore**, v. 8, p. 8037, 2023.

KRIEGER, Marie-Therese et al. **Effects of shading and site conditions on vegetative and generative growth of a native grassland invader. Ecological Engineering**, v. 178, p. 106592, 2022.

LAPOLA, David M. et al. **A climate-change vulnerability and adaptation assessment for Brazil's protected areas. Conservation biology**, v. 34, n. 2, p. 427-437, 2020.

MACEDO, Silvio Soares; QUEIROGA, Eugenio Fernandes; DE ARRUDA CAMPOS, Ana Cecília. **Os sistemas de espaços livres ea constituição da esfera pública contemporânea no Brasil**. Editora da Universidade de São Paulo, 2018.

PASSOS, Andrea de Oliveira. **Índices de reflectância, NDVI e EVI como indicadores de níveis de degradação das pastagens tropicais**. 2021.

PEREIRA, Jéssica Daiane Santos; BARBOSA, Ricardo Victor Rodrigues. Influência da vegetação arbórea no microclima de áreas verdes urbanas em simulações paramétricas. **ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO**, v. 17, p. 1-10, 2023.

PETTORELLI, Nathalie et al. Using the satellite-derived NDVI to assess ecological responses to environmental change. **Trends in ecology & evolution**, v. 20, n. 9, p.

503-510, 2005.

PINHEIRO, Renato Torres et al. Riqueza, diversidade e composição arbórea nas praças de Palmas, Tocantins. **Ciência Florestal**, v. 32, p. 856-879, 2022.

RAMOS, Larissa Letícia Andara; DE JESUS, Luciana Aparecida Netto; DA SILVA, Eduardo Barroso Mozelli. Espaços públicos e qualidade ambiental: praças urbanas e sua relação com o microclima. ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, v. 17, p. 1-10, 2023.

RIBEIRO, Suzana Kahn; SANTOS, Andrea Souza. **Mudanças climáticas e cidades: relatório especial do painel brasileiro de mudanças climáticas**. Rio de Janeiro: PBMC, 2016.

RODRIGUES, Leoncio Gonçalves et al. Impacto da arborização na temperatura e umidade do ar em zona urbana do semiárido. **Guaju**, v. 8, 2022.

RUAS, A. César. Conforto térmico nos ambientes de trabalho. São Paulo: Fundacentro, 1999.

SILVA, Patrícia Lacerda et al. **ÍNDICE DE ÁREAS VERDES DAS PRAÇAS DO MUNICÍPIO DE RIO VERDE-GO**. 2023.

SILVA, Roberto G. Predição da configuração de sombras de árvores em pastagens para bovinos. **Engenharia Agrícola**, v. 26, p. 268-281, 2006.

DE AQUINO SOUZA, Louise Caroline; DE CASTRO, Vinicius Gomes; BOTREL, Rejane Tavares. PERCEPÇÃO SOBRE ESPÉCIES EXÓTICAS E NATIVAS NA ARBORIZAÇÃO DE ESCOLAS NA CIDADE DE MOSSORÓ, RN, BRASIL. **Revista do Instituto Florestal**, v. 35, n. 2, p. 161-174, 2023.

SOUZA, A. L.; SOARES, C. P. B. **Florestas nativas: estrutura, dinâmica e manejo**. Viçosa: Editora UFV, 2013, 322p.

TATAGIBA, Sandro Dan et al. Arborização da avenida trinta e um de março, centro urbano do município de Tucuruí, Pará. **Scientific Electronic Archives**, v. 16, n. 3, 2023.

VITAL, Everton Junior Vasconcelos. **Levantamento quantitativo da arborização de três praças do bairro da Pedreira no município de Belém-PA, e seus componentes urbanos, assim como a percepção ambiental dos seus frequentadores**. 2023.